



---

**DIPLOMARBEIT**

---

Energetische Verbesserung von Technikgebäuden



**4. NOVEMBER 2024**  
MICHEL LAUB  
Teko Olten ° O-TEU\_21° Energie und Umwelt

## 1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis .....	2
2	Management Summary .....	4
2.1	Ausgangslage .....	4
2.2	Vorgehen .....	4
2.3	Ergebnisse .....	4
2.4	Ausblick.....	4
3	Beruflicher Lebenslauf .....	5
3.1	▼ Erfahrung.....	5
3.2	▼ Aus- und Weiterbildung.....	7
3.3	▼ Fortbildungskurse.....	7
3.4	▼ Sprach- und IT- Kenntnisse .....	7
4	Qualifikationsprofil .....	8
5	Projektinitialisierung.....	11
5.1	Einleitung .....	11
5.1.1	Vorstellung des Unternehmens .....	11
5.1.2	Ausgangslage .....	11
5.2	Fachexperte .....	12
5.2.1	Kontaktdaten.....	12
6	Vorstudie.....	13
6.1	Problemstellung .....	13
6.2	System Engineering.....	13
6.3	Restriktionen .....	14
6.4	Rahmenbedingungen .....	14
6.5	Ansprechgruppen .....	14
6.5.1	Einfluss und Interesse .....	15
7	Grobkonzept .....	16
7.1	Projektziel .....	16
7.1.1	Endergebnis und Erfolgskriterien .....	16
7.1.2	Zielkatalog .....	17
7.1.3	Zielbeziehungsmatrix.....	17
7.1.4	Präferenzmatrix .....	17
7.1.5	Zielkategorisierung .....	18
7.2	Projektablauf .....	18
7.3	Projektauftrag.....	19
7.4	Zielscheibe.....	21
8	Detailplanung.....	22
8.1	Vorgehensmodell.....	22
8.2	Arbeitspakete .....	22

8.3	Projektablaufplanung / Terminplan.....	22
8.4	Kommunikationsplanung .....	23
9	Projektrealisierung .....	24
9.1	Mindmap .....	24
9.1.1	Analyse .....	24
9.2	Erstellung von «Diplomtool Energie und Umwelt» .....	25
9.2.1	Eingabemaske Gebäudehülle .....	27
9.2.2	Erstellung Datenbanken .....	29
9.3	Berechnungen.....	30
9.3.1	Auswertung.....	32
9.4	Verbesserungsvorschläge .....	33
9.4.1	Fassaden Dach/Wände isolieren .....	33
9.4.2	Fenster und Türen verbessern .....	34
9.4.3	Sonnenenergie nutzen .....	35
9.5	Evaluation der geeignetsten Variante .....	36
9.5.1	Nutzwertanalyse .....	37
10	Software als Umsetzungsvariante .....	39
10.1	SWOT - Analyse .....	40
10.2	Risiko - Analyse .....	41
10.2.1	Gegenmassnahmen zu Risikoanalysen.....	43
11	Projektabschluss.....	46
11.1	Projektüberwachung .....	46
11.2	Evaluation der Zielerreichung.....	46
11.3	Reflexion Weg zum Ziel.....	47
11.4	Lessons learnt.....	49
11.5	Ausblicke.....	49
11.6	Eigenständigkeitserklärung .....	51
12	Verzeichnisse.....	52
12.1	Abbildungsverzeichnis .....	52
12.2	Tabellenverzeichnis .....	52
12.3	Literaturverzeichnis.....	52
13	Anhang.....	53
A1	Arbeitspakete .....	53
A2	Termin- Ablaufplan.....	59

## **2 Management Summary**

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der energetischen Verbesserung von Technikgebäuden der Baselland Transport AG (BLT AG). Ziel des Projekts war es, die bestehenden Energieverluste in den Technikgebäuden zu identifizieren, die entstehenden Verlustkosten zu berechnen und geeignete Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz vorzuschlagen.

### **2.1 Ausgangslage**

Die BLT AG betreibt rund 120 Technikgebäude, die empfindliche elektronische Anlagen beherbergen. Diese Gebäude müssen in einem Temperaturbereich von 20°C bis 30°C gehalten werden, was im Sommer eine Klimatisierung und im Winter eine Heizung erfordert. Die Technikgebäude sind energetisch ineffizient, da sie meist einfache Betonbauten ohne Isolierung sind. Dies führt zu hohen Betriebs- und Wartungskosten.

### **2.2 Vorgehen**

Im Rahmen des Projekts wurde eine Software entwickelt, die eine detaillierte Analyse der Energieverluste und -gewinne der Technikgebäude ermöglicht. Die Software erfasst die Ist-Situation, berechnet die Energieverluste und -gewinne und stellt diese visuell dar. Verbesserungsvorschläge können eingegeben und neu berechnet werden. Die Software berücksichtigt dabei die Investitionskosten und den Nutzen der Massnahmen sowie den Break-Even-Punkt.

### **2.3 Ergebnisse**

Die Software bietet eine benutzerfreundliche Oberfläche und ermöglicht eine präzise Analyse der energetischen Effizienz der Technikgebäude. Durch die grafische Darstellung der Daten können die Auswirkungen der verschiedenen Massnahmen auf einen Blick erfasst und verglichen werden. Die detaillierte Kosten-Nutzen-Analyse und die Berechnung des Break-Even-Punkts unterstützen fundierte Entscheidungen zur Optimierung der Energieeffizienz.

### **2.4 Ausblick**

Die Weiterentwicklung und Automatisierung der Software stehen im Zentrum zukünftiger Bemühungen. Geplant ist die Erweiterung der Software um die Verlustleistungen der Innenanlagen und die Berücksichtigung der absorbierten Sonnenenergie. Zudem bietet die Software Potenzial für die Anwendung in verschiedenen Gebäudetypen, wie Wohn- und Bürogebäuden. Mit diesen Erweiterungen wird die Software noch präziser und vielseitiger, was zur Optimierung der Energieeffizienz in einer Vielzahl von Gebäuden beitragen kann.

### 3 Beruflicher Lebenslauf

#### Michel Laub

Nonnenmattstrasse 14

4107 Ettingen

+41 79 929 21 29

michel.laub@blt.ch



#### 3.1 ▼ Erfahrung

Seit 01.01.2024

##### **Operativer Anlagenmanager elektrische Anlagen Anlagenmanagement • Baselland Transport AG**

- Fachbauleitung Sicherungsanlagen
- Fachunterstützung Projektleiter elektrische Anlagen
- Instandhaltungskonzept, Instandhaltungsrichtlinien elektrische Anlagen
- Ressourcen- und Einsatzplanung der Instandhaltung elektrischer Anlagen
- Datenmanagement Infrastruktursoftware Infralife
- Weiterentwicklung Infralife: Kennzahlen und Optimierungsprozesse
- Als Superuser Infralife Fachunterstützung, Überwachung und Kontrolle der Instandhaltungsarbeiten
- Prozesse erarbeiten
- Elektrosicherheitsbeauftragter EISiBe
- Elektrosicherheitskonzept: Interne Kontrollen und Kontrollen auf Baustellen
- Stv. Sicherheitsbeauftragter Arbeiten im Gleisbereich: Durchführung von Audits und Kontrollen auf Baustellen
- Erstellen von Sicherheitsdispo
- Koordination und Einsatzplanung Lieferanten
- Anpassungen und Verbesserungen von Sicherungsanlagen
- Fachunterstützung Störungen an Sicherungsanlagen

Seit 01.03.2023

##### **Leiter Instandhaltung elektrische Anlagen a.i. • Elektrische Anlagen • Baselland Transport AG**

- Führung des EL Teams
- Weiterentwicklung des EL Teams
- Jahresplanung, Monatsplanung, Wochenplanung, Tagesplanung
- Alle Tätigkeiten des Stv. Leiters Instandhaltung elektrische Anlagen

Seit 01/2014–01.03.2023

**Stellvertretender Leiter Instandhaltung elektrische Anlagen · Elektrische Anlagen · Baselland Transport AG**

- Erste Ansprechperson Infrastruktursoftware- Infralife für elektrische Anlagen (Superuser)
- Aktive Teilnahme bei der Entwicklung von Infralife
- Koordination Leitstellenjournal und Ticketing
- Koordination und Organisation Schnittstelle Infralife und Fernwirksystem
- Planung, Bearbeitung, Inbetriebnahme und Prüfung des Fernwirksystems
- Programmierung von Beleuchtungssteuerungen
- Ansprechpartner für Kunden und Drittunternehmen
- Teilnahme an internen und externen Meetings
- Führung und Einsatzplanung der Mitarbeiter\*innen
- Planung, Ausführung und Kontrolle der Instandhaltung
- Führen des Zeiterfassungssystems
- Pikett- und Störungsdienst
- Fachliche Unterstützung diverser Projekte
- Tramdienst
- Diverse administrative Aufgaben

05/2011–12/2013

**Handwerker · Elektrische Anlagen · Baselland Transport AG**

- Barrierenrevision
- Stellwerkrevision
- Weichenrevision
- Wartung Technikgebäude
- Schaltschrankbau Weichenheizung
- Pikett- und Störungsdienst
- Unterhalt Billettautomaten

Handwerkliche Unterstützung diverser Projekte

2010–2011

**Automatiker · MSR Abteilung · Swissmetal AG**

- Unterhalt von Mess- und Regeleinrichtungen
- Instandhaltung von Maschinen und Anlagen
- Programmieren von Siemens S7 (SPS)
- Störungsdienst

2009–2010

**Strategischer Funkaufklärer · Militärdienst mit Unteroffiziersschule · Kaserne Jassbach**

08/2005–08/2009

**Automatiker EFZ · Lehrbetrieb · F. Hoffmann-La Roche AG**

- Unterhalt von Mess- und Regeleinrichtungen
- Instandhaltung von Maschinen und Anlagen
- Programmieren von Siemens S7 (SPS)
- Programmieren von Siemens S5 (SPS)
- Störungsdienst

Projekt: Erstellung eines Pumpen- und Motorenprüfstands

### 3.2 ▼ Aus- und Weiterbildung

Seit 10/2021- voraussichtlich 10/2024

**Höhere Fachschule Energie und Umwelt • Schweizerische Fachschule Teko**  
04/2015

**Ausbildung zum Wagenführer • Baselland Transport AG**  
2014 - 2015

**Instandhaltungs- Fachmann eidg. Dipl. Fachausweis • IAI Synergis**  
2005 - 2009

**Berufslehre als Automatiker EFZ • F. Hoffman-La Roche AG**

### 3.3 ▼ Fortbildungskurse

01/2023

**Anwenderschulungen CBTC • Leitstelle BLT AG/ Stadler Signalling**

09/2020

**Anschlussbewilligung NIV Art. 15 • Electrosuisse / ESTI**

12/2018

**Bahnübergangskurs Flex • Schweizer Electronic AG**

04/2018

**E!Cockpit Visualisierungen • Wago**

04/2018

**E!Cockpit Einsteiger • Wago**

09/2017

**Schaltberechtigungskurs • Electrosuisse**

02/2016

**Stellwerkskurs Typ Silvia • BBR**

04/2018

**Grundlagen Mitarbeiterführung • BWI**

10/2013

**Bahnübergangskurs Flex • Schweizer Electronic AG**

05/2012

**Stellwerkskurs Typ Domino • Bär Bahnsicherung AG**

12/2011

**Bahnübergangskurs eBUe 2000 • Schweizer Electronic AG**

### 3.4 ▼ Sprach- und IT- Kenntnisse

#### **Deutsch**

- Muttersprache

#### **Französisch**

- Schulkenntnisse

#### **Englisch**

- Schulkenntnisse, Technisches Englisch HF

#### **MS Office (Word, Excel, Powerpoint ; Prezi, Outlook, Teams)**

- Sehr gute Kenntnisse

## 4 Qualifikationsprofil

Dieses Qualifikationsprofil bietet einen umfassenden Überblick über meine beruflichen Fähigkeiten und Erfahrungen. Für detailliertere Informationen oder spezifische Fallbeispiele stehe ich jederzeit gerne zur Verfügung.

### **Menschen führen (Prozess 1)**

- Von 2014 – 2023 als Stellvertretender Leiter elektrische Anlagen und Vorarbeiter, den Fachbereich Sicherungsanlagen mit vier Mitarbeitern geführt und die Fachbereiche Niederspannung und Bahnstrom unterstützt.
- Von 2023 – 2024 als Leiter elektrische Anlagen die Abteilung elektrische Anlagen geführt und weiterentwickelt.
- Im Jahr 2023 Mitarbeiter-, Zielvereinbarungs- und Zielerreichungsgespräche mit den 10 unterstellten Teammitarbeitenden durchgeführt.

### **Projekte planen und leiten (Prozess 3)**

- Als Anlagenmanager Elektrische Anlagen und Projektleiter elektrische Anlagen ad Interim bei den Behinderten gerechten Umbauten (BehiG) Haltestelle Känelmatt, Ettingen und Therwil in der Planung integriert gewesen. Hierbei habe ich die Ressourcen seitens der Abteilung elektrische Anlagen geplant und die pünktliche Umsetzung überwacht.
- Anpassungen an Sicherungsanlagen zusammen mit den Herstellern entwickelt, eingeplant und die pünktliche Umsetzung überwacht und kontrolliert.

### **Sich sprachlich verständigen (Prozess 4)**

- Anpassungen und Verbesserungen von Sicherungsanlagen mit den Herstellern entwickelt und Arbeitsanweisungen (Checklisten) für das ausführende Team erstellt.
- Arbeitsergebnisse oder Probleme während den Sitzungen Anlagenmanagement und Leitungsteam den Adressaten verständlich erläutert.

### **Wirkungsvoll prä- sentieren und kommunizieren (Prozess 5)**

- Seit der Einführung der Instandhaltungssoftware Infralife mehrere Bedienschulungen durchgeführt.
- Die Adressaten während den Präsentationen immer eingebunden. Mit Beispielen in der Testversion konnten sie das vermittelte unmittelbar testen und trainieren.
- Als Ansprechpartner der Mitarbeiter betreffend Infralife diverse Fragen und Probleme mündlich beantwortet oder das Problem beheben können.

### **Unternehmenspro- zesse verstehen und mitgestalten (Prozess 6)**

- Den Prozess „Störungsmanagement“ und „Instandhaltung“ in Zusammenarbeit mit der Firma Rosenthal und Partner entwickelt und im Managementsystem der BLT AG eingebunden. Dabei wurden die gelebten Arbeitsprozesse der Mitarbeiter niedergeschrieben.
- Prozesse „Garantie ablegen“, „IH- Massnahmen bearbeiten“, „Problemanager disponieren“ „Störung bearbeiten“

**Geschäftsziele erreichen  
(Prozess 7)**

„Workmanager disponieren“ und „Workmanager abschliessen“ in Zusammenarbeit mit der Firma Rosenthal und Partner und den ausführenden Instanzen entwickelt und im Managementsystem der BLT AG integriert.

- Am KaderEvent der BLT AG, welcher die Ziele, die Vision und die Mission vermittelt hat, teilgenommen.
- Zusammen mit dem Vorgesetzten die Abteilungsziele nach den Geschäftszielen ausgerichtet.
- Die Abteilungsziele mit den Mitarbeitern während den Mitarbeitergesprächen besprochen und zusammen die Mitarbeiterziele danach ausgerichtet und festgelegt.

**Umfeld berücksichtigen  
(Prozess 8)**

- Büroarbeitsplatz für Lagermitarbeiter mit Sehschwäche eingerichtet. Grosse Doppelbildschirme eingerichtet anstatt kleiner Laptop Bildschirm. Zudem einen Schreibtisch eingerichtet, anstatt in den Regalen zu arbeiten.

**Sich persönlich weiterentwickeln  
(Prozess 10)**

- Im Jahr 2024 neue Funktion als Elektrosicherheitsbeauftragter der BLT AG-Infrastruktur angenommen. Zur Weiterbildung „Train the Trainer“ angemeldet. Weitere Weiterbildung zu Elektrosicherheit noch ausstehend.
- Das Elektrosicherheitskonzept der BLT AG durch Recherche im Internet, Fachbüchern, NIN und NIV und diverse Regelwerke der Technik erstellen können.

**Daten erfassen und auswerten.  
(Prozess 13)**

- An der Teko Olten im Schulfach Grundlagen Energie eine Projektarbeiten über die Ermittlung, Berechnung, und Verbesserung von Wärmeverlusten am Eigenheim geschrieben.
- An der Teko Olten im Schulfach Effiziente Energienutzung eine Projektarbeit über Energieeffizienz im Eigenheim geschrieben
- An der Teko Olten im Schulfach erneuerbare Energien eine Projektarbeit über Erneuerbare Energien im Eigenheim geschrieben.

**Anlagen warten und erneuern  
(Prozess 15)**

- Diverse Störungen an Stellwerksanlagen und Bahnübergangsanlagen in 10 Jahren Pikettdienst bei der Baselland Transport AG, durch logisches und systematisches Eingrenzen lösen können.
- Erstellung eines Instandhaltungskonzept unter Berücksichtigung der Gesetzlichen Vorschriften, den Herstellervorschriften und den Erfahrungen aus der Instandhaltung.
- In Zusammenarbeit mit der Abteilung Instandhaltung elektrische Anlagen und unter Berücksichtigung des Instandhaltungskonzept den Jahresplan für die Instandhaltung erstellt.
- Als Superuser für die Instandhaltungssoftware Stichproben bei den Instandhaltungsarbeiten durchgeführt.

**Prozesse betreiben, analysieren und optimieren (Prozess 16)**

- KPI: Zurzeit werden aus der Instandhaltungssoftware Kennzahlen eruiert, welche Auskunft über den Anlagenzustand geben sollen. Zudem sollen dadurch gezielt Massnahmen für einen zuverlässigeren Betrieb der Anlagen abgeleitet werden können.
- Verbesserungspotenzial von der Energieeffizienz von Technikgebäuden erkannt und mit dieser Diplomarbeit konkrete Optimierungsvorschläge gemacht.

## 5 Projektinitialisierung

### 5.1 Einleitung

#### 5.1.1 Vorstellung des Unternehmens

Die Baselland Transport AG (BLT AG), gegründet 1974, ist ein modernes, privatwirtschaftlich geführtes Unternehmen des öffentlichen Verkehrs. Die BLT AG betreibt vier Tramlinien, 19 Buslinien sowie eine Bahnlinie im unteren und oberen Baselbiet und verbindet die Stadt Basel mit dem Kanton Basellandschaft und angrenzenden Regionen. Die Fahrzeugflotte der BLT AG umfasst 92 Gelenktriebwagen (Tram) dreier Generationen, um die vier Tramlinien zu betreiben, weitere 10 Stadtbahnen, um die Bahnlinie zu betreiben und ebenfalls eine Fahrzeugflotte von 72 Bussen und 17 E-Bussen, um die 19 Buslinien zu führen. Im Jahre 2017 gründete die BLT AG zusammen mit der Basellandschaftlichen Kantonalbank und Primeo Energie die Tochtergesellschaft Pick-e-Bike, welche E-Bikes und E-Scooter zur Vermietung anbietet. Die BLT AG wandelt sich somit sukzessive zum integralen Mobilitätsanbieter in der Region Basel.

Die Infrastruktur der BLT AG umfasst rund 65km Gleis- und Fahrleitungsanlagen. Angetrieben werden die Gelenktriebwagen mit Strom. Um die Nennspannung von 600V Tramlinie bzw. auf der Bahnlinie 1500V, über das gesamte Streckennetz zu gewährleisten, sind 20 Unterwerke (Gleichrichterstationen) bzw. 5 Unterwerke für die 13km lange Bahnlinie von Nöten. Damit auch die Sicherheit auf den Geleisen gewährleistet werden kann, betreibt die BLT AG zudem 35 Stellwerksanlagen und 137 Bahnübergangsanlagen.

