



DIPLOMARBEIT

Gesamtprojekt

Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn

Analyse des IST-Zustandes (Gruppenraum 1), Kühllastberechnung, Messung und Auswertung von CO₂-Gehalt, Bewertung der Optimierungsmaßnahmen

Marco Heindl

5AHMBU

Betreuer:

DI MSc Martin Striok

Analyse des IST-Zustandes (Gruppenraum 2), Messung und Auswertung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Evaluierung der Optimierungsmaßnahmen

Thomas Marschall

5AHMBU

Betreuer:

DI MSc Martin Striok

ausgeführt im Schuljahr 2015/16

Abgabevermerk:

Datum: 08.04.2016

übernommen von:

HTBL Hollabrunn

Höhere Lehranstalt für Maschinenbau

Ausbildungsschwerpunkt Umwelt- und Verfahrenstechnik

Eidesstattliche Erklärung

Ich (Wir) erkläre(n) an Eides statt, dass ich (wir) die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe(n).

Hollabrunn, am 08.04.2016



Marco HEINDL



Thomas MARSCHALL

1 Themenstellung

Titel: Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn

Verlauf
16.09.2015 um 11:43 Die Themenstellung "Solarbrunn " (Marco Heindl, Thomas Marschall) wurde eingereicht.
16.09.2015 um 21:12 Die Themenstellung "Solarbrunn " (Thomas Marschall) wurde vom Betreuer / von der Betreuerin akzeptiert.
22.09.2015 um 16:32 Die Themenstellung "Solarbrunn " (Thomas Marschall) wurde vom zuständigen Abteilungsvorstand akzeptiert.
06.10.2015 um 21:31 Die Themenstellung "Solarbrunn " (Thomas Marschall) wurde vom Direktor / von der Direktorin akzeptiert.
20.10.2015 um 09:44 Die Themenstellung "Solarbrunn " (Marco Heindl, Thomas Marschall) wurde vom Landesschulinspektor / von der Landesschulinspektorin abgelehnt.
23.10.2015 um 11:12 Die Themenstellung "Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn" (Marco Heindl, Thomas Marschall) wurde eingereicht.
23.10.2015 um 17:49 Die Themenstellung "Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn" (Thomas Marschall) wurde vom Betreuer / von der Betreuerin akzeptiert.
30.10.2015 um 08:12 Die Themenstellung "Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn" (Thomas Marschall) wurde vom zuständigen Abteilungsvorstand akzeptiert.
02.11.2015 um 18:12 Die Themenstellung "Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn" (Thomas Marschall) wurde vom Direktor / von der Direktorin akzeptiert.
06.11.2015 um 07:31 Die Themenstellung "Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn" (Thomas Marschall) wurde vom Landesschulinspektor / von der Landesschulinspektorin genehmigt.
08.04.2016 um 07:42 Die Arbeit "Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn" (Marco Heindl, Thomas Marschall) wurde eingereicht.

Schule

Höhere technische Bundeslehranstalt HOLLABRUNN

Abteilung(en)

Hauptverantwortlich: Maschinenbau

AV

Hauptverantwortlich: Herbert Tober

Ausbildungsschwerpunkt/-zweig

5AHMBU

Reifeprüfung

2016

Betreuer/innen

Hauptverantwortlich: Martin Striok

Projektteam (Arbeitsaufwand)

Name	Subthema	Klasse	Arbeitsaufwand
Thomas Marschall (Hauptverantwortlich)	Analyse des IST-Zustandes (Gruppenraum 2), Messung und Auswertung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Evaluierung der Optimierungsmaßnahmen	5AHMBU	180 Stunden
Marco Heindl	Analyse des IST-Zustandes (Gruppenraum 1), Kühllastberechnung, Messung und Auswertung von CO ₂ -Gehalt, Bewertung der Optimierungsmaßnahmen	5AHMBU	180 Stunden

Projektpartner

Aufgabenstellung

Da im Hollabrunner Kindergarten in der Robert Löfflerstraße 7 ein nicht zufriedenstellendes Raumklima herrscht, soll im Zuge eines Sparkling Science Projektes die Behaglichkeit im Kindergarten verbessert werden. Dabei handelt es sich um ein abteilungsübergreifendes Projekt der HTL Hollabrunn in Kooperation mit der TU Wien (Fakultät für Physik).