#### 5.1.2 Ausgangslage

Um die hohe Anzahl an Sicherheitsanlagen unterzubringen, welche sich entlang der Bahnstrecke befinden, benötigt es sogenannte Technikgebäude. In den Technikgebäuden können die empfindlichen technischen Anlagen witterungsgeschützt untergebracht werden. Die BLT AG zählt rund 120 Technikgebäude, welche sich entlang des gesamten Streckennetzes der Tramlinien verteilen. Die Anlagen in den Technikgebäuden sind somit zwar witterungsgeschützt, jedoch gilt dies nicht für die Technikgebäude selbst. Die Technikgebäude stehen meist im Freien entlang der Tram- und Bahnlinie und sind der Witterung ausgeliefert. Um den optimalen Temperaturbereich zwischen 20°C - 30 °C für die Sicherungsanlagen, welche elektronische Komponente aufweisen, zu gewährleisten, werden die Technikgebäude im Sommer klimatisiert und im Winter geheizt. Klimageräte und Heizungen benötigen viel Energie, dazu kommt, dass die technischen Anlagen in den Gebäuden auch Energie benötigen und Abwärme generieren. Umwelteinflüsse auf die energetisch nicht hochwertigen Technikgebäude, beeinflussen das Klima in den Technikgebäuden zusätzlich. Diese Umstände führen dazu, dass noch mehr Energie in die Klimatisierung und Heizung der Gebäude investiert werden muss.

Dieser Gedanke ist der Ursprung für diese Projektarbeit. In den Schulfächern «Grundlagen Energie», «Effiziente Energienutzung» und «Erneuerbare Energien» sowie «Energie Speicherung und Transport» habe ich viel über Energieverluste und Energiegewinnung gelernt. Dieses erworbene Wissen wollte ich gerne anwenden, um die Technikgebäude der BLT AG energetisch zu untersuchen und zu verbessern. Mein Vorschlag für diese Projektarbeit fand sofort Anklang. Seit meinem Beginn bei der BLT AG im Jahr 2011 widmete sich niemand dieser Problematik ausführlich. Nun wird es mein Projekt, die Technikgebäude der BLT AG energetisch zu untersuchen und Verbesserungsvorschläge zu erarbeiten. Diese Diplomarbeit soll dazu dienen, die BLT AG bei der Verbesserung ihrer Energieeffizienz und der Reduzierung ihres ökologischen Fussabdrucks zu unterstützen, während gleichzeitig die Betriebskosten gesenkt und die Betriebsbedingungen für die empfindliche Technik optimiert werden.

## 5.2 Fachexperte

Fabio Calicchio, Leiter Instandhaltung Betriebsgebäude, übernimmt die Rolle des Fachexperten. Patrick Zeller, Leiter Anlagenmanagement, ist der Auftraggeber dieser Diplomarbeit.

### 5.2.1 Kontaktdaten

Name: Fabio Calicchio  
Funktion: Leiter Instandhaltung Betriebsgebäude  
Funktion DA: Fachexperte  
Adresse: Baselland Transport AG  
Grenzweg 1  
4104 Oberwil  
E-Mail: [fabio.calicchio@blt.ch](mailto:fabio.calicchio@blt.ch)  
Tel. +41 61 406 11 58

Name: Patrick Zeller  
Funktion: Leiter Anlagenmanagement  
Funktion DA: Auftraggeber  
Adresse: Baselland Transport AG  
Grenzweg 1  
4104 Oberwil  
E-Mail: [patrick.zeller@blt.ch](mailto:patrick.zeller@blt.ch)  
Tel. +41 61 406 11 51

## 6 Vorstudie

### 6.1 Problemstellung

Aus der Analyse der Ausgangslage lässt sich folgende Problemstellung ableiten: Die BLT AG bewirtschaftet rund 120 Technikgebäude für sensible elektronische Anlagen, welche in einem Temperaturbereich zwischen 20°C und 30°C gehalten werden müssen. Da die Technikgebäude entlang der Bahnlinie stehen und den Umwelteinflüssen ausgeliefert sind, müssen die Innenräume im Sommer klimatisiert und im Winter geheizt werden, um den Temperaturbereich einhalten zu können. Energetisch gesehen sind die Technikgebäude auf keinem guten Stand, es sind meist einfache Betongebäude ohne jegliche Isolierung. Zudem kostet es hohe Betriebs- und Wartungskosten, den Temperaturbereich in den Technikgebäuden einzuhalten.

### 6.2 System Engineering

In diesem Projekt soll, anhand von einem Beispiel - Gebäude, aufgezeigt werden; wieviel Verlustleistung durch dieses Technikgebäude entsteht. Um die hohe Anzahl an Technikgebäuden effizient zu analysieren, soll es in einem Tool einfach möglich sein, die Daten der Technikgebäude einzugeben und die daraus resultierenden Energiekosten und Energieverluste herauszulesen. Weiter sollen Vorschläge zur Verbesserung der Energieeffizienz in den Technikgebäuden gemacht werden. Dies soll als Grundlage für die energetische Sanierung der Technikgebäude verwendet werden können. Diese Diplomarbeit soll sich in erster Linie der Analyse der Technikgebäude widmen (Teilsystem 1) und grenzt sich von den baulichen Massnahmen ab. Zudem sollen Vorschläge für die energetische Verbesserung gemacht und bewertet werden (Teilsystem 2). Folgende Abbildung zeigt das Gesamtsystem auf und verdeutlicht die Abgrenzungen dieser Arbeit.

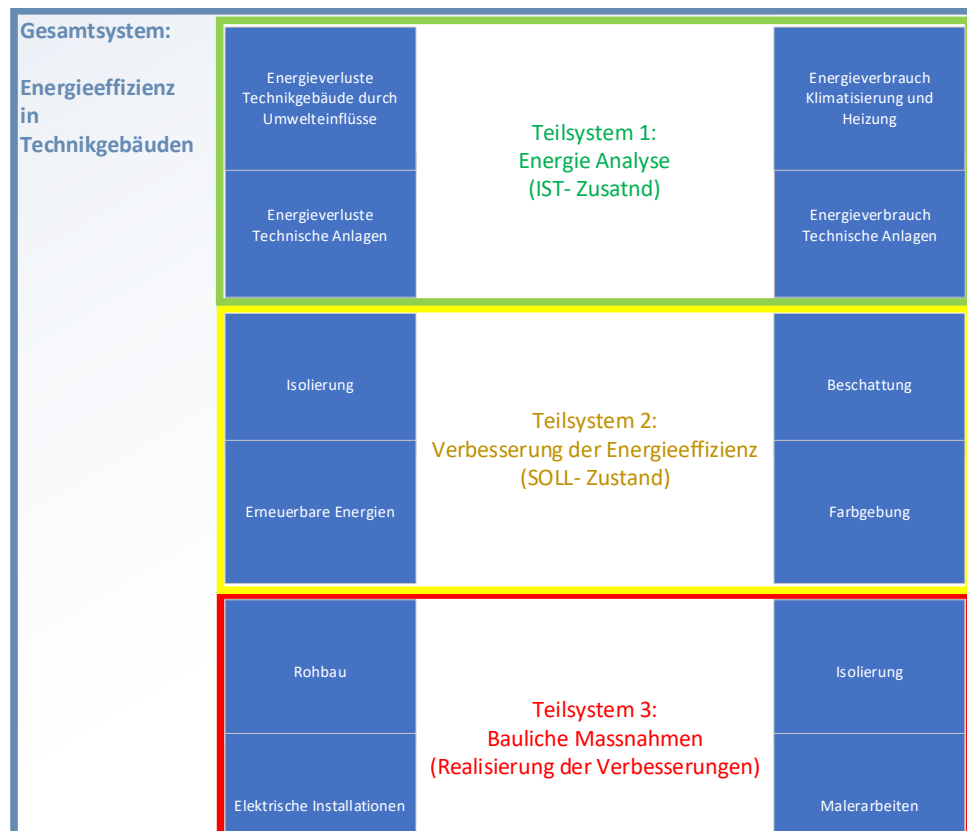


Abbildung 1 System Engineering

### 6.3 Restriktionen

- In dieser Diplomarbeit müssen die Wärmeverluste eines Technikgebäudes aufgezeigt werden.
- Es müssen die Wärmeverluste der Anlagen im Technikgebäude aufgezeigt werden.
- Die Verlustkosten müssen aufgezeigt werden.
- Die Wärmeeinstrahlung der Sonne und die daraus resultierenden Energien müssen aufgezeigt werden.
- Alle Verluste müssen in einem Tool einfach aufgezeigt werden, sodass die Analyse für die rund 120 Technikgebäude effizient vonstattengeht.

### 6.4 Rahmenbedingungen

- In der Diplomarbeit sollen Verbesserungsvorschläge gemacht werden, um Energieverluste zu minimieren.
- Es sollen Vorschläge zur Effizienzsteigerung gemacht werden, durch Einsatz von erneuerbaren Energien.
- Die Investitionskosten und der Break-Even-Punkt der Verbesserungsvorschläge sollen aufgezeigt werden.
- Die Einsparungen der Klimatisierung und Heizung durch die Verbesserungsmassnahmen sollen aufgezeigt werden.
- Die Hilfsmittel dieser Diplomarbeit sollen auch zukünftig für die Technikgebäude der BLT AG angewendet werden können.

### 6.5 Ansprechgruppen

Nachfolgend werden die relevanten Ansprechgruppen aufgeführt:

**Auftraggeber:**

Patrick Zeller, Leiter Anlagenmanagement und Chef von Michel Laub.

Er ist zufrieden, wenn:

- sich jemand der Thematik Energieeffizienz in den Technikgebäuden annimmt.
- es eine einfache Methode zur Analyse der Energieverluste gibt.
- aus einem Best - Practice Katalog jeweils entsprechende Verbesserungsmassnahmen gewählt werden können.
- der Energieverbrauch durch Heizen und Kühlen minimiert werden kann.
- sich die Betriebskosten der Technikgebäude senken.
- die Technikgebäude ökologischer betrieben werden können.

### **Projektleiter:**

Michel Laub, operativer Anlagenmanager elektrische Anlagen.

Er ist zufrieden, wenn:

- die Diplomarbeit ein Erfolg wird.
- das Projekt, nach Abschluss der Diplomarbeit, weiterverfolgt wird.
- alle Technikgebäude der BLT AG energetisch auf einem guten Stand sind.
- die Technikgebäude ökologischer betrieben werden können.

### **Fachexperte:**

Fabio Calicchio, Leiter Instandhaltung Betriebsgebäude:

Er wird dann zufrieden sein, wenn:

- die vorgeschlagenen Lösungen praxistauglich und umsetzbar sind.
- die Ergebnisse der Diplomarbeit klare, umsetzbare Massnahmen für die Verbesserung der Technikgebäude liefern.
- das Pflichtenheft die Anforderungen realistisch abbildet.
- er frühzeitig in den Entscheidungsprozess eingebunden wird.

### **Erweitertes Team:**

Team Instandhaltung elektrische Anlagen (EL-Team)

Sie werden Michel Laub in technischen Arbeiten unterstützen, sei es bei Messungen, Installationen etc. Das EL-Team ist für die Instandhaltung aller technischen Anlagen in den Technikgebäuden zuständig und somit die Hauptbenutzer der Technikgebäude.

Sie sind zufrieden, wenn:

- mit einfachen Mitteln die klimatisch vorgeschriebenen Bereiche eingehalten werden können.
- Synergien daraus entstehen, zum Beispiel, wenn durch die Umsetzung der Massnahmen die Klimageräte und Heizungen weniger Betriebsstunden leisten müssen und es dadurch zu weniger Wartungsaufwand kommt.

## **6.5.1 Einfluss und Interesse**

Patrick Zeller entscheidet über Go oder No-Go in diesem Projekt und muss daher zufriedengestellt sein. Sein Einfluss und sein Interesse sind sehr hoch. Er muss regelmässig auf dem Laufenden gehalten werden und bestimmt über den Projektverlauf. Ein regelmässiger Austausch, um abzugleichen ob wir in die richtige Richtung gehen und die Arbeit auch seinen Vorstellungen entspricht, ist zwingend.

Fabio Calicchio wird mit seinem Fachwissen über Hoch- und Tiefbauten Michel Laub bei seinem Vorhaben unterstützen. Er wird die Diplomarbeit bewerten und ist für die Freigabe des Pflichtenhefts verantwortlich. Sein Interesse als Leiter Instandhaltung Betriebsgebäude liegt darin, praktikable und effiziente Lösungen zu finden, die sowohl die Betriebskosten senken als auch die Umweltfreundlichkeit der Technikgebäude verbessern.

Das EL Team kann beigezogen werden, wenn es um die Umsetzung technischer Arbeiten geht.

Der Einfluss und das Interesse des Projektleiters sind sehr hoch. Die Idee und der Gedanke dahinter kamen von mir selbst und nun darf ich dieses Projekt führen und lenken. Mein Engagement ist ausschlaggebend für die ökologische Zukunft der Technikgebäude.

## 7 Grobkonzept

### 7.1 Projektziel

Aus der Analyse der Ausgangslage und der Bedürfnisse der Anspruchsgruppen wurde das Projekthauptziel bestimmt: **«Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude, aufzeigen der bestehenden Energieverluste und Berechnung der entstehenden Verlustkosten.»**. Das ganze Projekt ist in erster Linie auf dieses Ziel gerichtet, die Erfüllung dessen bestimmt den Erfolg des Projektes.

#### 7.1.1 Endergebnis und Erfolgskriterien

Aus dem Hauptziel wurden konkrete Endergebnisse und Erfolgskriterien erstellt, welche in folgender Tabelle ersichtlich sind.

*Tabelle 1 Endergebnis / Erfolgskriterien*

Endergebnis	Erfolgskriterien
<p><b>Detaillierte Analyse der Energieverluste der Technikgebäude:</b> Ein umfassender Bericht, der die aktuellen Energieverluste in den Technikgebäuden dokumentiert, liegt vor.</p>	Der Bericht deckt alle relevanten Energieverluste auf und stellt diese transparent dar.
<p><b>Energieverlust- und Verlustkostenrechnung:</b> Ein Tool (z.B. Excel oder Ähnliches), das die Energieverluste und Verlustkosten der Technikgebäude berechnet, wurde erstellt. Das Tool ermöglicht die Eingabe spezifischer Gebäudedaten und liefert automatisiert Berechnungen.</p>	Das Tool ist benutzerfreundlich und ermöglicht eine einfache und schnelle Berechnung der Energieverluste und Verlustkosten für alle 120 Technikgebäude.
<p><b>Verbesserungsvorschläge:</b> Ein Katalog von Verbesserungsvorschlägen, die detaillierte Massnahmen zur Reduktion der Energieverluste enthalten, inklusive einer Priorisierung der Massnahmen basierend auf Kosten-Nutzen-Analysen, wurde erstellt.</p>	Die Verbesserungsvorschläge sind praktikabel, wirtschaftlich und führen nachweislich zu einer Reduktion der Energieverluste.
<p><b>Investitionskosten und Break-even-Analyse:</b> Die Investitionskosten für die vorgeschlagenen Massnahmen wurden aufgelistet und der Break-even-Punkt jeder Massnahme berechnet.</p>	Die Auflistung zeigt klar, welche Massnahmen wirtschaftlich sinnvoll sind und wie lange es dauert, bis sich die Investitionen amortisieren.
<p><b>Einsparung bei Klimatisierung und Heizung:</b> Ein Bericht, der die potenzielle Energieeinsparungen und Kostensenkungen durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen quantifiziert, liegt vor.</p>	Der Bericht stellt realistische Einsparpotenziale dar und unterstützt die Entscheidungsträger bei der Priorisierung der Massnahmen.
<p><b>Langfristige Anwendbarkeit:</b> Die Diplomarbeit dient als Dokumentation und Schulungsunterlagen, die die entwickelten Werkzeuge und Methoden erläutern und deren langfristige Anwendung sicherstellen.</p>	Die Dokumentation ist umfassend und verständlich, und Schulungen werden durchgeführt, um die langfristige Nutzung zu gewährleisten.

Durch die Erreichung dieser konkreten Endergebnisse wird sichergestellt, dass das Projekt die Energieeffizienz der Technikgebäude der BLT AG nachhaltig verbessert, die Betriebskosten senkt und die ökologischen Auswirkungen minimiert.

### 7.1.2 Zielkatalog

Aus dem Hauptziel und den Endergebnissen wurden die weiteren Teilziele bestimmt. Diese sollen helfen, die Messbarkeit und relevanten Bedingungen zu verdeutlichen. Es wird unterschieden zwischen Muss- und Kann- Zielen. Die Muss-Ziele werden von den Restriktionen bestimmt und müssen erfüllt werden, damit das Projekt Erfolg hat.

Tabelle 2 Zielkatalog

Zielklasse	Ziel	Rahmenbedingung	Restriktion	Priorität
Funktionalität:	Wärmeverluste eines Technikgebäude aufzeigen	-	Ja	Muss
	Wärmeverluste der Anlagen im Technikgebäude aufzeigen	-	Ja	Muss
	Wärmeeinstrahlung der Sonne aufzeigen	-	Ja	Muss
	Verbesserungsvorschläge zur Minimierung der Energieverluste	Ja	-	Kann
	Vorschläge zur Effizienzsteigerung durch erneuerbare Energien	Ja	-	Kann
Finanzziele:	Verlustkosten aufzeigen	-	Ja	Muss
	Investionskosten und Break- even der Verbesserungsvorschläge	Ja	-	Kann
	Einsparung von Heizen und Klimatisieren aufzeigen	Ja	-	Kann
Vorgehensziele:	Analyse Tool für die einfache Aufnahme des IST- Zustandes	-	Ja	Muss
	Anwendbar auf zukünftige Technikgebäude der BLT AG	Ja	-	Kann

### 7.1.3 Zielbeziehungsmatrix

Mit Hilfe der Zielbeziehungsmatrix wird der Einfluss der verschiedenen Ziele untereinander deutlich gemacht. Muss-Ziele, die im Konflikt stehen würden, müssten entfernt werden.

Tabelle 3 Zielbeziehungsmatrix

Ziele	Zielnummerierung	Zielformulierung	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
Muss	Z1	Wärmeverluste eines Technikgebäude aufzeigen		u	u	u	u	u	a	a	u	a
	Z2	Wärmeverluste der Anlagen im Technikgebäude aufzeigen	u		a	u	u	u	a	a	u	a
	Z3	Wärmeeinstrahlung der Sonne aufzeigen	u	a		u	u	u	u	a	u	a
	Z4	Verlustkosten aufzeigen	u	u	u		u	a	a	u	u	a
	Z5	Analyse Tool für die einfache Aufnahme des IST- Zustandes	u	u	u	u		u	u	u	u	u
Kann	Z6	Verbesserungsvorschläge zur Minimierung der Energieverluste	u	u	u	a	u		u	u	u	a
	Z7	Vorschläge zur Effizienzsteigerung durch erneuerbare Energien	a	a	u	a	u	u		u	u	a
	Z8	Investionskosten und Break- even der Verbesserungsvorschläge	a	a	a	u	u	u	u		a	a
	Z9	Einsparung von Heizen und Klimatisieren aufzeigen	u	u	u	u	u	u	u	a		a
	Z10	Anwendbar auf zukünftige Technikgebäude der BLT AG	a	a	a	a	u	a	a	a	a	

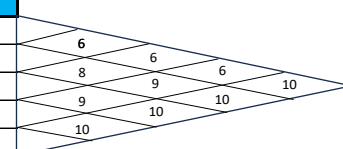
Legende: a = ist autonom gegenüber | k = steht in Konflikt mit | u = unterstützt

### 7.1.4 Präferenzmatrix

Durch die Präferenzmatrix werden die Kann-Ziele priorisiert. Alle Ziele werden miteinander verglichen und anschliessend entschieden, welches Ziel mehr Bedeutung hat. Danach wird anhand der Nennungen der Ziele die Gewichtung berechnet und folglich den Rang bewertet. Daraus ergibt sich nachfolgende Tabelle, die helfen sollte zu entscheiden, welche Ziele Vorrang haben.

Tabelle 4 Präferenzmatrix

Gewichtung	Rang	Nennungen	Nr.	Ziele
30%	2	3	Z6	Verbesserungsvorschläge zur Minimierung der Energieverluste
0%	5	0	Z7	Vorschläge zur Effizienzsteigerung durch erneuerbare Energien
10%	4	1	Z8	Investionskosten und Break- even der Verbesserungsvorschläge
20%	3	2	Z9	Einsparung von Heizen und Klimatisieren aufzeigen
40%	1	4	Z10	Anwendbar auf zukünftige Technikgebäude der BLT AG



## 7.1.5 Zielkategorisierung

Tabelle 5 Zielkategorisierung

<b>Systemziele</b>	<b>Muss- Ziele</b>	<b>Funktionalität:</b>	Wärmeverluste eines Technikgebäude aufzeigen
			Wärmeverluste der Anlagen im Technikgebäude aufzeigen
			Wärmeeinstrahlung der Sonne aufzeigen
		<b>Finanzziel:</b>	Verlustkosten aufzeigen
		<b>Vorgehensziel:</b>	Analyse Tool für die einfache Aufnahme des IST- Zustandes
	<b>Kann- Ziele</b>	<b>Funktionalität:</b>	Verbesserungsvorschläge zur Minimierung der Energieverluste
			Vorschläge zur Effizienzsteigerung durch erneuerbare Energien
		<b>Finanzziel:</b>	Investitionskosten und Break- even der Verbesserungsvorschläge
			Einsparung von Heizen und Klimatisieren aufzeigen
	<b>Vorgehensziel:</b>	Anwendbar auf zukünftige Technikgebäude der BLT AG	

## 7.2 Projektablauf

Der nachfolgende Projektstrukturplan soll die Vorgehenssystematik in diesem Projekt einfach und verständlich aufzeigen.

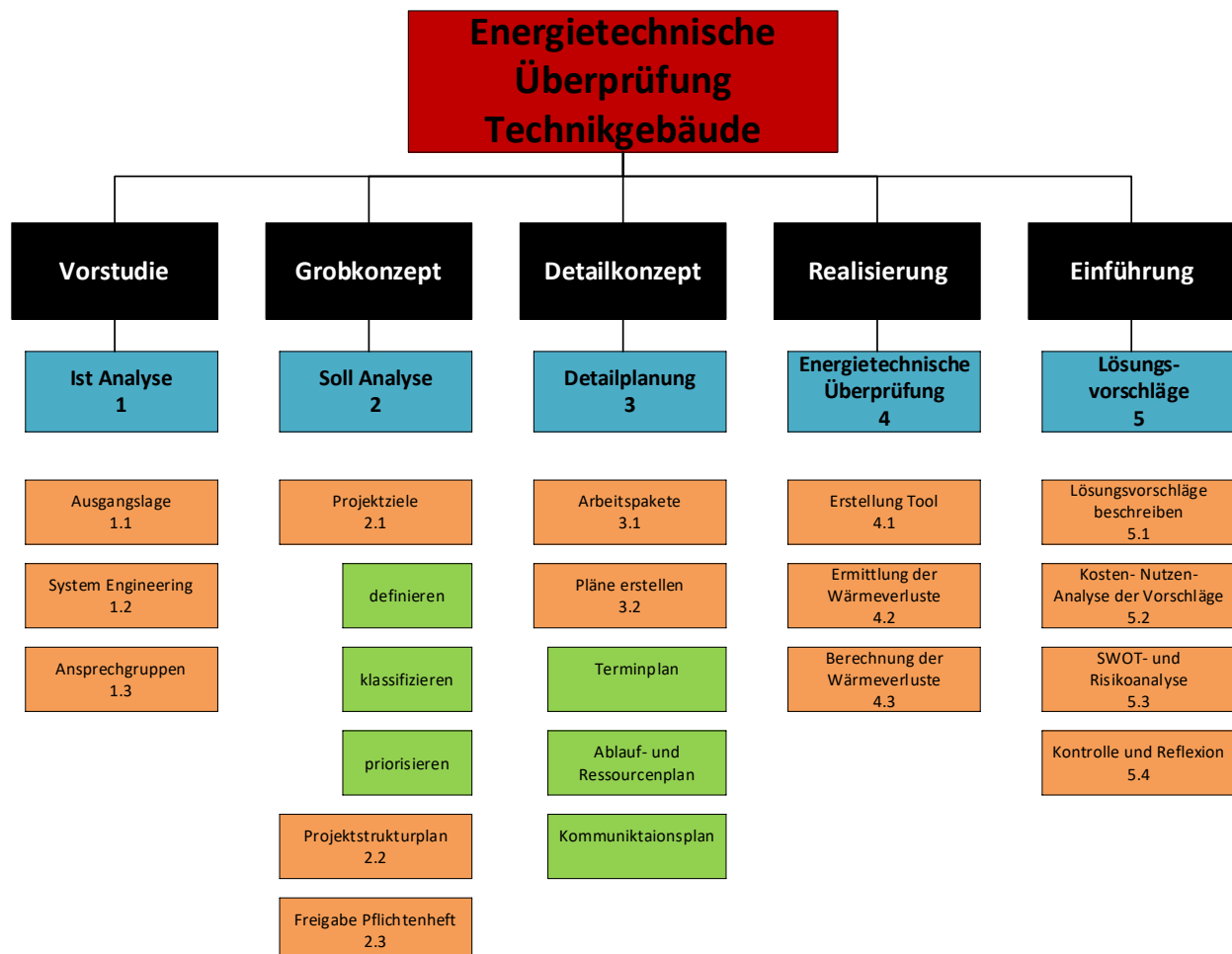




Abbildung 2 Projektstrukturplan

### 7.3 Projektauftrag



<b>Projekttitlel</b>	<b>Energetische Überprüfung der Technikgebäude der Baselland Transport AG</b>		
<b>Projektauftraggeber</b>	Patrick Zeller, Leiter Anlagenmanagement, Baselland Transport AG		
<b>Projektleiter</b>	Michel Laub, operativer Anlagenmanager, Baselland Transport AG		
<b>Projektdate</b>			
<b>Start:</b>	09.09.2024	<b>Ende:</b>	04.11.2024
<b>Projektbeschreibung</b>			
<b>Ausgangslage / Projektbegründung:</b>	<p>Die BLT AG zählt rund 120 Technikgebäude verschiedenster Bauweisen, in denen sensible elektronische Anlagen wie Stellwerke oder Bahnübergangssteuerungen untergebracht sind. Die Elektronik in den Anlagen fühlen sich in einem Temperaturbereich von 20°C – 30°C am wohlsten. Daher werden die Technikgebäude im Winter beheizt und im Sommer klimatisiert. Die Technikgebäude sind zum Grossteil einfache Gebäude, welche energetisch noch nie unter die Lupe genommen wurden. Sie stehen meist frei im Gelände und sind dadurch den Umwelteinflüssen vollständig ausgeliefert.</p> <p>Diese Diplomarbeit (DA) soll eine energetische Verbesserung in den Technikgebäuden der BLT AG anstreben, unter Berücksichtigung der Energieverluste und geeigneten Verbesserungsmaßnahmen.</p>		
<b>Sinn und Zweck / Nutzen:</b>	<p>Diese DA dient dazu, die BLT AG bei der Verbesserung ihrer Energieeffizienz und der Reduzierung ihres ökologischen Fussabdrucks zu unterstützen, während gleichzeitig die Betriebskosten gesenkt und die Betriebsbedingungen für die empfindliche Technik optimiert werden.</p>		
<b>Projektrichtziel:</b>	<p>Energetische Überprüfung der Technikgebäude, aufzeigen der bestehenden Energieverluste und Berechnung der entstehenden Verlustkosten</p>		
<b>Endergebnisse und Erfolgskriterien</b>			
Siehe Pflichtenheft, <a href="#">Kapitel 4.2</a>			

<b>Zielgenehmigung</b>	Die Ziele werden bewilligt:	
	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Ja</b> <input type="checkbox"/> <b>Nein</b>	
	Begründung:	
	Ort, Datum: Oberwil, 15.08.2024	Unterschrift Auftraggeber: 
	Ort, Datum: Oberwil, 15.08.2024	Unterschrift Fachexperte: 
	Ort, Datum: _____	Unterschrift Diplomelehrer: _____

Projekttyp	
<input type="checkbox"/> Routineprojekt <input type="checkbox"/> komplexes Standardprojekt <input type="checkbox"/> Potenzial- / Innovationsprojekt <input checked="" type="checkbox"/> Pionierprojekt	<b>Begründung:</b> Das Projekt kann als Pionierprojekt eingestuft werden, da es die Technikgebäude der BLT AG erstmalig umfassend energetisch untersucht und Verbesserungen vorschlägt. Bei der BLT AG gibt es keine vorangegangenen Projekte dieser Art, wodurch das Projekt Neuland betritt und innovative Lösungen zur Energieeffizienz entwickelt.

Projektorganisation		
<b>Organisationstyp: Reine Projektinstitution</b>		
<b>Projektmitarbeiter</b>	<b>Name / Vorname / OE</b> Michel Laub; Projektleiter Fabio Calicchio; Fachexperte Team Instandhaltung elektrische Anlagen; Technische Unterstützung in der Umsetzung.	<b>Stellenprozent für Projekt</b> 10%
<b>Steering Committee</b>	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein	
<b>Sonstige Beteiligte</b>		

Projektplanung
----------------

<b>Projektphasen</b>	1. Vorprojekt 2. Grobplanung 3. Detailplanung 4. Realisierung 5. Einführung
<b>Projektentscheid</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Das Projekt wird bewilligt. <input type="checkbox"/> Das Projekt wird abgelehnt. Begründung:          Ort, Datum: Oberwil, 15.08.2024      Unterschrift Auftraggeber:           Ort, Datum: Oberwil, 15.8.2024      Unterschrift Fachexperte: 

## 7.4 Zielscheibe

**Richtziel: Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude, aufzeigen der bestehenden Energieverluste und Berechnung der entstehenden Verlustkosten.**

1. Detaillierte Analyse der Energieverluste der Technikgebäude:
2. Tool für Energieverlust- und Verlustkostenrechnung
3. Verbesserungsvorschläge
4. Investitionskosten und Break-even-Analyse
5. Langfristige Anwendbarkeit

– Baselland Transport AG

Endergebnisse  
Sinn und Zweck

Kunde  
Erfolgskriterien

- Diese DA dient dazu, die BLT AG bei der Verbesserung ihrer Energieeffizienz von den Technikgebäuden und der Reduzierung ihres ökologischen Fussabdrucks zu unterstützen, während gleichzeitig die Betriebskosten der Technikgebäude gesenkt und die Betriebsbedingungen für die empfindliche Technik optimiert werden.

1. Der Bericht deckt alle relevanten Energieverluste auf und stellt diese transparent dar.
2. Das Tool ist benutzerfreundlich und ermöglicht eine einfache und schnelle Berechnung der Energieverluste und Verlustkosten für alle 120 Technikgebäude.
3. Die Verbesserungsvorschläge sind praktikabel, wirtschaftlich und führen nachweislich zu einer Reduktion der Energieverluste.
4. Die Auflistung zeigt klar, welche Massnahmen wirtschaftlich sinnvoll sind und wie lange es dauert, bis sich die Investitionen amortisieren.
5. Der Bericht stellt realistische Einsparpotenziale dar und unterstützt die Entscheidungsträger bei der Priorisierung der Massnahmen.
6. Die Dokumentation ist umfassend und verständlich, und Schulungen werden durchgeführt, um die langfristige Nutzung zu gewährleisten.

Abbildung 3 Zielscheibe

## 8 Detailplanung

### 8.1 Vorgehensmodell

Diese Diplomarbeit richtet sich nach dem 4-Phasen-Modell des Projektmanagements. Dieses Modell wurde gewählt, weil es eine klare und strukturierte Herangehensweise bietet, die den gesamten Lebenszyklus eines Projekts abdeckt. Durch die Unterteilung in die Phasen Vorstudie, Planung, Realisierung und Einführung wird sichergestellt, dass alle wichtigen Aspekte des Projekts systematisch und effizient bearbeitet werden. Diese Methodik ermöglicht es, Risiken frühzeitig zu erkennen und zu minimieren, Ressourcen optimal zu nutzen und die Projektziele erfolgreich zu erreichen.

### 8.2 Arbeitspakete

Die Arbeitspakete dieser Diplomarbeit wurden anhand des Projektstrukturplans (PSP) erstellt, um eine klare und systematische Vorgehensweise zu gewährleisten. Der PSP dient als Grundlage für die detaillierte Planung und Umsetzung der einzelnen Arbeitspakete, die verschiedene Aspekte des Projekts abdecken. Sie decken die Einzelschritte der Hauptkategorien Vorstudie, Planung, Realisierung und Einführung ab und umfassen unter anderem die Ausgangslage, Ziele, Ergebnisse, Ressourcen und Schnittstellen der jeweiligen Arbeitspakete. Die einzelnen Arbeitspakete können dem Anhang entnommen werden, um einen umfassenden Überblick über die geplanten und durchgeführten Arbeiten zu erhalten.

[A1 Arbeitspakete](#)

### 8.3 Projektablaufplanung / Terminplan

Der Projektablaufplan (PAP) wurde auf Basis des Projektstrukturplans (PSP) erstellt. Die im vorherigen Kapitel definierten Arbeitspakete wurden in eine logische Reihenfolge gebracht und zeitlich geplant. Diese Darstellung erfolgt in Form eines Balkendiagramms. Für jedes Arbeitspaket wurden der Zeitaufwand, die Verantwortlichkeit, der Ressourcenaufwand und weitere relevante Faktoren abgeschätzt und visualisiert. Nach dem Abschluss jeder Projektphase wurde ein Meilenstein definiert. Dieser Meilenstein markierte das Ende einer wichtigen Phase und den Übergang zur nächsten. Die Meilensteine dienten als Kontrollpunkte im Projektverlauf. Sie ermöglichten es, den Fortschritt des Projekts zu überwachen und sicherzustellen, dass es im geplanten Zeitrahmen blieb. Bei jedem Meilenstein wurden die Ergebnisse überprüft und bewertet, um sicherzustellen, dass die Projektziele erreicht wurden und die Qualität der Arbeit den Anforderungen entsprach.

Der detaillierte Projektablaufplan ist im Anhang dieser Diplomarbeit zu finden.

[A2 Termin- Ablaufplan](#)

## 8.4 Kommunikationsplanung

Der Kommunikationsplan wurde auf Basis der Informationen aus den Kapiteln «Ansprechgruppen» und «Einfluss und Interesse» erstellt. Diese Kapitel bieten eine detaillierte Analyse der relevanten Interessensgruppen und deren Einfluss sowie Interesse am Projekt. Dadurch konnte ein effektiver Kommunikationsplan entwickelt werden, der sicherstellt, dass alle Beteiligten regelmässig und angemessen informiert werden.

### 1. Patrick Zeller (Entscheidungsträger)

- **Einfluss und Interesse:** Sehr hoch
- **Kommunikationsbedarf:** Regelmässige Updates und Abstimmungen
- **Kommunikationskanäle:** E-Mail, persönliche Meetings, Telefonate, Teams Kanal
- **Frequenz:** Wöchentlich
- **Inhalt:** Projektfortschritt, wichtige Entscheidungen, Abgleich der Projektziele und -ergebnisse
- **Verantwortlichkeit:** Projektleiter

### 2. Fabio Calicchio (Fachberater und Gutachter)

- **Einfluss und Interesse:** Hoch
- **Kommunikationsbedarf:** Fachliche Unterstützung und Bewertung
- **Kommunikationskanäle:** E-Mail, persönliche Meetings, Telefonate, Gespräche
- **Frequenz:** Bei Bedarf
- **Inhalt:** Technische Details, Fortschritt des Pflichtenhefts, Bewertung der Arbeitspakete
- **Verantwortlichkeit:** Projektleiter

### 3. EL Team (Technische Umsetzung)

- **Einfluss und Interesse:** Mittel
- **Kommunikationsbedarf:** Unterstützung bei technischen Arbeiten
- **Kommunikationskanäle:** E-Mail, persönliche Meetings, Telefonate, Teams- Aufgaben
- **Frequenz:** Bei Bedarf
- **Inhalt:** Technische Anforderungen, Umsetzungsdetails, Zeitpläne
- **Verantwortlichkeit:** Projektleiter

Dieser Kommunikationsplan stellt sicher, dass alle relevanten Stakeholder regelmässig informiert und in den Projektverlauf eingebunden werden. So wird gewährleistet, dass das Projekt in die richtige Richtung geht und die Arbeit den Vorstellungen aller Beteiligten entspricht.

## 9 Projektrealisierung

Nach einer gründlichen Analyse der Ziele und Bedürfnisse in den Phasen Vorstudie, Grob- und Detailkonzept, sind wir nun bereit, in die Phase der Projektrealisierung überzugehen. Zum Start der Realisierung wurden mittels Mindmap nochmals alle Aspekte des vorliegenden Projekts zusammengetragen.

### 9.1 Mindmap

Im Mindmap werden alle Informationen strukturiert visualisiert. Diese Methode eignet sich hervorragend für die Planung und Problemlösung im Projekt. Im Mindmap können Ideen frei fließen und neue Verbindungen entdeckt werden. Sie bieten eine klare und übersichtliche Darstellung komplexer Zusammenhänge und fördern das kreative Denken.