Zielsetzung

Die Behaglichkeit im Kindergarten soll durch unterschiedliche Optimierungsmaßnahmen

verbessert werden.

geplantes Ergebnis

Durch eine bedarfsgerechte Lüftungsregelung und eine Reduktion der internen und externen Lasten sollen die Behaglichkeitswerte im Kindergarten optimiert werden.

Meilenstein (stichwortartige Auflistung, höchstens 6 Punkte)

27.02.2015 Evaluierung des IST-Zustandes

28.08.2015 Durchführung von Messungen

02.10.2015 Auswertung der Messergebnisse

27.11.2015 Evaluierung der Optimierungsmaßnahmen

01.04.2016 Dokumentation der Diplomarbeit

Rechtliche Regelung (mit dem/den Projektpartner/n erfolgt durch)

Dokumente

[4744-20151023-110827.pdf](#)

Dank

Vielen Dank an die Mitwirkenden der Fakultät für Physik, die uns über die gesamte Dauer der Diplomarbeit Rede und Antwort standen. Besonders möchten wir uns bei Frau Bartosch und Herrn Schlosser bedanken.

Unser Dank geht besonders an unseren Betreuungslehrer Herrn Martin Striok, der uns im Laufe des gesamten Projektes mit seinem Wissen über Klimatechnik und Gebäudeplanung zur Seite stand.

Ebenfalls bedanken wollen wir uns bei Herrn Josef Keck, der uns jederzeit bei Fragen über den Landeskindergarten in Hollabrunn geholfen hat.

	HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT HOLLABRUNN
	Fachrichtung: Maschinenbau Ausbildungsschwerpunkt: Umwelt- und Verfahrenstechnik

Diplomarbeit Dokumentation

Namen der Verfasser/innen	Marco HEINDL, Thomas MARSCHALL
Jahrgang / Klasse Schuljahr	5AHMBU, 2015/16
Thema der Diplomarbeit	Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn
Kooperationspartner	Fakultät für Physik, Gemeinde Hollabrunn, Landeskindergarten Hollabrunn

Aufgabenstellung	Da im Hollabrunner Kindergarten in der Robert-Löfflerstraße 7 ein nicht zufriedenstellendes Raumklima herrscht, soll im Zuge eines Sparkling Science Projektes die Behaglichkeit im Kindergarten verbessert werden. Dabei handelt es sich um ein abteilungsübergreifendes Projekt der HTL Hollabrunn in Kooperation mit der TU Wien (Fakultät für Physik).
------------------	--

Realisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluierung des IST-Zustandes • Auswahl der Messgeräte • Durchführen von Behaglichkeitsmessungen an der HTL Hollabrunn • Messungen im Kindergarten • Auswertung der Messergebnisse • Evaluierung der Optimierungsmaßnahmen
--------------	---

Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Temperatur steigt im Sommer auf über 30°C • Die Luftfeuchtigkeit ist zu niedrig • Keine ausreichende Beschattung im Obergeschoss vorhanden • Wenig bis gar keine Temperaturabsenkung über Nacht
------------	--

Typische Grafik, Foto etc.
(mit Erläuterung)



Auf dieser Abbildung ist der Landeskindergarten Hollabrunn in der Robert-Löfflerstraße 7 zu sehen. Unsere Aufgabe ist es diesen Kindergarten in ein „Green Building“ zu verwandeln. Als Maschinenbauabteilung mit dem Ausbildungsschwerpunkt Umweltechnik haben wir uns auf die Wohnraumlüftung und die Beschattungsvarianten spezialisiert. Auf dem Bild ist einer der sechs Gruppenräume von außen ersichtlich. Unsere Verbesserungsvorschläge sollen vor allem für das Obergeschoss erstellt werden, da dort die höchsten Temperaturen liegen.

Teilnahme an Wettbewerben,
Auszeichnungen

Bosch Technik fürs Leben, Enersol

Möglichkeiten der
Einsichtnahme in die Arbeit

HTL Hollabrunn

Approbation
(Datum / Unterschrift)

Prüfer/in

Abteilungsvorstand / Direktor/in

	HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT HOLLABRUNN COLLEGE of ENGINEERING	
	Department:	Mechanical Engineering
	Educational focus:	Environment and Process Engineering

Diploma Thesis Documentation

Author(s)	Marco HEINDL, Thomas MARSCHALL
Form Academic year	5AHMBU, 2015/2016
Topic	Optimization of the comfort in a kindergarten in Hollabrunn
Co-operation partners	Department of Physics

Assignment of tasks	<p>As the indoor climate in the Landeskindergarten Hollabrunn in the Robert-Löfflerstraße 7 is not satisfied, the comfort in the kindergarten should be improved as a part of a Sparkling Science Project. It is an interdepartmental project of the HTL Hollabrunn in cooperation with the Vienna University of Technology (Faculty of Physics)</p>
---------------------	--

Realization	<ul style="list-style-type: none"> • evaluation of the current situation • selection of the measuring instruments • measurements at the HTL Hollabrunn • measurements in the kindergarten • interpretation of the measurement results • evaluation of the improvements
-------------	--

Results	<ul style="list-style-type: none"> • The temperature rises over 30 degrees • The humidity is very low • The shading in the first floor is not satisfied • There is no lowering of the temperature during the night
---------	--

Illustrative graph, photo
(incl. explanation)



This is the Kindergarten in Hollabrunn, Robert-Löfflerstraße 7. At our diploma thesis the comfort of the kindergarten should be improved and converted into a "Green Building".

As a mechanical engineering department with the key course element environmental technology, we specialized our project on the ventilation system and the shadowing. On the picture one of the six group rooms of the kindergarten is shown. Improvement suggestions for the first floor should be created, because there the biggest problems have occurred.

Participation in competitions
Awards

Bosch Technik fürs Leben, Enersol

Accessibility of diploma
thesis

HTL Hollabrunn

Approval
(Date / Sign)

Examiner

Head of Department / College

Inhaltsverzeichnis

1	Themenstellung.....	2
2	Einleitung (Zielsetzung & Aufgabenstellung)	3
2.1	SOCIAL Green Building Projekt SOLARBRUNN	3
2.2	Hintergrundinformationen	4
2.2.1	Ursprüngliche Ziele des Forschungsprojekts	4
2.2.2	Projektbeteiligte.....	4
3	Konzept und individuelle Zielsetzung.....	6
4	Aufgabenteilung und Terminplan.....	7
5	Grundlagen und Methoden.....	8
5.1	Nachhaltigkeit.....	8
5.1.1	Definition	8
5.1.2	Geschichte der Nachhaltigkeit.....	8
5.1.2.1	Carl von Carlowitz (1645-1714).....	9
5.1.3	Nachhaltigkeitsgedanken in der EU.....	9
5.1.4	Nachhaltigkeitsgedanken in Unternehmen	10
5.2	Green Building [4]	10
5.2.1	Definition	10
5.2.2	Allgemein	11
5.2.3	Herausforderungen	12
5.2.4	Merkmale eines Green Buildings.....	12
5.2.5	Zertifizierungssysteme	13
5.2.5.1	Allgemein	13
5.2.5.2	Einteilung	13
5.3	Temperatur	14
5.3.1	Definition	14
5.3.2	Gefühlte Temperatur	15
5.3.2.1	Faktoren der gefühlten Lufttemperatur	15
5.3.2.2	Klima-Michel-Modell.....	16
5.3.3	Behaglichkeit.....	16
5.4	Luftfeuchtigkeit [10].....	17
5.4.1	Allgemein	17
5.4.2	Relative Luftfeuchtigkeit	18
5.4.2.1	Beispiele	19
5.4.3	Optimale Luftfeuchtigkeit.....	19
5.4.3.1	Luftfeuchtigkeit erhöhen.....	19
5.4.3.2	Luftfeuchtigkeit senken.....	20
5.4.4	Luftfeuchtigkeit in Wohngebäuden	20
5.5	CO ₂ -Gehalt.....	22
5.5.1	Treibhauseffekt	24
5.5.2	CO ₂ -Gehalt im Laufe der Zeit	25
5.6	Lüftungsanlage.....	26
5.6.1	Geschichte der Lüftungsanlagen.....	26
5.6.2	Arten der Lüftung und Lüftungsanlagen	27
	Mechanische Lüftung	28
	Freie Lüftung	29
	Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung	29
5.7	Sonnenschutz [17]	31
5.7.1	Geschichte des Sonnenschutzes	31