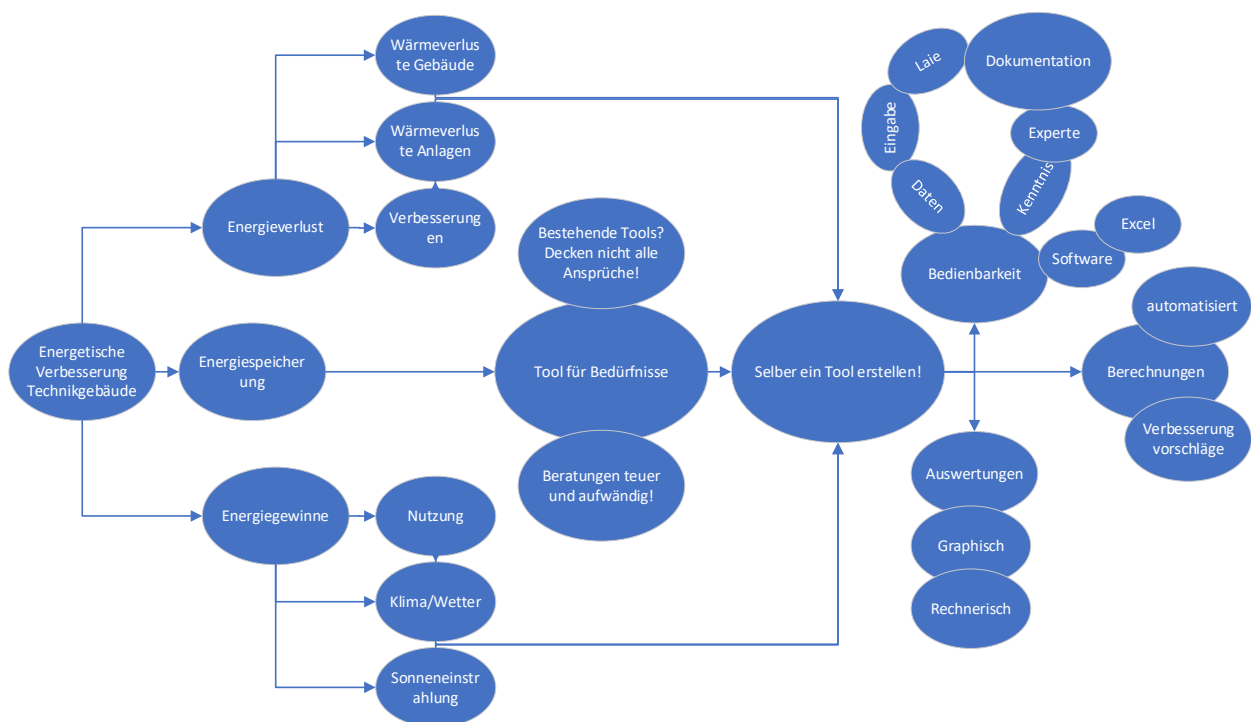


Abbildung 4 Mindmap

#### 9.1.1 Analyse

Aus der Analyse der Mindmap und unter Berücksichtigung der in den Kapiteln Vorstudie, Grob- und Detailplanung festgelegten Ziele und Bedürfnisse wurde ersichtlich, dass diese Anforderungen in einem Tool erfüllt werden können. Da bestehende ähnliche Tools nicht alle Bedürfnisse dieses Projekts abdecken und die festgelegten Ziele durch Fachexperten zu erreichen zu teuer und aufwändig sind, wurde beschlossen, ein eigenes Tool zu entwickeln. Dieses Tool sollte dabei möglichst einfach anwendbar sein. Daher fiel die Entscheidung, es in einer allgemein bekannten Software zu erstellen – Excel.

Es wurde darauf geachtet, dass die Eingabe der Daten und die erforderliche Fachkenntnis berücksichtigt werden. Bei der Dateneingabe ist sicherzustellen, dass auch Laien diese Daten eingeben können und keine speziellen Kenntnisse in Excel erforderlich sind. Das Benutzerinterface muss einfach und übersichtlich sein und sollte keine Fehleingaben durch den Benutzer zulassen.

Da die Berechnungen eine Vielzahl an Daten voraussetzen, ist hierbei einige Fachkenntnis in Materialkunde und Gebäudebau nötig. Diese Daten können durch einen Fachexperten erlangt oder aus der Gebäudedokumentation entnommen werden.

Das Tool soll ebenfalls für Auswertungen des Ist-Zustands des Gebäudes genutzt werden. Diese sollen rechnerisch nachvollziehbar und grafisch aufbereitet sein. Bei den Auswertungen sollen die Verlustkosten pro Jahr ersichtlich sein und wie diese zustande kommen.

Des Weiteren sollen in diesem Tool gleich Verbesserungsmassnahmen vorgeschlagen werden können. Kosten und Nutzen der Massnahmen sollen rechnerisch nachvollziehbar aufgezeigt und ebenfalls grafisch aufbereitet werden. Dabei soll beachtet werden, dass Standardmassnahmen vorgegeben sind, jedoch die Auswahl manuell eingegeben werden kann.

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Erstellung des Tools genauer erläutert.

## 9.2 Erstellung von «Diplomtool Energie und Umwelt»

Um die Energie durch die Wärmeverluste und die Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung eines Technikgebäudes zu berechnen, ist ein gewisses Grundwissen erforderlich. Man muss einige grundlegende Formeln kennen und bestimmte Basisdaten zur Verfügung haben.

Zu den wichtigen Formeln gehören unter anderem die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert), der die Wärmeleitfähigkeit eines Materials beschreibt. Diese Formel hilft dabei, die Menge an Wärme zu bestimmen, die durch die Gebäudehülle verloren geht oder gewonnen wird. Ein niedriger U-Wert zeigt an, dass das Bauteil gut isoliert ist und wenig Wärme durchlässt. Dies ist ideal für energieeffiziente Gebäude

Die Formel zur Berechnung der Wärmeverluste sieht folgendermassen aus:

**Wärmeverluste  $Q_v$  = Wärmedurchgangskoeffizient  $U$  \* Fläche  $A$  \* Temperaturdifferenz  $T_\Delta$**

$$Q_v = U * A * T_\Delta$$

Der U- Wert ist der Kehrwert des Wärmedurchlasswiderstands R, welcher sich folgendermassen berechnen lässt.

$$R_{Gesamt} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_{se}$$

$R_{si}$  und  $R_{se}$  sind die Wärmeübergangswiderstände, die den Wärmetransport von der Raum- bzw. Aussenluft auf die Wand beschreiben. In den meisten Fällen kann der innere Wärmeübergangswiderstand  $R_{si} = 0.13\text{m}^2\text{K/W}$  gesetzt werden. Für den äusseren Wärmeübergangswiderstand rechnet man mit  $R_{se} = 0.04\text{m}^2\text{K/W}$  für den direkten Übergang Wand- Aussenluft.

$R_1, R_2$  etc. sind die Wärmedurchlasswiderstände der einzelnen Bauteilschichten und lassen sich anhand der **Schichtdicke**  $d$  in Metern und der **Wärmeleitfähigkeit Lambda**  $\lambda$  des Baustoffes wie folgt berechnen:

$$R_{\#} = d / \lambda$$

Nun haben wir das benötigte Grundwissen, um den U- Wert berechnen zu können.

$$U = 1 / R_{Gesamt}$$

Um die Energie durch Sonneneinstrahlung zu berechnen, verwendet man die folgende Formel:

$$E = A * I * t$$

Wobei (**I**) für die Intensität der Sonneneinstrahlung in Watt pro Quadratmeter [W/m<sup>2</sup>] steht. Für die Berechnung der Fläche ist entscheidend, in welche Himmelsrichtung sie ausgerichtet ist. Südlich gerichtete Fassaden erhalten die volle Sonnenenergie, während westlich und östlich gerichtete Fassaden nur etwa 50% der Sonnenenergie abbekommen. Nördlich gerichtete Fassaden können sogar vernachlässigt werden.

Ebenfalls wichtig ist, ob das Gebäude beschattet wird oder nicht. Beschattete Fassaden erhalten nur etwa 50% der Sonnenenergie.

Diese Faktoren sind entscheidend für die genaue Berechnung der Energiegewinne durch Sonneneinstrahlung und sollten bei der Planung und Optimierung von Gebäuden berücksichtigt werden.

### 9.2.1 Eingabemaske Gebäudehülle

Aus dem vorherigen Kapitel können wir entnehmen, dass wir einige Angaben in folgenden Kategorien durch Eingabe des Benutzers erhalten müssen:

- Fassadenflächen (Wände, Dach, Boden, Fenster, Türen)
- Material und Beschaffenheit Fassaden (Wände, Dach, Boden, Fenster, Türen)
- Ausrichtung Fassaden (Wände, Dach)

Die Eingabemaske ist somit in folgende Kapitel unterteilt:

Tabelle 6 Eingabemaske

Wände		
Wieviele Aussenwände hat Ihr Objekt? Exklusive Dach und Boden.		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Aus wievielen Schichten unterschiedlichem Material bestehen die Wände?		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Dach		
Was hat das dach für eine Form?		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Aus wievielen Schichten unterschiedlichem Material besteht das Dach?		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Boden		
Geben Sie die Masse der Bodenfläche an.		
Länge [cm]	Breite [cm]	Fläche [m <sup>2</sup> ]
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	0
Aus wievielen Schichten unterschiedlichem Material besteht der Boden?		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Fenster		
Wieviele Fenster hat Ihr Objekt?		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Türen		
Wieviele Türen hat Ihr Objekt?		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Lage des Gebäudes		
Ist Ihr Gebäude Beschattet oder liegt zum teil im Schatten?		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Was ist die aktuelle Aussentemperatur?		
Temperatur [°C]		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		

Der Einstieg in die Kategorien ist jeweils eine Frage, die entsprechenden Eingabemasken sind immer gleich markiert (blau, umrandet) wie es im dargestellten Bild ersichtlich ist. Der Einstieg wurde bewusst klein und schlicht gehalten. Wenn man eine Frage beantwortet, erscheinen die entsprechenden Folgefragen (Zeilen) automatisch.

Tabelle 7 Eingabemaske Funktion

**Wände**

**Wieviele Aussenwände hat Ihr Objekt? Exklusive Dach und Boden.**

2

**Geben Sie die Masse Ihrer Wände und dessen Ausrichtung ein, inklusive Fenster und Türen ein**

Breite [cm]	Höhe [cm]	Ausrichtung	Fläche [m <sup>2</sup> ]
			0

**Geben Sie die Masse Ihrer Wände und dessen Ausrichtung ein, inklusive Fenster und Türen ein**

Breite [cm]	Höhe [cm]	Ausrichtung	Fläche [m <sup>2</sup> ]
			0

**Aus wievielen Schichten unterschiedlichem Material bestehen die Wände?**

--

Diese Funktion wurde mithilfe von VBA- (Visual Basic for Applications) Programmierung (Alt+F11) erstellt. Kurz erläutert, wird der eingegebene Wert überprüft und die entsprechenden Zeilen (Folgefragen) werden ein- oder ausgeblendet. Sind alle Eingabefelder leer, springt die Anwendung wieder zur Ausgangslage zurück. Zusätzlich wurde ein Reset-Button in VBA programmiert, der alle Eingaben löscht und die Maske in ihren Ursprungszustand zurückversetzt. Das nötige Wissen über VBA-Programmierung wurden durch Internetrecherche erlangt (Weissmann, 2024) (KI, 2024). Detailliertere Informationen zur Programmierung würden den Rahmen dieser Arbeit sprengen aber können bei Projektleiter Michel Laub eingeholt werden.

Tabelle 8 VBA-Programmierung

```

Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
    '1 Einblenden bei Auswahl Anzahl Wände
    ' Prüfen ob wir in Zeile A3 sind
    If Not Intersect(Target, Range("A3")) Is Nothing Then
        'Seiten bei Wertänderung einblenden
        Rows("4:32").EntireRow.Hidden = False

        'Wert prüfen in Zeile A3
        If Range("A3").Value = "" Then
            Rows("8:31").EntireRow.Hidden = True
        ElseIf Range("A3").Value = "1" Then
            Rows("8:31").EntireRow.Hidden = True
        ElseIf Range("A3").Value = "2" Then
            Rows("11:31").EntireRow.Hidden = True
        ElseIf Range("A3").Value = "3" Then
            Rows("14:31").EntireRow.Hidden = True
        ElseIf Range("A3").Value = "4" Then
            Rows("17:31").EntireRow.Hidden = True
        ElseIf Range("A3").Value = "5" Then
            Rows("20:31").EntireRow.Hidden = True
        ElseIf Range("A3").Value = "6" Then
            Rows("23:31").EntireRow.Hidden = True
        ElseIf Range("A3").Value = "7" Then
            Rows("26:31").EntireRow.Hidden = True
        ElseIf Range("A3").Value = "8" Then
            Rows("29:31").EntireRow.Hidden = True
        End If
    End If
    '1 Ende

    '2 Einblenden bei Auswahl Anzahl Schichten der Wände
    ' Prüfen ob wir in Zeile A34 sind
    If Not Intersect(Target, Range("A34")) Is Nothing Then
        'Seiten bei Wertänderung einblenden
        Rows("35:131").EntireRow.Hidden = False
    End If
End Sub
    
```

```

Sub Schaltfläche1_Klicken()
    Dim ws As Worksheet
    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Eingabe Gebäudehülle")

    Dim cellAddresses As Variant
    cellAddresses = Array("A3", "A34", "A134", "A148", "A215", "A272", "A336", "A393",
        "A7:C7", "A10:C10", "A13:C13", "A16:C16", "A19:C19", "A22:C22", "A25:C25", "A28:C28", "A31:C31",
        "A36:A44", "A46", "A48:A56", "A58", "A60:A68", "A70", "A72:A80", "A82", "A84:A92", "A94", "A96:A104", "A106", "A108:A1
        "A137:C137", "A140:C140", "A143:C143", "A146:C146",
        "A150:A156", "A158", "A160:A166", "A168", "A170:A176", "A178", "A180:A186", "A188", "A190:A196", "A198", "A200:A206",
        "A213:B213",
        "A217:A222", "A224", "A226:A231", "A233", "A235:A240", "A242", "A244:A249", "A251", "A253:A258", "A260", "A262:A267",
        "A275", "A278:B278", "A282", "A285:B285", "A287", "A290:B290", "A292", "A295:B295", "A297", "A300:B300", "A302", "A305
        "A339", "A342:B342", "A344", "A349:B349", "A353", "A354:B354", "A356", "A359:B359", "A361", "A364:B364", "A366", "A369
        "A396", "A399")

    Dim i As Integer
    For i = LBound(cellAddresses) To UBound(cellAddresses)
        ws.Range(cellAddresses(i)).ClearContents
    Next i

End Sub
    
```

## 9.2.2 Erstellung Datenbanken

Um automatische Berechnungen in einer Software realisieren zu können benötigt es an Datenbanken. Für dieses Projekt wurden Datenbanken zur Berechnung, zur Auswertung und zur grafischen Aufbereitung angelegt. Die Datenbank Wärmeleitfähigkeit ist nötig für die Berechnung der U- Werte des Rohbaus. Weiter wurde eine Datenbank mit U- Werten von Fenstern und Türen angelegt. Alle Angaben stammen aus folgender Quelle:

[https://www.schweizer-fn.de/stoff/wleit\\_isolierung/wleit\\_isolierung.php](https://www.schweizer-fn.de/stoff/wleit_isolierung/wleit_isolierung.php)

(Schweizer, 2024)

Im Endausbau des Tools sind diese Datenbanken gesperrt und ausgeblendet.

*Tabelle 9 Datenbanken*

<b>Wärmeleitfähigkeiten</b>		
<b>Isloierungen</b>		
Material	Wärmeleitfähigkeit (W/(m*K))	Spez. Gewicht (Dichte) (kg/m <sup>3</sup> )
Asbestwatte	0.05	3
Baumwolle lose	0.059	81
Baumwolle Watte	0.04	10
Bimskies	0.19	1000
Blähperlite	0.052	100
Dachpappe	0.17	1200
Gipskartonplatten	0.21	900
Gipswandbauplatten 600	0.29	600
Gipswandbauplatten 900	0.41	900
Glaswolle 100	0.035	100
Glaswolle 150	0.05	150
Haarfilz	0.055	270
Harnstoff Fomaldehyd Ortsschaum DIN 18159-2	0.038	
Hartpappe	0.15	790
Holzfaserdämmplatten DIN 68755	0.055	
Holzwohle Leichtbauplatten DIN 1101 - d=>25mm	0.065	360
Kokosfaserplatten	0.046	140
Korkplatten DIN 18161-1	0.045	80
Korkschrot expandiert	0.05	200
Kies	0.7	1800
Leichtbauplatten mit Polystyrol Partikelschaum DIN 18164-1	0.038	
Leichtbauplatten mit Mineralfaserschicht DIN 18165-1	0.04	50
Mineralfasermatten	0.042	20
<b>U- Wert</b>		
<b>Fenster</b>		
	U-Wert (W/(m <sup>2</sup> *K))	
Fenster mit Einfachverglasung	4.7	
Verbundfenster und Kastenfenster	2.4	
Fenster mit Isolierverglasung	2.7	
Fenster mit zweifachverglasung	1.5	
Fenster mit dreifachverglasung	1.1	
Oblichter	2.4	
<b>Türen</b>		
Aluminiumtür	0.47	
Holztür	1	
Kunststofftür	1.2	
Holz- Aluminiumtür	0.58	
Glastür	0.7	

### 9.3 Berechnungen

Bereits während der Eingabe werden grundlegende Berechnungen durchgeführt. Ein gutes Beispiel dafür ist die Fläche, welche sich aus der eingegebenen Breite und Höhe ergibt.

Tabelle 10 Berechnung A Wände

Wände			
<b>Wieviele Aussenwände hat Ihr Objekt? Exklusive Dach und Boden.</b>			
2			
<b>Geben Sie die Masse Ihrer Wände und dessen Ausrichtung ein, inklusive Fenster und Türen ein</b>			
Breite [cm]	Höhe [cm]	Ausrichtung	Fläche [m <sup>2</sup> ]
500	400	Süd	20
<b>Geben Sie die Masse Ihrer Wände und dessen Ausrichtung ein, inklusive Fenster und Türen ein</b>			
Breite [cm]	Höhe [cm]	Ausrichtung	Fläche [m <sup>2</sup> ]
1000	400	Ost	40
<b>Aus wievielen Schichten unterschiedlichem Material bestehen die Wände?</b>			
▼			

Etwas komplizierter wird es bei der Eingabe der Baumaterialien und deren Wandstärke. Wenn man das Baumaterial auswählt, wird mittels Befehles «Sverweis» die entsprechende Wärmeleitfähigkeit Lambda aus der «Datenbank Wärmeleitfähigkeit» geholt und angezeigt. Wird die Stärke des Materials eingetragen wird diese durch die angezeigte Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  dividiert und man erhält den Wärmewiderstand R der Wandschicht. Ebenfalls wird der U-Wert dieser Wandschicht berechnet und angezeigt.

Tabelle 11 Berechnung U- Wert

Wände			
<b>Wieviele Aussenwände hat Ihr Objekt? Exklusive Dach und Boden.</b>			
<b>Aus wievielen Schichten unterschiedlichem Material bestehen die Wände?</b>			
3			
<b>Aus welchem Material bestehen die Wände und in welcher Stärke?</b>			
Beton			
Beton $\rho=2200\text{kg}$ 1.6			
<b>Stärke[cm]</b>	<b>U- Wert</b>	<b>R</b>	<b>Lambda</b>
10	4.3010753	0.0625	1.6
<b>Aus welchem Material bestehen die Wände und in welcher Stärke?</b>			
Isolierungen			
Glaswolle 150 0.05			
<b>Stärke[cm]</b>	<b>U- Wert</b>	<b>R</b>	<b>Lambda</b>
10	0.4608295	2	0.05
<b>Aus welchem Material bestehen die Wände und in welcher Stärke?</b>			
Holz			
Fichte 0.13			
<b>Stärke[cm]</b>	<b>U- Wert</b>	<b>R</b>	<b>Lambda</b>
10	1.0647011	0.7692308	0.13

Aus dieser Ansicht lässt sich folgendes schliessen: Je höher der Wärmewiderstand **R**, desto kleiner ist der U- Wert und umso bessere isolierende Wirkung weist das Material auf. Dabei sind Isolierungen wie «Glaswolle» sehr wirkungsvolle Dämmstoffe. Informativ: Holz weist die bessere isolierende Wirkung auf wie Beton, Gesteine oder Metalle.

Ist die Eingabe vollständig durchgeführt kann auf die Tabelle Berechnungen gewechselt werden.

*Tabelle 12 Berechnungen*

Wärmeverluste														
2	A Wände	R Wände	U Wände	4.30	Q <sub>verlust aktuell</sub> [W]	Q <sub>verlust Frühling</sub> [W]	Q <sub>verlust Herbst</sub> [W]	Q <sub>verlust Sommer</sub> [W]	Q <sub>verlust Winter</sub> [W]	E <sub>verlust pro Jahr</sub> [kWh]	22050.60	Temperatur		
3	45.20	0.06		4.30	-2138.49	2332.90	2721.72	777.63	4276.99			T <sub>innen</sub> [°C]	T <sub>ausser aktuell</sub> [°C]	
4	A Dach	R Dach	U Dach	3.20	Q <sub>verlust aktuell</sub> [W]	Q <sub>verlust Frühling</sub> [W]	Q <sub>verlust Herbst</sub> [W]	Q <sub>verlust Sommer</sub> [W]	Q <sub>verlust Winter</sub> [W]	E <sub>verlust pro Jahr</sub> [kWh]	4350.51	ΔT <sub>aktuell</sub> [K]	-11.00	
5	12.00	0.14		3.20	-421.92	460.27	536.99	153.42	843.84			ΔT <sub>Frühling</sub> = 12°C	ΔT <sub>Sommer</sub> = 20°C	
6	A Boden	R Boden	U Boden	3.41	Q <sub>verlust aktuell</sub> [W]	Q <sub>verlust Frühling</sub> [W]	Q <sub>verlust Herbst</sub> [W]	Q <sub>verlust Sommer</sub> [W]	Q <sub>verlust Winter</sub> [W]	E <sub>verlust pro Jahr</sub> [kWh]	4638.12	ΔT <sub>Herbst</sub> = 10°C	ΔT <sub>Winter</sub> = 2°C	
7	12.00	0.12		3.41	-449.81	490.70	572.49	163.57	899.62			ΔT <sub>Frühling</sub> = 12K	ΔT <sub>Sommer</sub> = 4K	
8	A Fenster	R Fenster	U Fenster	4.70	Q <sub>verlust aktuell</sub> [W]	Q <sub>verlust Frühling</sub> [W]	Q <sub>verlust Herbst</sub> [W]	Q <sub>verlust Sommer</sub> [W]	Q <sub>verlust Winter</sub> [W]	E <sub>verlust pro Jahr</sub> [kWh]	533.09	ΔT <sub>Herbst</sub> = 14K	ΔT <sub>Winter</sub> = 22K	
9	1.00			4.70	-51.70	56.40	65.80	18.80	103.40					
10	A Türen	R Türen	U Türen	1.00	Q <sub>verlust aktuell</sub> [W]	Q <sub>verlust Frühling</sub> [W]	Q <sub>verlust Herbst</sub> [W]	Q <sub>verlust Sommer</sub> [W]	Q <sub>verlust Winter</sub> [W]	E <sub>verlust pro Jahr</sub> [kWh]	204.16			
11	1.80			1.00	-19.80	21.60	25.20	7.20	39.60					
12					Q <sub>verlust gesamt</sub> [W]	Q <sub>verlust gesamt Frühling</sub> [W]	Q <sub>verlust gesamt Herbst</sub> [W]	Q <sub>verlust gesamt Sommer</sub> [W]	Q <sub>verlust gesamt Winter</sub> [W]	Q <sub>verlust pro Jahr</sub> [W]	14568.15		Energiekosten BL	
13					-3081.72	3361.88	3922.19	1120.63	6163.45				Elektro [CHF/kWh]	0.20
14						E <sub>verlust gesamt Frühling</sub> [kWh]	E <sub>verlust gesamt Herbst</sub> [kWh]	E <sub>verlust gesamt Sommer</sub> [kWh]	E <sub>verlust gesamt Winter</sub> [kWh]					
15						7423.03	8566.07	2474.34	13313.04					
16					Kosten [CHF]	1484.61	1713.21	494.87	2662.61					
17									E <sub>verlust pro Jahr</sub> [kWh]	31776.49				
18									Kosten pro Jahr [CHF]	6355.30				
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26	Durchschnittliche Leistung der Sonneneinstrahlung													
27	A <sub>süd</sub>	A <sub>ost</sub>	A <sub>west</sub>	A <sub>gesamt</sub>	E <sub>einstrahlung Frühling</sub> [kWh]	E <sub>einstrahlung Herbst</sub> [kWh]	E <sub>einstrahlung Sommer</sub> [kWh]	E <sub>einstrahlung Winter</sub> [kWh]				Energiekosten BL		
28	24.00	12.00	12.00	36.00	397.44	237.51	730.30	58.32				Elektro [CHF/kWh]	0.20	
29					Q <sub>einstrahlung aktuell</sub> [W]	Q <sub>einstrahlung Frühling</sub> [W]	Q <sub>einstrahlung Herbst</sub> [W]	Q <sub>einstrahlung Sommer</sub> [W]	Q <sub>einstrahlung Winter</sub> [W]					
30					261.00	360.00	261.00	567.00	81.00					
31								E <sub>einstrahlung pro Jahr</sub> [kWh]	1423.57					
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42														

Auf dieser Seite werden alle verwendeten Formeln, Berechnungen und vorgegebenen Parameter übersichtlich dargestellt. Es ist wichtig zu beachten, dass hier auch die gewünschte Innentemperatur und der aktuelle Energiepreis eingetragen werden müssen.

Die Berechnungen sind in die Kapitel **Wärmeverluste** und **Sonneneinstrahlung** unterteilt. Um einen genaueren Jahreswert zu erhalten, wurden die Jahreszeiten berücksichtigt. Für jede Jahreszeit wird mit den entsprechenden durchschnittlichen Temperaturen, der durchschnittlichen Sonneneinstrahlung pro Tag und der durchschnittlichen Sonneneinstrahlungsdauer, basierend auf Daten von [Meteo Schweiz](#), gerechnet.

Mit den angegebenen Formeln und den getätigten Eingaben werden die Verlustleistungen sowie die Energieverluste bzw. Energiegewinne für jede Jahreszeit und für das gesamte Jahr berechnet. Als Ergebnis erhält man die jährliche Verlustleistung und die entsprechenden Kosten.

Um auch Aussagen zu aktuellen klimatischen Bedingungen machen zu können wird mit der Eingabe der aktuellen Temperatur ebenfalls die aktuelle Verlustleistung berechnet. Sind es zum Beispiel 3 Wochen durchschnittlich 35°C kann dieser Wert mit, dieser Zeitspanne multipliziert werden, um den aktuellen Energieverlust zu erhalten.

Diese detaillierte Aufschlüsselung ermöglicht eine präzise Auswertung der Energieeffizienz des Gebäudes und hilft dabei, Optimierungspotenziale zu identifizieren. Für weiterführende Informationen oder spezifische Fragen zur Programmierung steht Projektleiter Michel Laub zur Verfügung.

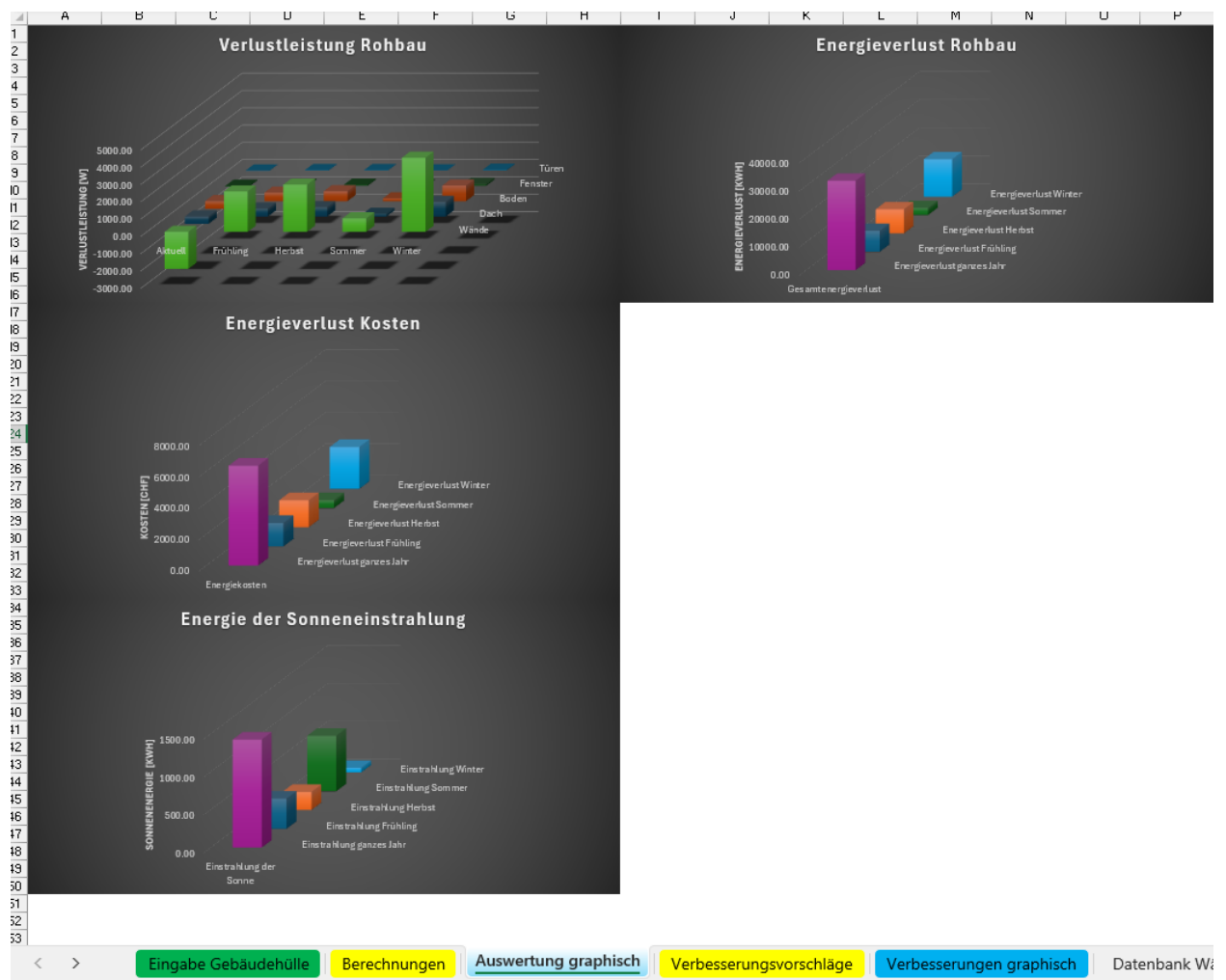
### 9.3.1 Auswertung

Für die Auswertung kann die Tabelle “Berechnung” herangezogen werden, um eine detaillierte Analyse der Daten zu ermöglichen. Die Ergebnisse wurden in der Tabelle “Auswertung grafisch” grafisch aufbereitet, um eine anschauliche Darstellung der folgenden Auswertungen zu liefern:

- **Verlustleistung Rohbau:** Diese Auswertung zeigt die Wärmeverluste des Rohbaus und hilft, Schwachstellen in der Gebäudehülle zu identifizieren.
- **Energieverlust Rohbau:** Hier wird der gesamte Energieverlust des Rohbaus berechnet, um die Effizienz der Wärmedämmung zu bewerten.
- **Energieverlust Kosten:** Diese Auswertung gibt die Kosten an, die durch die Energieverluste entstehen, und ermöglicht eine wirtschaftliche Bewertung der Energieeffizienz.
- **Energie der Sonneneinstrahlung:** Diese Analyse zeigt die gewonnene Energie durch Sonneneinstrahlung und hilft, das Potenzial für solare Energiegewinne zu beurteilen.

Durch die grafische Aufbereitung der Daten in der Tabelle “Auswertung” wird eine klare und verständliche Darstellung der wichtigsten Kennzahlen und Ergebnisse gewährleistet. Dies erleichtert die Interpretation der Daten und unterstützt fundierte Entscheidungen zur Optimierung der Energieeffizienz des Gebäudes

Tabelle 13 Auswertung Berechnungen



## 9.4 Verbesserungsvorschläge

Basierend auf den detaillierten Analysen und grafischen Auswertungen aus Kapitel [7.7 Auswertung](#), werden in diesem Kapitel gezielte Verbesserungsvorschläge zur Optimierung der Energieeffizienz des Gebäudes vorgestellt. Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Auswertung der Wärmeverluste, Energieverluste und deren Kosten sowie der Analyse der Sonneneinstrahlung bieten eine fundierte Grundlage, um Schwachstellen zu identifizieren und effektive Massnahmen zur Reduzierung der Energieverluste zu entwickeln. Ziel ist es, durch die Umsetzung dieser Vorschläge die Energieeffizienz des Gebäudes nachhaltig zu verbessern und gleichzeitig wirtschaftliche Vorteile zu erzielen.

### 9.4.1 Fassaden Dach/Wände isolieren

Die Auswertung zeigt deutlich, dass die meisten Wärmeverluste über die Fassade, also die Wände und das Dach, auftreten. Der Boden wird hier noch nicht betrachtet, zumal die meisten Technikgebäude einen Kabelkeller besitzen und es daher schwierig ist, zusätzliche Isolation anzubringen. Die Auswirkungen einer verbesserten Isolierung werden in der Software unter der Tabelle "Verbesserungsvorschläge" veranschaulicht. In dieser Tabelle werden drei gängige Dämmstoffe für Dach und Fassaden vorgeschlagen. Falls ein anderes Material verwendet werden soll, besteht die Möglichkeit, dies manuell über die Eingabefelder einzutragen. Die Eingaben werden dann für eine neue Berechnung verwendet, die den neuen Wärmewiderstand R, den neuen U-Wert, die neue Verlustleistung Q und den neuen Energieverlust E berücksichtigt

Tabelle 14 Eingabemaske Isolieren

Verbesserungen										
Isolierung anbringen										
Die drei gängigsten Isoliermaterialien sind:										
Material Wände	Wärmeleitfähigkeit	Stärke [cm]	Kosten pro m <sup>3</sup> [CHF]	effektive Kosten [CHF] R <sub>neu</sub>	U <sub>neu</sub>	Q <sub>Verlust Frühl.</sub> [W]	Q <sub>Verlust Herbst</sub> [W]	Q <sub>Verlust Sommer</sub> [W]	Q <sub>Verlust Winter</sub> [W]	Q <sub>Verlust Ganzes Jahr</sub> [W]
Polystyrol	0.04	10.00	60.00	2712.00	2.84	180.18	210.21	330.33	30.03	750.76
						E <sub>Verlust Frühl.</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Herbst</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Sommer</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Winter</sub> [kWh]	E <sub>Verlust ganzes Jahr</sub> [kWh]
						387.84	459.11	729.38	64.87	1651.18
Mineralfolle	0.04	10.00	75.00	3390.00	2.92	175.55	204.81	321.85	29.26	731.48
						E <sub>Verlust Frühl.</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Herbst</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Sommer</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Winter</sub> [kWh]	E <sub>Verlust ganzes Jahr</sub> [kWh]
						387.62	447.31	710.64	63.20	1608.78
Holzfaserplatten	0.05	10.00	100.00	4520.00	2.06	242.96	283.45	445.42	40.49	1012.32
						E <sub>Verlust Frühl.</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Herbst</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Sommer</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Winter</sub> [kWh]	E <sub>Verlust ganzes Jahr</sub> [kWh]
						536.45	619.05	983.49	87.46	2226.45
Material Dach	Wärmeleitfähigkeit	Stärke [cm]	Kosten pro m <sup>3</sup> [CHF]	effektive Kosten [CHF] R <sub>neu</sub>	U <sub>neu</sub>	Q <sub>Verlust Frühl.</sub> [W]	Q <sub>Verlust Herbst</sub> [W]	Q <sub>Verlust Sommer</sub> [W]	Q <sub>Verlust Winter</sub> [W]	Q <sub>Verlust Ganzes Jahr</sub> [W]
Polystyrol	0.04	10.00	60.00	720.00	2.92	46.59	54.36	85.42	7.77	194.13
						E <sub>Verlust Frühl.</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Herbst</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Sommer</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Winter</sub> [kWh]	E <sub>Verlust ganzes Jahr</sub> [kWh]
						102.88	116.72	188.61	16.77	426.97
Mineralfolle	0.04	10.00	75.00	900.00	3.00	45.43	53.00	83.28	7.57	189.27
						E <sub>Verlust Frühl.</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Herbst</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Sommer</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Winter</sub> [kWh]	E <sub>Verlust ganzes Jahr</sub> [kWh]
						100.30	115.75	183.88	16.35	416.28
Holzfaserplatten	0.05	10.00	100.00	1200.00	2.14	62.26	72.64	114.14	10.38	259.42
						E <sub>Verlust Frühl.</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Herbst</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Sommer</sub> [kWh]	E <sub>Verlust Winter</sub> [kWh]	E <sub>Verlust ganzes Jahr</sub> [kWh]
						137.47	158.64	252.03	22.41	570.56

### 9.4.2 Fenster und Türen verbessern

Die Auswertung zeigt, dass nur ein geringer Teil der Wärmeverluste über Fenster und Türen auftritt. Dennoch werden in der Software unter der Tabelle "Verbesserungsvorschläge" auch diese Bereiche berücksichtigt. In dieser Tabelle werden verschiedene Optionen für energieeffiziente Fenster und Türen vorgeschlagen. Falls andere Materialien oder Technologien verwendet werden sollen, besteht die Möglichkeit, diese manuell über die Eingabefelder einzutragen. Die Eingaben werden dann wiederum für eine neue Berechnung verwendet, die den neuen Widerstand R, den neuen U-Wert, die neue Verlustleistung Q und den neuen Energieverlust E berücksichtigt.

Tabelle 15 Eingabemaske Fenster

Fenster verbessern		Kosten pro m <sup>2</sup> [CHF] effektive Kosten [CHF]		Q <sub>verlust aktuelles</sub> [W]	Q <sub>verlust Frühling</sub> [W]	Q <sub>verlust Herbst</sub> [W]	Q <sub>verlust Sommer</sub> [W]	Q <sub>verlust Winter</sub> [W]	Q <sub>verlust Ganzes Jahr</sub> [W]
Fenster Art	U-Wert			-51.70	56.40	65.80	18.80	103.40	244.40
Fenster mit Einfachverglasung	4.70	400.00	400.00						
					124.53	143.71	41.51	223.34	533.08
Fenster Art	U-Wert			-26.40	28.80	33.60	9.60	52.80	124.80
Verbundsticker und Kastenfenster	2.40	450.00	450.00						
					63.59	73.38	21.20	114.05	272.22
Fenster Art	U-Wert			-29.70	32.40	37.80	10.80	59.40	140.40
Fenster mit Isolierglas	2.70	500.00	500.00						
					71.54	82.56	23.85	128.30	306.24
Fenster Art	U-Wert			-18.50	18.00	21.00	6.00	33.00	78.00
Fenster mit zweifachverglasung	1.50	500.00	500.00						
					39.74	45.86	13.25	71.28	170.14
Fenster Art	U-Wert			-12.10	13.20	15.40	4.40	24.20	57.20
Fenster mit dreifachverglasung	1.10	600.00	600.00						
					29.15	33.63	9.72	52.27	124.77
Fenster Art	U-Wert			-26.40	28.80	33.60	9.60	52.80	124.80
Oblichter	2.40	700.00	700.00						
					63.59	73.38	21.20	114.05	272.22

Tabelle 16 Eingabemaske Türen

Türen verbessern		Kosten pro m <sup>2</sup> [CHF] effektive Kosten [CHF]		Q <sub>verlust aktuelles</sub> [W]	Q <sub>verlust Frühling</sub> [W]	Q <sub>verlust Herbst</sub> [W]	Q <sub>verlust Sommer</sub> [W]	Q <sub>verlust Winter</sub> [W]	Q <sub>verlust Ganzes Jahr</sub> [W]
Tür Art	U-Wert			-9.31	10.15	11.84	3.38	18.61	43.99
Aluminiumtür	0.47	1500.00	2700.00						
					22.42	25.87	7.47	40.20	95.96
Tür Art	U-Wert			-19.80	21.60	25.20	7.20	39.60	93.60
Holzter	1.00	1700.00	3060.00						
					47.69	55.04	15.90	65.54	204.16
Tür Art	U-Wert			-23.76	25.92	30.24	8.64	47.52	112.32
Kunststofftür	1.20	800.00	1440.00						
					57.23	66.04	19.08	102.64	245.00
Tür Art	U-Wert			-11.48	12.53	14.62	4.18	22.97	54.29
Holz- Aluminiumtür	0.58	2000.00	3600.00						
					27.66	31.92	9.22	49.61	118.41
Tür Art	U-Wert			-13.86	15.12	17.64	5.04	27.72	65.52
Glastür	0.70	800.00	720.00						
					33.38	38.53	11.13	59.88	142.91

### 9.4.3 Sonnenenergie nutzen

Die Auswertung zeigt, dass die Technikgebäude im Sommer oft durch zusätzliche Sonneneinstrahlung überhitzen. Diese Überhitzung führt zu einem erhöhten Energieverbrauch für die Klimatisierung, da die Klimaanlage intensiver arbeiten müssen, um die Temperatur im optimalen Bereich zu halten. Um diesen Effekt zu minimieren, wird in der Software als dritter Vorschlag die Beschattung der Technikgebäude berücksichtigt. Diese Massnahme soll aufzeigen, welche positiven Auswirkungen eine effektive Beschattung haben kann.

Eine effektive Beschattung kann auf verschiedene Weisen erreicht werden, beispielsweise durch den Einsatz von Sonnenschutzvorrichtungen wie Markisen, Jalousien oder speziellen Beschichtungen auf den Fenstern. Auch die Anpflanzung von Bäumen oder das Anbringen von Pergolen kann zur Beschattung beitragen. Diese Massnahmen reduzieren die direkte Sonneneinstrahlung auf die Gebäudehülle und verhindern somit eine übermässige Aufheizung der Innenräume.

Zusätzlich liefert die Software die Grunddaten, um die Leistung einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) zu berechnen, um die vorhandene Sonnenenergie optimal zu nutzen. Eine PV-Anlage würde nicht nur Strom erzeugen, sondern auch das Gebäude indirekt beschatten, was zu einer Win-Win-Situation führt. Durch die Installation von PV-Modulen auf dem Dach oder an den Fassaden der Technikgebäude wird ein Teil der Sonnenenergie in elektrische Energie umgewandelt, die für den Betrieb der technischen Anlagen oder zur Einspeisung ins Stromnetz genutzt werden kann.

Die Nutzung von PV-Anlagen hat mehrere Vorteile. Erstens wird die erzeugte elektrische Energie direkt vor Ort genutzt, was die Abhängigkeit von externen Energiequellen reduziert und die Betriebskosten senkt. Zweitens trägt die Beschattung durch die PV-Module dazu bei, die Aufheizung der Gebäude zu verringern, was den Bedarf an Klimatisierung reduziert und somit den Energieverbrauch weiter senkt. Drittens leistet die Nutzung erneuerbarer Energien einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz und zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses.

Durch die Kombination von Beschattungsmassnahmen und der Nutzung von PV-Anlagen kann die Energieeffizienz der Technikgebäude erheblich gesteigert werden

*Tabelle 17 Auswirkung Beschattung*

Beschattung	E <sub>Einstrahlung Frühling</sub> [kWh]	E <sub>Einstrahlung Herbst</sub> [kWh]	E <sub>Einstrahlung Sommer</sub> [kWh]	E <sub>Einstrahlung Winter</sub> [kWh]	E <sub>Einstrahlung Jahr</sub> [kWh]
100% Beschattung	794.88	475.02	1460.59	116.64	2847.13
50 % Beschattung	1192.32	712.53	2190.89	174.96	4270.70
25% Beschattung	1387.07	828.91	2548.73	203.54	4968.25
0% Beschattung	1589.76	950.04	2921.18	233.28	5694.26

## 9.5 Evaluation der geeignetsten Variante

Mit der entwickelten Software kann man sich sehr schnell einen guten Überblick verschaffen, wo der grösste Nutzen erzielt werden kann. Die Software bietet eine benutzerfreundliche Oberfläche, die es ermöglicht, verschiedene Eingaben zu machen und sofortige Ergebnisse zu erhalten. Dies ist besonders nützlich, um die Bereiche zu identifizieren, in denen die grössten Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen erzielt werden können.

Darüber hinaus ist es möglich, durch eigene Eingaben den eigenen Erfahrungsschatz einzubringen. Die Software ermöglicht es den Nutzern, spezifische Daten und Parameter einzugeben, die auf ihren individuellen Erfahrungen und Kenntnissen basieren. Dies kann z.B. die Eingabe spezifischer Materialeigenschaften, lokaler Klimadaten oder betrieblicher Anforderungen umfassen. In der Tabelle "Verbesserungsvorschläge" kann mit wenigen Eingaben, die am besten geeignete Variante bewertet werden. Diese Tabelle bietet einen strukturierten Überblick über die verschiedenen Verbesserungsvorschläge und deren möglichen Nutzen. Durch die Eingabe weniger Datenpunkte kann der Benutzer schnell und effizient die besten Optionen identifizieren.

Darüber hinaus ist es möglich, verschiedene Szenarien und deren potenziellen Nutzen schnell miteinander zu vergleichen. Die Software ermöglicht es, verschiedene Bauten zu simulieren und deren Auswirkungen auf die Energieeffizienz und die Betriebskosten zu analysieren. Dies kann zum Beispiel die Simulation verschiedener Dämmmaterialien, Fenster- und Türtypen oder Beschattungssysteme umfassen. Durch den Vergleich dieser Szenarien kann der Nutzer fundierte Entscheidungen auf einer soliden Datenbasis treffen.

Ein weiterer Vorteil der Software ist die Möglichkeit, individuelle Erfahrungen und Kenntnisse in die Bewertung einfließen zu lassen. Dies führt zu massgeschneiderten Lösungen, die den spezifischen Anforderungen und Zielen des Anwenders entsprechen. Die Kombination aus systematischer Analyse und persönlicher Expertise macht die Software zu einem wertvollen Werkzeug für die Optimierung von technischen Gebäuden und Gebäuden im Allgemeinen. Der Anwender kann seine spezifischen Anforderungen und Ziele in die Software eingeben und erhält massgeschneiderte Empfehlungen, die auf seinen individuellen Bedürfnissen basieren.

Durch die Integration der Nutzwertanalyse, die im folgenden Kapitel näher beschrieben wird, kann der Anwender fundierte Entscheidungen auf Basis quantitativer und qualitativer Kriterien treffen. Die Nutzwertanalyse ermöglicht es, verschiedene Optionen systematisch zu bewerten und zu vergleichen. Dies erleichtert nicht nur die Auswahl der besten Lösung, sondern fördert auch die Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Entscheidungsprozesses. Die Anwender können die verschiedenen Kriterien gewichten und die Optionen nach ihren Prioritäten bewerten. Dies führt zu einer objektiven und nachvollziehbaren Entscheidungsfindung auf einer soliden Datenbasis.

Insgesamt bietet die Software eine umfassende und flexible Lösung zur Bewertung und Optimierung der Energieeffizienz von technischen Gebäuden. Durch die Kombination von benutzerfreundlichen Eingabemöglichkeiten, der Möglichkeit zur Simulation verschiedener Szenarien und der Integration von Nutzwertanalysen können Anwender fundierte und massgeschneiderte Entscheidungen treffen. (DeepL, 2024)

### 9.5.1 Nutzwertanalyse

Mit den berechneten Werten der Verbesserungsvorschläge wurden die neuen Energieverluste und Energiegewinne mit den alten Werten verglichen. Das Ergebnis dieses Vergleichs zeigt den Nutzen der vorgeschlagenen Massnahmen.

Dieser Nutzen wird dann mit dem aktuellen Energiepreis multipliziert, um die Einsparungen zu berechnen. Das bedeutet, dass die Reduzierung der Energieverluste in einen Geldwert umgerechnet wird, der auf dem Preis basiert, den man normalerweise für Energie bezahlen würde.

Anschliessend werden die Investitionskosten für die Umsetzung der Massnahmen mit den berechneten Einsparungen verglichen, um den Break-Even-Punkt zu ermitteln. Der Break-Even-Punkt ist der Zeitpunkt, an dem die Einsparungen die Investitionskosten decken. Ab diesem Zeitpunkt beginnen sich die Massnahmen finanziell zu lohnen.

Durch diese Berechnungen können die verschiedenen Verbesserungsvorschläge noch besser verglichen und bewertet werden. Man kann genau sehen, welche Massnahmen die grössten Einsparungen bringen und wie lange es dauert, bis sich die Investitionen amortisiert haben.

*Tabelle 18 Kosten-, Nutzenanalyse*

Verbesserungen															
Die drei günstigsten Baumaterialien sind:															
Material Wände	Wärmeleitfähigkeit	Stärke [cm]	Kosten pro m <sup>2</sup> [CHF]	effektive Kosten [CHF]	R <sub>min</sub>	U <sub>min</sub>	Q <sub>verlust</sub> [W]	Q <sub>verlust</sub> [W]	Q <sub>verlust</sub> [W]	Q <sub>verlust</sub> [W]	Q <sub>verlust</sub> [W]	effektiver Nutzen [kWh]	Kostenersparnis pro Jahr [CHF]	Break even [Year]	Bemerkungen
Polystyrol	0.04	10.00	90.00	2712.00	2.84	0.33	288.89	210.23	230.33	30.42	294.76	20394.41	4079.88		0.86 Innenanwendung
Mineralfaser	0.04	10.00	75.00	2250.00	2.82	0.33	387.84	459.11	729.38	64.8	1851.19				
Mineralfaser	0.04	10.00	75.00	3300.00	2.82	0.33	175.55	204.81	321.85	29.2	731.48	20441.82	4068.36		0.83 Aussenanwendung
Holzfasersplatten	0.05	10.00	100.00	4020.00	2.96	0.45	242.89	283.45	445.42	46.42	1122.32	19624.15	3964.83		1.14 Innenanwendung
Holzfasersplatten	0.05	10.00	100.00	4020.00	2.96	0.45	136.45	619.05	963.49	87.4	2236.45				
Polystyrol	0.04	10.00	90.00	720.00	2.82	0.33	46.59	54.36	65.42	7.2	184.13	3923.54	784.71		0.92
Mineralfaser	0.04	10.00	75.00	900.00	3.00	0.32	45.43	53.00	63.28	7.5	189.27	3854.25	766.85		1.14
Mineralfaser	0.04	10.00	75.00	900.00	3.00	0.32	100.39	115.73	183.88	16.3	438.28				
Holzfasersplatten	0.05	10.00	100.00	1200.00	2.14	0.43	62.26	72.64	114.14	10.3	269.42	3779.95	755.99		1.59
Holzfasersplatten	0.05	10.00	100.00	1200.00	2.14	0.43	137.47	158.64	252.03	22.4	579.69				

Die neuen Berechnungen bieten eine genauere Grundlage für die Bewertung der einzelnen Massnahmen. Durch die Gegenüberstellung der alten und neuen Energieverluste und -gewinne wird deutlich, welche Massnahmen die grössten Einsparungen und den grössten Nutzen bringen. Die Berücksichtigung der Investitionskosten und der eingesparten Wärmeverluste ermöglicht eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse, die den Break-Even-Punkt klar definiert.

Diese detaillierte Analyse hilft, die wirtschaftlichsten und effizientesten Massnahmen zu identifizieren. Der Break-Even-Point gibt an, ab wann sich die Investitionen amortisieren und die Massnahmen rentabel werden. Dies ist besonders für die langfristige Planung und Umsetzung von Energieeffizienzprojekten wichtig.

Die Ergebnisse der neuen Berechnungen wurden in der Tabelle "Verbesserungen graphisch" grafisch aufbereitet, um die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit zu erhöhen. Durch die Verwendung von Diagrammen werden die Unterschiede in den Energieverlusten und -gewinnen sowie die Investitionskosten und Einsparungen visuell dargestellt. Dies erleichtert es, die Auswirkungen der verschiedenen Massnahmen auf einen Blick zu erfassen und zu vergleichen.

Tabelle 19 Darstellung Verbesserungen



## 10 Software als Umsetzungsvariante

Als Umsetzungsvariante wurde eine Software entwickelt, die alle Bedürfnisse der BLT AG als Kunde in Bezug auf die energetische Verbesserung von Technikgebäuden erfüllt. Die Bedienung der Software ist äusserst unkompliziert und liefert konkrete Ergebnisse als Output.

### Funktionen der Software

#### Erfassung der Ist-Situation:

- Die aktuelle Situation der Technikgebäude wird aufgenommen und berechnet.
- Alle Daten werden visuell dargestellt, um einen klaren Überblick zu bieten.

#### Eingabe und Berechnung von Verbesserungsvorschlägen:

- Benutzer können eigene Verbesserungsvorschläge eingeben.
- Diese Vorschläge werden neu berechnet und ebenfalls visuell dargestellt.

Dies ermöglicht einen direkten Vergleich der verschiedenen Optionen.

#### Kosten-Nutzen-Analyse:

- Die Investitionskosten und der Nutzen der Verbesserungen werden übersichtlich verglichen.

Dies erleichtert die Identifikation der wirtschaftlichsten Massnahmen.

#### Break-Even-Berechnung:

- Eine detaillierte Berechnung des Break-Even-Punkts zeigt, ab wann sich die Verbesserungsmassnahmen lohnen.

Dies unterstützt die langfristige Planung und Entscheidungsfindung.

### Vorteile der Software

**Benutzerfreundlichkeit:** Die intuitive Benutzeroberfläche ermöglicht eine einfache Handhabung und liefert schnelle Ergebnisse.

**Visuelle Darstellung:** Alle Daten und Berechnungen werden grafisch aufbereitet, um die Verständlichkeit und Vergleichbarkeit zu erhöhen.

**Fundierte Entscheidungsgrundlage:** Durch die umfassende Analyse und Darstellung der Daten können fundierte Entscheidungen getroffen werden.

Mit dieser Software hat man ein leistungsstarkes Werkzeug zur Hand, das hilft, die energetische Effizienz von Technikgebäuden zu optimieren. Die Kombination aus einfacher Bedienung, präzisen Berechnungen und klarer visueller Darstellung macht die Software zu einem unverzichtbaren Begleiter für die Weiterführung des Projekts.

## 10.1 SWOT - Analyse

Um dem Auftraggeber die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken der Umsetzungsvariante aufzuzeigen, wurde eine SWOT-Analyse durchgeführt. Diese Analyse bietet eine umfassende Übersicht über die verschiedenen Aspekte der vorgeschlagenen Umsetzungsvariante. Dadurch können fundierte Entscheidungen getroffen und potenzielle Herausforderungen frühzeitig erkannt werden.

*Tabelle 20 SWOT- Analyse*

Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<p>Alles in einer Anwendung ersichtlich:</p> <p style="padding-left: 40px;">Ist Situation Verbesserungsmöglichkeiten Kosten / Nutzen</p>	<p>Aufwändig zu programmieren:</p> <p style="padding-left: 40px;">Programmierkenntnis muss vorhanden sein Zeitaufwändig Kenntnis in Energiekunde</p>
Chancen (Opportunities)	Risiken (Threats)
<p>Anwendungen sind ausbaufähig</p> <p>Anwendung könnte über BLT AG hinaus verwendet werden</p> <p>Mit mehr Investition könnte eine marktfähige Software entstehen</p>	<p>Anwendung ist zu kompliziert</p> <p>Ergebnisse sind zu kompliziert und schlecht ersichtlich</p> <p>Fehleingaben durch Anwender</p> <p>Formeln und Programmierung könnten unwissentlich gelöscht werden</p> <p>Zeilen einfügen kann die Programmierung zerstören</p>

Um nachfolgend eine Risikoanalyse durchführen zu können, werden die in der SWOT- Analyse festgestellten Risiken herausgezogen und nummeriert.

### Risiken:

1. Anwendung ist zu kompliziert
2. Ergebnisse sind zu kompliziert und schlecht ersichtlich
3. Fehleingaben durch Anwender
4. Formeln und Programmierung könnten unwissentlich gelöscht werden.
5. Zeilen einfügen kann die Programmierung zerstören



## 10.2 Risiko - Analyse

In der Risikoanalyse werden die in der SWOT-Analyse identifizierten Risiken hinsichtlich ihrer Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeit untersucht. Das bedeutet, dass jedes identifizierte Risiko hinsichtlich seiner möglichen negativen Auswirkungen und seiner Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet wird. Diese Bewertung hilft, die Risiken zu priorisieren und zu entscheiden, welche Risiken die grösste Aufmerksamkeit erfordern.

Gegebenenfalls müssen dann Gegenmassnahmen definiert werden, um die Auswirkungen oder die Eintrittswahrscheinlichkeit dieser Risiken zu minimieren. Gegenmassnahmen können verschiedene Formen annehmen, z.B. technische Lösungen, organisatorische Änderungen oder Schulungsmassnahmen. Ziel ist es, die Risiken so weit wie möglich zu reduzieren, um die Eintrittswahrscheinlichkeit zu verringern oder die möglichen negativen Auswirkungen zu minimieren.

Risiken, die in der Risikoanalyse im roten und orangen Bereich liegen, sind durch geeignete Gegenmassnahmen zu minimieren. Risiken im roten Bereich sind solche, die sowohl eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit als auch schwerwiegende Auswirkungen haben. Diese Risiken erfordern sofortige und umfassende Massnahmen zu ihrer Beherrschung. Risiken im orangen Bereich haben entweder eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit oder schwerwiegende Auswirkungen, aber nicht beides. Auch diese Risiken müssen sorgfältig beobachtet und durch geeignete Massnahmen reduziert werden.

Tabelle 21 Risikoanalyse 1

Auswirkungen 			① ②	④ ⑤	
	Gross				③
	Mittel				
	Klein				
		Gering	Möglich	Wahrscheinlich	Beinahe Sicher
		 Eintrittswahrscheinlichkeit			
		Grossrisiken			
		Erhebliche Risiken			
		Mittlere Risiken			
		Geringe Risiken			

### **1 Anwendung ist zu kompliziert**

Einstufung: Hoch

Die Komplexität der Anwendung stellt ein erhebliches Risiko dar, da Benutzer Schwierigkeiten haben könnten, die Software zu verstehen und effektiv zu nutzen. Dies könnte zu einer geringen Akzeptanz und Nutzung der Software führen. Die hohe Einstufung basiert auf der Annahme, dass eine komplizierte Anwendung die Benutzerfreundlichkeit stark beeinträchtigt und somit die Gesamtwirksamkeit der Software mindert.

### **2 Ergebnisse sind zu kompliziert und schlecht ersichtlich**

Einstufung: Hoch

Wenn die Ergebnisse der Software zu kompliziert und schlecht ersichtlich sind, könnten Benutzer Schwierigkeiten haben, die Daten zu interpretieren und fundierte Entscheidungen zu treffen. Dies würde die Nützlichkeit der Software erheblich einschränken. Die hohe Einstufung basiert auf der Annahme, dass komplizierte und schlecht ersichtliche Ergebnisse die Benutzerfreundlichkeit und die Effektivität der Software stark beeinträchtigen könnten.

### **3 Fehleingaben durch den Anwender**

Einstufung: Hoch

Fehleingaben durch Benutzer stellen ein hohes Risiko dar, da sie zu falschen Ergebnissen und Analysen führen können. Dies könnte die Zuverlässigkeit und Glaubwürdigkeit der Software beeinträchtigen. Die hohe Einstufung basiert auf der Annahme, dass Fehleingaben häufig vorkommen könnten und erhebliche Auswirkungen auf die Genauigkeit der Ergebnisse haben.

### **4 Formeln und Programmierungen könnten unwissentlich gelöscht werden**

Einstufung: Hoch

Das Risiko, dass wichtige Formeln und Programmierungen unwissentlich gelöscht werden, ist hoch, da dies die Funktionalität der Software erheblich beeinträchtigen könnte. Benutzer könnten versehentlich Änderungen vornehmen, die die Berechnungen und Analysen der Software zerstören. Die hohe Einstufung basiert auf der Annahme, dass solche Vorfälle schwerwiegende Folgen für die Integrität der Software haben könnten.

### **5 Einfügen von Zeilen könnte die Programmierung zerstören**

Einstufung: Hoch

Das Einfügen von Zeilen durch Benutzer könnte die Programmierung der Software zerstören und zu Fehlfunktionen führen. Dies stellt ein hohes Risiko dar, da es die Stabilität und Zuverlässigkeit der Software beeinträchtigen könnte. Die hohe Einstufung basiert auf der Annahme, dass Benutzer möglicherweise nicht wissen, welche Auswirkungen das Einfügen von Zeilen auf die Programmierung haben kann.

### **Zusammenfassung**

Die erste Risikoanalyse zeigte, dass mehrere Risiken als hoch eingestuft wurden, da sie erhebliche Auswirkungen auf die Benutzerfreundlichkeit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Software haben könnten. Diese Einstufungen basierten auf der Annahme, dass die identifizierten Probleme häufig bis sicher auftreten könnten und schwerwiegende Folgen für die Funktionalität und Akzeptanz der Software haben würden. Die Analyse half dabei, die wichtigsten Bereiche zu identifizieren, die durch geeignete Gegenmassnahmen adressiert werden mussten, um die Risiken zu minimieren und die Software erfolgreich zu implementieren.

## 10.2.1 Gegenmassnahmen zu Risikoanalysen

### 1 Anwendung ist zu kompliziert

Um diesem Problem entgegenzuwirken, wurde in VBA ein User Interface programmiert. Der Einstieg ist schlicht und kompakt, durch Eingabe von Daten blenden sich die nötigen Zeilen ein oder aus. Um eine komplett leere Arbeitsmappe zu bekommen oder um neu anzufangen wurde ein Reset Button programmiert welche alle Eingaben herauslöscht. Zusätzlich wird vor der Einführung der Software eine Anwenderschulung stattfinden, um die Benutzer mit der Bedienung vertraut zu machen und mögliche Fragen zu klären. Der Nutzen einer Anwenderschulung besteht darin, dass die Benutzer die Software effizienter und fehlerfrei nutzen können, was die Akzeptanz und den Erfolg der Software erhöht.

- Auswirkung
- Eintritt

### 2 Ergebnisse sind zu kompliziert und schlecht ersichtlich

Alle relevanten Ergebnisse wurden farblich markiert. Zudem wurden Diagramme zur schnelleren Übersicht und besseren Verständlichkeit erstellt. Um sicherzustellen, dass die Benutzer die Ergebnisse korrekt interpretieren können, wird vor der Einführung der Software eine Anwenderschulung durchgeführt, in der die Darstellung und Interpretation der Ergebnisse ausführlich erklärt werden. Der Nutzen einer Anwenderschulung liegt darin, dass die Benutzer die Ergebnisse besser verstehen und somit fundierte Entscheidungen treffen können, was die Effektivität der Softwareanwendung steigert.

- Auswirkung
- Eintritt

### 3 Fehleingaben durch den Anwender

Um Fehleingaben des Anwenders zu verhindern, wurden vorwiegend Drop-down Listen zur Eingabe erstellt. Bei gewissen Eingaben tauchen Hinweise auf, wenn sich der Cursor über der Eingabe Zelle befindet. Zusätzlich wird vor der Einführung der Software eine Anwenderschulung stattfinden, um die Benutzer über die korrekte Eingabe der Daten zu informieren und mögliche Fehlerquellen zu minimieren. Der Nutzen einer Anwenderschulung besteht darin, dass die Benutzer lernen, wie sie die Daten korrekt eingeben, wodurch die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Softwareergebnisse verbessert wird.

- Eintritt
- Auswirkung

#### **4 Formeln und Programmierungen könnten unwissentlich gelöscht werden**

und

#### **5 Einfügen von Zeilen könnte die Programmierung zerstören**

Beide Punkte konnten durch den Blattschutz in Excel minimiert werden. Der Blattschutz ist eine Funktion in Excel, die es ermöglicht, bestimmte Zellen oder Bereiche einer Arbeitsmappe zu sperren und mit einem Passwort zu schützen. Dies verhindert, dass Benutzer Änderungen an diesen geschützten Zellen vornehmen können, wodurch die Integrität der Daten und Formeln gewahrt bleibt.

In diesem Fall wurden alle Zellen gesperrt und mit einem Passwort geschützt, die nicht zur Eingabe verwendet werden. Dies umfasst insbesondere Zellen, die wichtige Formeln, Berechnungen und Programmierungen enthalten.

Durch das Sperren dieser Zellen wird sichergestellt, dass Benutzer keine unbeabsichtigten Änderungen vornehmen können, die die Funktionalität der Software beeinträchtigen könnten.

Der Prozess des Blattschutzes in Excel umfasst mehrere Schritte:

1. **Auswahl der Zellen:** Zunächst werden alle Zellen ausgewählt, die geschützt werden sollen. Dies können Zellen mit wichtigen Formeln, Berechnungen oder Programmierungen sein.
2. **Sperren der Zellen:** Nachdem die Zellen ausgewählt wurden, wird die Sperrfunktion in Excel aktiviert. Dies geschieht über das Menü "Format" und die Option "Zellen sperren". Dadurch werden die ausgewählten Zellen für Änderungen gesperrt.
3. **Aktivierung des Blattschutzes:** Im nächsten Schritt wird der Blattschutz für das gesamte Arbeitsblatt aktiviert. Dies geschieht über das Menü "Überprüfen" und die Option "Blatt schützen". Hier kann ein Passwort festgelegt werden, das erforderlich ist, um den Schutz aufzuheben und Änderungen vorzunehmen.
4. **Passwortschutz:** Ein Passwort wird festgelegt, um sicherzustellen, dass nur autorisierte Benutzer Änderungen an den geschützten Zellen vornehmen können. Das Passwort sollte sicher und nur denjenigen bekannt sein, die berechtigt sind, Änderungen vorzunehmen.

Durch diese Massnahmen hat der Anwender keine Möglichkeit, heikle Formeln oder Programmierungen zu zerstören. Der Blattschutz stellt sicher, dass die Integrität der Daten und Berechnungen gewahrt bleibt und die Software zuverlässig funktioniert. Dies ist besonders wichtig, um die Genauigkeit der Ergebnisse und die Funktionalität der Software zu gewährleisten.

Zusätzlich zum Blattschutz wird vor der Einführung der Software eine Anwenderschulung durchgeführt. In dieser Schulung werden die Benutzer über die Bedeutung des Blattschutzes informiert und lernen, wie sie die Software korrekt verwenden. Der Nutzen einer Anwenderschulung besteht darin, dass die Benutzer die Software effizienter und fehlerfrei nutzen können, was die Akzeptanz und den Erfolg der Software erhöht. Die Schulung hilft auch dabei, mögliche Fragen zu klären und sicherzustellen, dass die Benutzer die Software sicher und effektiv einsetzen können.

-Eintritt

-Auswirkung

Nach der Umsetzung dieser Gegenmassnahmen wurde erneut eine Risikoanalyse durchgeführt mit folgendem Ergebnis.

Tabelle 22 Risikoanalyse 2

↑ Auswirkungen ↓	Gross				
	Mittel	① ② +			
	Klein	③ ④ ⑤			
		Gering	Möglich	Wahrscheinlich	Beinahe Sicher
←————— Eintrittswahrscheinlichkeit —————→					
		Grossrisiken			
		Erhebliche Risiken			
		Mittlere Risiken			
		Geringe Risiken			

Die zweite Risikoanalyse zeigte, dass alle identifizierten Risiken durch die implementierten Gegenmassnahmen erfolgreich minimiert werden konnten. Alle Risiken liegen nun im "grünen Bereich", was bedeutet, dass sie ein akzeptables Niveau erreicht haben und keine unmittelbaren Bedrohungen mehr für die erfolgreiche Nutzung der Software darstellen. Diese Ergebnisse bestätigen die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen und tragen zur Sicherheit und Zuverlässigkeit der Software bei

## 11 Projektabschluss

### 11.1 Projektüberwachung

Beim Start der Diplomarbeit lag bereits ein sehr ausführliches und detailliertes Pflichtenheft vor. Dadurch konnte einiges an Zeit für die Detailplanung eingespart werden. Die Ausarbeitung des Excel Tools hörte sich anfangs sehr einfach an, wurde mit fortgeschrittenem Stand jedoch stets komplexer und zeitaufwändig. Es mussten gewisse Abstriche gemacht werden, für die Zeit der Diplomarbeit, wie die Wärmeverluste der Innenanlagen oder die Umrechnung der Wärmeenergie in Temperaturänderung. Vorteil dabei ist jedoch, dass sich dieses Tool auch nach Abschluss der Diplomarbeit erweitern lässt. Auch gestaltete es sich schwierig, in dieser Zeit einen Vergleich mit Messdaten zu erstellen und somit die Plausibilität der Software nachzuweisen. Um dies machen zu können, muss die benötigte Energie über einen Zeitraum gemessen werden und verglichen werden, ob die Verluste dabei plausibel sind. Zusätzlich könnte ein Fachexperte für Wärmeverluste die Plausibilität der Software prüfen oder mit einem anderen Tool vergleichen.

Eine Messreihe des Energieverbrauchs wurde bereits in die Wege geleitet, liefert jedoch noch zu wenige Angaben. Ebenfalls wurde die benötigte Zeit für die Erstellung der Software und gleichzeitiger Dokumentation in der Diplomarbeit unterschätzt und generierte einige Nachtstunden.

### 11.2 Evaluation der Zielerreichung

Zur Kontrolle der Zielerreichung des Projektes nehmen wir nochmals die vorher definierten Endergebnisse und Erfolgskriterien zur Hand und kontrollieren, ob alle Ziele erreicht werden konnten.

*Tabelle 23 Zielkontrolle 1*

Endergebnis	Erfolgskriterien	Ziel erreicht? Begründung.
<b>Detaillierte Analyse der Energieverluste der Technikgebäude:</b> Ein umfassender Bericht, der die aktuellen Energieverluste in den Technikgebäuden dokumentiert, liegt vor.	Der Bericht deckt alle relevanten Energieverluste auf und stellt diese transparent dar.	Ja. Die Software zeigt die Energieverluste des Gebäudes rechnerisch und graphisch
<b>Energieverlust- und Verlustkostenrechnung:</b> Ein Tool (z.B. Excel oder Ähnliches), das die Energieverluste und Verlustkosten der Technikgebäude berechnet, wurde erstellt. Das Tool ermöglicht die Eingabe spezifischer Gebäudedaten und liefert automatisiert Berechnungen.	Das Tool ist benutzerfreundlich und ermöglicht eine einfache und schnelle Berechnung der Energieverluste und Verlustkosten für alle 120 Technikgebäude.	Ja. Die Software ist übersichtlich und benutzerfreundlich. Dropdown Listen und das Sperren von Zellen unterbinden die Fehleingabe durch den Anwender
<b>Verbesserungsvorschläge:</b> Ein Katalog von Verbesserungsvorschlägen, die detaillierte Massnahmen zur Reduktion der Energieverluste enthalten, inklusive einer Priorisierung der Massnahmen basierend auf Kosten-Nutzen-Analysen, wurde erstellt.	Die Verbesserungsvorschläge sind praktikabel, wirtschaftlich und führen nachweislich zu einer Reduktion der Energieverluste.	Ja. In der Software sind gängige Verbesserung eingetragen, eine Manuelle Eingabe von Verbesserungen ist ebenfalls möglich.
<b>Investitionskosten und Break-even-Analyse:</b> Die Investitionskosten für die vorgeschlagenen Massnahmen wurden aufgelistet und der Break-even-Punkt jeder Massnahme berechnet.	Die Auflistung zeigt klar, welche Massnahmen wirtschaftlich sinnvoll sind und wie lange es dauert, bis sich die Investitionen amortisieren.	Ja. Die Software zeigt eine detaillierte Kosten- Nutzen Analyse und gibt den Break even Punkt an.
<b>Einsparung bei Klimatisierung und Heizung:</b> Ein Bericht, der die potenzielle Energieeinsparungen und Kostensenkungen durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen quantifiziert, liegt vor.	Der Bericht stellt realistische Einsparpotenziale dar und unterstützt die Entscheidungsträger bei der Priorisierung der Massnahmen.	Nein. Der Nutzen würde in der Software ausgegeben. Es wurde jedoch aus mangelnder Zeit verzichtet die Auswirkungen auf Heizen und Klimatisierung zu berechnen. Siehe dazu auch Zielkontrolle
<b>Langfristige Anwendbarkeit:</b> Die Diplomarbeit dient als Dokumentation und Schulungsunterlagen, die die entwickelten Werkzeuge und Methoden erläutern und deren langfristige Anwendung sicherstellen.	Die Dokumentation ist umfassend und verständlich, und Schulungen werden durchgeführt, um die langfristige Nutzung zu gewährleisten.	Ja. Die langfristige Anwendbarkeit der Software ist gegeben. Mit der Software ist es möglich, die Verluste aller 120 Technikgebäude in nützlicher Frist aufzunehmen. Weiter ist die Software ausbaufähig und kann auf Wunsch erweitert

Ebenfalls wurden die definierten Ziele aus dem Zielkatalog auf Erfolg kontrolliert.

Tabelle 24 Zielkontrolle 2

Zielklasse	Ziel	Ziel Erreicht Ja/Nein	Bemerkung
Funktionalität:	Wärmeverluste eines Technikgebäude aufzeigen	Ja	In Software
	Wärmeverluste der Anlagen im Technikgebäude aufzeigen	Nein	Aus mangelnder Zeit und fehlenden Daten von Herstellern wurde dieses Ziel aufgeschoben.
	Wärmeeinstrahlung der Sonne aufzeigen	Ja	In Software
	Verbesserungsvorschläge zur Minimierung der Energieverluste	Ja	In Software
	Vorschläge zur Effizienzsteigerung durch erneuerbare Energien	Ja	In Software
Finanzziele:	Verlustkosten aufzeigen	Ja	In Software
	Investitionskosten und Break- even der Verbesserungsvorschläge	Ja	In Software
	Einsparung von Heizen und Klimatisieren aufzeigen	Nein	Um die Auswirkungen auf Heizen und Kühlen der Technikgebäude machen zu können erfordert es die Angaben der Wärmeverluste der Innenanlagen, welche zum gegebenen Zeitpunkt nicht vorhanden waren.
Vorgehensziele:	Analyse Tool für die einfache Aufnahme des IST- Zustandes	Ja	Software erstellt
	Anwendbar auf zukünftige Technikgebäude der BLT AG	Ja	mit Software effizient möglich

In dieser Diplomarbeit konnten nicht alle gesetzten Ziele vollständig erreicht werden. Diejenigen Ziele, die nicht erfüllt wurden, sollen zu einem späteren Zeitpunkt realisiert und in die bestehende Software integriert werden. Es ist wichtig, diese offenen Punkte in zukünftigen Arbeiten zu berücksichtigen, um die Funktionalität und den Nutzen der Software weiter zu verbessern.

### 11.3 Reflexion Weg zum Ziel

In diesem Kapitel wird der Prozess der Zielerreichung reflektiert und analysiert. Dabei werden sowohl förderliche als auch hinderliche Begebenheiten betrachtet, die den Weg zum Ziel beeinflusst haben.

#### Förderliche Begebenheiten

- **Klare Zieldefinition:** Die präzise Formulierung der Projektziele zu Beginn hat den gesamten Prozess strukturiert und fokussiert. Dies ermöglichte eine zielgerichtete und effiziente Bearbeitung der Aufgaben.
- **Unterstützung durch Experten:** Die Einbindung von Fachexperten und die regelmäßige Abstimmung mit dem Auftraggeber haben dazu beigetragen, dass die Anforderungen realistisch und umsetzbar blieben.
- **Nutzung bewährter Methoden:** Die Anwendung etablierter Projektmanagement-Methoden und -Tools, wie die SWOT-Analyse und die Nutzwertanalyse, hat die Entscheidungsfindung und Bewertung der Massnahmen erheblich erleichtert.

## Hinderliche Begebenheiten

- **Zeitliche Einschränkungen:** Die begrenzte Zeit für die Erstellung der Software und die Dokumentation führte zu einem hohen Arbeitsaufwand und einigen Nachtschichten. Dies beeinträchtigte teilweise die Qualität und Tiefe der Analysen.
- **Komplexität der Aufgaben:** Die zunehmende Komplexität der Softwareentwicklung stellte eine Herausforderung dar und erforderte zusätzliche Ressourcen und Fachkenntnisse.
- **Fehlende Vergleichsdaten:** Die fehlende Möglichkeit, die Ergebnisse der Software mit realen Messdaten zu vergleichen, erschwerte die Validierung der Berechnungen und Analysen.

## Positive Handlungsweisen

- **Effektive Kommunikation:** Regelmässige Meetings und ein offener Austausch mit allen Beteiligten förderten die Zusammenarbeit und halfen, Probleme frühzeitig zu erkennen und zu lösen.
- **Flexibilität und Anpassungsfähigkeit:** Die Bereitschaft, den Projektplan anzupassen und auf unerwartete Herausforderungen flexibel zu reagieren, trug wesentlich zum Erfolg des Projekts bei.

## Negative Handlungsweisen

- **Unterschätzung des Aufwands:** Die anfängliche Unterschätzung des zeitlichen und fachlichen Aufwands führte zu Engpässen und Stresssituationen, die vermieden hätten werden können.
- **Mangelnde Ressourcenplanung:** Eine genauere Planung der benötigten Ressourcen und Fachkenntnisse hätte einige der aufgetretenen Probleme verhindern können.

Insgesamt zeigt die Reflexion, dass trotz einiger Herausforderungen und Hindernisse die gesetzten Ziele weitgehend erreicht wurden. Die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen bieten wertvolle Einblicke für zukünftige Projekte und tragen zur kontinuierlichen Verbesserung der Arbeitsprozesse bei.

#### 11.4 Lessons learnt

Während des Projekts habe ich zahlreiche wertvolle Erkenntnisse gewonnen, die ich als “Lessons learnt” zusammenfassen möchte. Eine präzise und detaillierte Zielsetzung zu Beginn des Projekts erwies sich als äusserst hilfreich, da sie den gesamten Prozess strukturierte und mir die Fokussierung auf die wesentlichen Aufgaben erleichterte. Regelmässige Meetings und ein offener Austausch mit allen Beteiligten förderten die Zusammenarbeit und halfen mir, Probleme frühzeitig zu erkennen und zu lösen. Die Bereitschaft, den Projektplan anzupassen und flexibel auf unerwartete Herausforderungen zu reagieren, war entscheidend für den Projekterfolg. Zudem erleichterte die Anwendung etablierter Projektmanagement-Methoden und -Tools, wie die SWOT-Analyse und die Nutzwertanalyse, die Entscheidungsfindung und Bewertung der Massnahmen erheblich. Jedoch gab es auch Herausforderungen. Die anfängliche Unterschätzung des zeitlichen und fachlichen Aufwands führte zu Engpässen und Stresssituationen. Die zunehmende Komplexität der Softwareentwicklung stellte eine Herausforderung dar und erforderte zusätzliche Ressourcen und Fachkenntnisse, die nicht immer sofort verfügbar waren und die ich mir manchmal zuerst aneignen musste. Zudem erschwerte die fehlende Möglichkeit, die Ergebnisse der Software mit realen Messdaten zu vergleichen, die Validierung der Berechnungen und Analysen.

Für zukünftige Projekte empfehle ich, eine detaillierte Ressourcenplanung vorzunehmen, um Engpässe zu vermeiden und den Arbeitsaufwand besser zu verteilen. Die frühzeitige Einbindung von Vergleichsdaten und die Validierung der Ergebnisse mit realen Messungen können die Genauigkeit und Glaubwürdigkeit der Analysen erhöhen. Ein fortlaufender Austausch mit allen Beteiligten und regelmässige Updates über den Projektfortschritt sind entscheidend, um sicherzustellen, dass das Projekt in die richtige Richtung geht und alle Anforderungen erfüllt werden. Diese Erkenntnisse bieten wertvolle Einblicke und Empfehlungen, die zur kontinuierlichen Verbesserung der Arbeitsprozesse und zur erfolgreichen Durchführung zukünftiger Projekte beitragen können

#### 11.5 Ausblicke

Die Weiterentwicklung und Automatisierung der Software steht im Zentrum zukünftiger Bemühungen. Ein wichtiger Schritt dabei ist die Erweiterung der Software um die Verlustleistungen der Innenanlagen. Dies ermöglicht eine noch präzisere Analyse der energetischen Effizienz. Zudem sollte die absorbierte Sonnenenergie und deren Auswirkungen auf das Gebäudeklima berücksichtigt werden, um ein umfassenderes Bild der Energieflüsse zu erhalten.

Darüber hinaus bietet die Software grosses Potenzial für die Anwendung in verschiedenen Gebäudetypen, wie Wohngebäuden, Bürogebäuden und anderen Bauwerken. Durch ihre flexible Struktur kann sie leicht an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden. Das Tool bildet somit die Grundlage für die Berechnung und Verbesserung aller Energieverluste in einem Gebäude.

Mit diesen Erweiterungen und Anpassungen wird die Software nicht nur präziser und vielseitiger, sondern auch attraktiver für eine breitere Nutzergruppe. Sie kann dazu beitragen, die

Energieeffizienz in einer Vielzahl von Gebäuden zu optimieren und somit einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Betriebskosten zu leisten.

**Weitere einzuleitende Schritte:**

1. **Feldtests des Prototyps:** Durchführung umfangreicher Feldtests, um die Funktionalität und Zuverlässigkeit der Software in realen Bedingungen zu überprüfen.
2. **Präsentation der Ergebnisse an BLT AG:** Vorstellung der Testergebnisse und gewonnenen Erkenntnisse an die BLT AG, um Feedback und Unterstützung für die nächsten Entwicklungsschritte zu erhalten.
3. **Ausbau der Softwareberechnungen:** Erweiterung der Berechnungsalgorithmen, um noch genauere und umfassendere Analysen der Energieverluste zu ermöglichen.
4. **Verbesserung des User Interface:** Optimierung der Benutzeroberfläche, um die Bedienbarkeit und Nutzerfreundlichkeit der Software zu erhöhen.
5. **Definition von Massnahmen für Technikgebäude:** Entwicklung spezifischer Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz in Technikgebäuden, basierend auf den gewonnenen Daten und Analysen.

Durch die Umsetzung dieser Schritte wird die Software nicht nur technisch weiterentwickelt, sondern auch in ihrer praktischen Anwendung gestärkt. Dies wird dazu beitragen, die Energieeffizienz in verschiedenen Gebäudetypen zu verbessern und somit einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit und Kosteneffizienz zu leisten.

## 11.6 Eigenständigkeitserklärung

Ich, Michel Laub, erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe angefertigt habe. Alle verwendeten Quellen, einschliesslich elektronischer Quellen, sind ordnungsgemäss zitiert und kenntlich gemacht.

Ich versichere, dass ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe und dass alle direkt oder indirekt übernommenen Inhalte aus fremden Quellen als solche kenntlich gemacht sind.

Diese Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht anderweitig eingereicht oder veröffentlicht worden.

Ort, Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

## 12 Verzeichnisse

### 12.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 System Engineering	13
Abbildung 2 Projektstrukturplan	18
Abbildung 3 Zielscheibe	21
Abbildung 4 Mindmap	24

### 12.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Endergebnis / Erfolgskriterien	16
Tabelle 2 Zielkatalog	17
Tabelle 3 Zielbeziehungsmatrix	17
Tabelle 4 Präferenzmatrix	17
Tabelle 5 Zielkategorisierung	18
Tabelle 6 Eingabemaske	27
Tabelle 7 Eingabemaske Funktion	28
Tabelle 8 VBA-Programmierung	28
Tabelle 9 Datenbanken	29
Tabelle 10 Berechnung A Wände	30
Tabelle 11 Berechnung U- Wert	30
Tabelle 12 Berechnungen	31
Tabelle 13 Auswertung Berechnungen	32
Tabelle 14 Eingabemaske Isolieren	33
Tabelle 15 Eingabemaske Fenster	34
Tabelle 16 Eingabemaske Türen	34
Tabelle 17 Auswirkung Beschattung	35
Tabelle 18 Kosten-, Nutzenanalyse	37
Tabelle 19 Darstellung Verbesserungen	38
Tabelle 20 SWOT- Analyse	40
Tabelle 21 Risikoanalyse 1	41
Tabelle 22 Risikoanalyse 2	45
Tabelle 23 Zielkontrolle 1	46
Tabelle 24 Zielkontrolle 2	47

### 12.3 Literaturverzeichnis

- DeepL. (1. 11 2024). Von DeepL: <https://www.deepl.com/de/write> abgerufen
- KI. (28. 10 2024). Copilot. Von Copilot:  
<https://m365.cloud.microsoft/chat/?fromcode=bingchat&redirectid=0651CFBBAF454F18979B6C0D12412868&auth=2> abgerufen
- Schweizer, A. (28. 10 2024). Schweizer FN. Von Schweizer FN: [https://www.schweizer-fn.de/stoff/wleit\\_isolierung/wleit\\_isolierung.php](https://www.schweizer-fn.de/stoff/wleit_isolierung/wleit_isolierung.php) abgerufen
- Weissmann, K. (28. 10 2024). Youtube. Von <https://www.youtube.com/watch?v=TitNSIU-RMo> abgerufen

## 13 Anhang

### A1 Arbeitspakete

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	05.07.2024	Ende:	05.07.2024	Arbeitspaket Nr.	<b>1.1</b>
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Ausgangslage</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Kick of Meeting hat stattgefunden.						
Ziele:	Die Ausgangslage und das Problem, welche sich aus dem Kick of Meeting ergeben haben, werden schriftlich festgehalten.		Ergebnisse:	Es ist verständlich geschrieben wie die Ausgangslage aussieht und welche Probleme es zu lösen gibt.			
Aufwand:	1 Personentag						
Schnittstellen:	Kick of Meeting; System Engineering 1.2; Rahmenbedingungen; Restriktionen; Ansprechgruppen 1.3		Ressourcen:	Sitzungszimmer,			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang							

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	05.07.2024	Ende:	05.07.2024	Arbeitspaket Nr.	<b>1.2</b>
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>System Engineering</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Ausgangslage ist beschrieben (1.1)						
Ziele:	Die Rahmenbedingungen und Restriktionen werden definiert. Die Abgrenzungen im Projektsystem werden erstellt. Die Abgrenzungen werden graphisch dargestellt.		Ergebnisse:	Es wurden min. drei Rahmenbedingungen und min. 3 Restriktionen definiert. Das Projektsystem wurde erstellt und die Abgrenzung klar definiert. Es liegt eine Graphische Abgrenzung vor.			
Aufwand:	1 Personentag						
Schnittstellen:	Kick of Meeting; Ausgangslage 1.1; Rahmenbedingungen; Restriktionen; Abgrenzungen; Ansprechgruppen 1.3		Ressourcen:	Word; Visio			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ausgangslage 1.1						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	06.07.2024	Ende:	06.07.2024	Arbeitspaket Nr.	1.3
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Ansprechgruppen</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Kick of Meeting; Ausgangslage 1.1						
Ziele:	Ansprechgruppen werden ermittelt		Ergebnisse:	Die relevanten Ansprechgruppen sind ermittelt und schriftlich festgehalten.			
Aufwand:	1 Personentag						
Schnittstellen:	Kick of Meeting; Ausgangslage 1.1; System-Engeneering 1.2;		Ressourcen:	Word			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ausgangslage(1.1); Beschreibung des Problems.						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	07.07.2024	Ende:	07.07.2024	Arbeitspaket Nr.	2.1
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Projektziele</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Ist- Analyse 1;						
Ziele:	Ein Projekttrichtziel nach SMART definieren. Weitere Projektziele werden definiert, klassifiziert und priorisiert.		Ergebnisse:	Das Projekttrichtziel wurde nach SMART Methode definiert. Projektziele sind beschrieben und den Ansprechgruppen zugeteilt. Projektziele sind kategorisiert in Muss- und Kannziele. Kannziele sind priorisiert. Projektziele sind messbar.			
Aufwand:	1 Personentag						
Schnittstellen:	Kick of Meeting; Ausgangslage 1.1; System-Engeneering 1.2; Ansprechgruppen 1.3		Ressourcen:	Word; Excel; Visio			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ist- Analyse (1)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	07.07.2024	Ende:	07.07.2024	Arbeitspaket Nr.	2.2
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Projektstrukturplan (PSP)</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Ist- Analyse (1); Projektziele (2.1)						
Ziele:	Ein Projektstrukturplan wird erstellt.		Ergebnisse:	Ein Projektstrukturplan ist graphisch erstellt und zeigt die wesentlichen Schritte im Projekt auf.			
Aufwand:	1 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Word; Excell; Visio; PDF			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ist- Analyse (1); Projektziele (2.1)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	05.07.2024	Ende:	07.07.2024	Arbeitspaket Nr.	2.3
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Pflichtenheft</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Ist- Situation (1); Projektziele (2.1); PSP (2.2)						
Ziele:	Das Pflichtenheft für den projektauftrag wird erstellt.		Ergebnisse:	Das Pflichtenheft umfasst folgende Elemente: - Ausgangslage: Beschreibung des Problems - Die Systemgrenzen sind definiert - Die relevanten Ansprechgruppen sind ermittelt und informiert - Die Projektziele sind definiert, klassifiziert und priorisiert - Ein Projektstrukturplan zeigt die einzelnen Schritte des Projekts - Projektauftrag Formular ausgefüllt			
Aufwand:	3 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Word; Excell; Visio; PDF			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ist Analyse 1						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	12.08.2024	Ende:	16.08.2024	Arbeitspaket Nr.	2.3
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Arbeitspakete</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Freigabe Pflichtenheft; Projektauftrag						
Ziele:	Die Arbeitsaufträge werden definiert.		Ergebnisse:	Die Arbeitspakete (AP) des PSP sind beschrieben. Die Dauer der AP sind definiert. Der Arbeitsaufwand der AP sind ermittelt. AP haben eine Vorgänger- und Nachgänger- Abhängigkeit.			
Aufwand:	5 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Word; Excell; Visio; PDF			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ist Analyse (1); Soll Analyse (2)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	17.08.2024	Ende:	19.08.2024	Arbeitspaket Nr.	3.2
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Pläne erstellen</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Freigabe Pflichtenheft; Projektauftrag; Arbeitspakete (3.1)						
Ziele:	Ein Ablaufplan wird erstellt. Ein Terminplan wird erstellt. Ein Ressourcenplan wird erstellt. Ein Kommunikationsplan wird erstellt		Ergebnisse:	Ein Ablaufplan wurde Anhand der Arbeitspakete erstellt und liegt vor. Ein Terminplan wurde Anhand der Arbeitspakete und des Ablaufplans erstellt und liegt vor. Der Ressourcenplan beinhaltet alle Arbeitspakete mit allen notwendigen Ressourcen. Der Kommunikationsplan beinhaltet: Inhalt und Problem, dass kommuniziert wird Empfänger Wer kommuniziert Wann, wie oft und wo kommuniziert wird Welche Ressourcen genutzt werden			
Aufwand:	4 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Word; Excell; Visio; PDF; Powerpoint			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ist Analyse (1); Soll Analyse (2); Arbeitspakete (3.1)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	01.09.2024	Ende:	29.09.2024	Arbeitspaket Nr.	<b>4.1</b>
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Erstellung Tool</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Freigabe Pflichtenheft; Projektauftrag;						
Ziele:	Wir finden heraus was das tool alles machen soll und kann.		Ergebnisse:	Eine Kreativmethode wurde gewählt, beschrieben und begründet. Die Wärmeverluste sind mit folgendem Detaillierungsgrad beschrieben: a. Aufzeigen wo es Wärmeverluste gibt anhand des System Engineering. b. Berechnungen daraus sind möglich c. Lösungsvorschläge können gemacht werden			
Aufwand:	1 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Excell;			
Kosten:	0.-		Besonderes:	Aussentemperatur beachten			
Anhang	Ist Analyse (1); Soll Analyse (2); Detailplanung (3)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	01.09.2024	Ende:	03.09.2024	Arbeitspaket Nr.	<b>4.1</b>
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Erstellung Tool: DB</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Freigabe Pflichtenheft; Projektauftrag;						
Ziele:	Datenbank erstellen.		Ergebnisse:	Eine Datenbank mit den Baustoffen und deren Wärmedurchdringungskoeffizienz wurde erstellt. Eine Datenbank mit Fertigelementen wie Fenster und Türen und deren U- Wert wurde erstellt.			
Aufwand:	3 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Excell;			
Kosten:	0.-		Besonderes:	Internet Recherche; Baustoffe wie Metalle und Bodenbeläge, Anstriche ebenfalls beachten.			
Anhang	Ist Analyse (1); Soll Analyse (2); Detailplanung (3)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	20.09.2024	Ende:	24.09.2024	Arbeitspaket Nr.	<b>4.2</b>
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Erstellung Tool: UI</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Freigabe Pflichtenheft; Projektauftrag;						
Ziele:	User Interface wird erstellt		Ergebnisse:	Das User Interface sieht schlicht aus und ist einfach zu bedienen. Alle Daten werden durch befragung ermittelt. Es lässt keine undefinierten Daten zu. Es wurden Dropdown Listen für die Eingaben verwendet.			
Aufwand:	5 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Excel;VBA			
Kosten:	0.-		Besonderes:	Makro durch VBA Programmierung.xlsm			
Anhang	Ist Analyse (1); Soll Analyse (2); Detailplanung (3)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	25.09.2024	Ende:	29.09.2024	Arbeitspaket Nr.	4.3
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	Erstellung Tool: Rechnung			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Freigabe Pflichtenheft; Projektauftrag;						
Ziele:	Berechnungen werden eingefügt.		Ergebnisse:	Die eingegebenen Daten werden korrekt ausgerechnet. Rechnungsschritte wurden aufgezeigt. Resultate sind ersichtlich.			
Aufwand:	5 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Excell;			
Kosten:	0.-		Besonderes:	Formelsammlung; Vorsicht Dropdown = mehrere Antwortmöglichkeiten			
Anhang	Ist Analyse (1); Soll Analyse (2); Detailplanung (3)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	14.10.2024	Ende:	17.10.2024	Arbeitspaket Nr.	5.1
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	Lösungsvorschläge beschreiben			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Projektauftrag; Energetische Überprüfung (4)						
Ziele:	Es werden Lösungsvorschläge zur minimierung der Wärmeverluste erarbeitet.		Ergebnisse:	Es wurden Verschiedene Lösungsvorschläge gemacht. Die Lösungsvorschläge sind schriftlich beschrieben. Die Lösungsvorschläge sind logisch und realisierbar.			
Aufwand:	3 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Word; Excell; Visio;			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ist Analyse (1); Soll Analyse (2); Detailplanung (3); Energetische Überprüfung (4)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	18.10.2024	Ende:	20.10.2024	Arbeitspaket Nr.	5.2
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	Kosten- Nutzenanalyse der Lösungsvorschläge			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Auftragserteilung; Ermittlung der Wärmeverluste 4.1; Berechnung der Wärmeverluste 4.2						
Ziele:	Zu den Lösungsvorschläge zur minimierung der Wärmeverluste werden Kosten- Nutzenanalyse erstellt.		Ergebnisse:	Die Kosten der Lösungsvorschläge sind ersichtlich. Den Nutzen der Lösungsvorschläge wurde errechnet und beschrieben. Der Breakeven- Punkt der Lösungsvorschläge wurde Graphisch aufgearbeitet.			
Aufwand:	3 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Word; Excell; Visio;			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ist Analyse (1); Soll Analyse (2); Detailplanung (3); Energetische Überprüfung (4)						

<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	21.10.2024	Ende:	22.10.2024	Arbeitspaket Nr.	5.3
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Swot- und Risikoanalyse</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Auftragserteilung; Ermittlung der Wärmeverluste 4.1; Berechnung der Wärmeverluste 4.2						
Ziele:	Eine Swot Analyse wird durchgeführt und die Risiken mit einer Risikoanalyse untersucht.  Gegenmassnahmen werden definiert.  Eine zweite Risikoanalyse wird durchgeführt		Ergebnisse:	Die Risiken sind mittels Swot analysiert. Die Risiken wurden eingestuft.  Gegenmassnahmen verbessern die Risiken.  Die Verbesserung wird ersichtlich gemacht.			
Aufwand:	2 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Word; Excell; Visio;			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Ist Analyse (1); Soll Analyse (2); Detailplanung (3); Energetische Überprüfung (4) Lösungsvorschläge (5)						
<b>Arbeitspaketbeschreibung</b>		Start:	23.10.2024	Ende:	24.10.2024	Arbeitspaket Nr.	5.4
Projekt:	Energietechnische Überprüfung der Technikgebäude		Arbeitspaket:	<b>Kontrolle und Reflexion</b>			
Verantwortlicher:	Michel Laub		Auftraggeber:	Patrick Zeller, Anlagenmanager Baselland Transport AG			
Voraussetzungen	Diplomarbeit						
Ziele:	Die vordefinierten Ziele sollen auf Erreichung kontrolliert werden.  Eine Reflexion der Diplomarbeit wird geschrieben.		Ergebnisse:	Die Ziele sind zu 100% erreicht worden.  Die Reflexion enthält Problemstellungen und Fedback der Diplomarbeit.			
Aufwand:	2 Personentag						
Schnittstellen:	Detailplanung 3; Energietechnische Überprüfung 4; Lösungsvorschläge 5		Ressourcen:	Word; Excell; Visio;			
Kosten:	0.-		Besonderes:				
Anhang	Detailplanung 3						

## A2 Termin- Ablaufplan