5.7.2	Sonnenschutzarten	32
5.7.3	Anforderungen an den Sonnenschutz	33
5.7.4	Außenliegender Sonnenschutz	34
5.7.4.1	Beweglicher außenliegender Sonnenschutz.....	34
5.7.4.2	Feststehender außenliegender Sonnenschutz	35
5.7.5	Sonnenschutz Innen	36
5.7.5.1	Treibhauseffekt	36
5.7.5.2	Einsatzbereich	37
6	Messungen im Kindergarten.....	38
6.1	Ist-Situation	38
6.1.1	Gebäude	38
6.1.2	Lüftungsanlage im Landeskindergarten.....	40
6.1.3	Beschattung im Landeskindergarten	41
6.2	Messgeräte	42
6.3	Messbericht von 21.04.2015 bis 24.04.2015	43
6.3.1	Messzeitpunkt	43
6.3.2	Messort	43
6.3.3	Erkenntnisse aus der Messung	44
6.3.3.1	Temperatur	45
6.3.3.2	CO ₂ -Gehalt	45
6.3.3.3	Luftfeuchtigkeit.....	46
6.4	Messbericht von 23.06.2015 - 26.06.2015.....	47
6.4.1	Messzeitpunkt	47
6.4.2	Messort	47
6.4.3	Erkenntnisse aus der Messung	48
6.4.3.1	Temperatur	48
6.4.4	Schlussfolgerungen.....	50
6.5	Messbericht von 21.7.2015 bis 25.7.2015	51
6.5.1	Messzeitpunkt	51
6.5.2	Messort	51
6.5.3	Erkenntnisse aus der Messung	52
6.5.3.1	Temperatur	52
6.5.3.2	Luftfeuchtigkeit.....	54
6.5.3.3	CO ₂ -Gehalt	55
6.5.4	Schlussfolgerung.....	55
6.6	Messbericht vom 17.11.2015 bis 20.11.2015	56
6.6.1	Messzeitpunkt	56
6.6.2	Messort	56
6.6.3	Erkenntnisse aus der Messung	57
6.6.3.1	Temperatur	58
6.6.3.2	Luftfeuchtigkeit.....	59
6.6.3.3	CO ₂ -Gehalt	60
6.6.4	Schlussfolgerung.....	60
7	Ergebnisse	61
7.1	Allgemein	61
7.2	Kühllastberechnung.....	62
7.2.1	Innere Kühllast	62
7.2.2	Äußere Kühllast.....	62
7.2.3	Berechnung.....	62
7.3	Anforderungen an die Optimierungsmaßnahmen	65
7.4	Sonnenschutzfolie	65
7.4.1	Beispiel für Wirkung einer Sonnenschutzfolie.....	65
7.4.2	Vorteile.....	66

7.4.3	Angebot	66
7.5	Refleksol	67
7.5.1	Angebot	68
7.6	Querdurchlüftung	70
7.7	Raffstore	73
7.8	Vergleich der Optimierungsmaßnahmen	75
8	Quellen- / Literaturverzeichnis	77
9	Verzeichnis der Abbildungen	81
10	Verzeichnis der Tabellen	83
11	Begleitprotokolle.....	I
11.1	Zeitplan Heindl.....	I
11.2	Zeitplan Marschall.....	V
12	Anhang.....	IX
12.1	Projektdokumentation	IX
12.1.1	Besprechungsprotokolle.....	IX

2 Einleitung (Zielsetzung & Aufgabenstellung)

2.1 SOCIAL Green Building Projekt SOLARBRUNN

Schüler_innen und Wissenschaftler_innen entwickeln Vorschläge zur Umgestaltung eines öffentlichen Gebäudes, in dem die NutzerInnen sich wohlfühlen und das möglichst wenig Energie verbraucht

Im Sparkling Science-Projekt „SOLARbrunn: Mit der Sonne in die Zukunft“ erarbeiteten Schülerinnen und Schüler von vier Abteilungen der HTL Hollabrunn (Elektronik, Elektrotechnik, Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Umwelttechnik, Wirtschaftsingenieurwesen) die Vorstellung eines lebenswerten Gebäudes, das energietechnisch auf dem letzten Stand des Wissens ist. Die Schüler und Schülerinnen wurden dabei von ihren HTL-Lehrkräften, Lehramtsstudierenden und zwei Physikdidaktikerinnen der Fakultät für Physik der Universität Wien, einem Physiker der Gruppe „Elektronische Materialeigenschaften“ sowie einer Sozialanthropologin des Umweltdachverbands unterstützt.

Ziel war ein Konzept für die Umwandlung eines Gebäudes in ein „Green Building“ zu erstellen. Die Schülerinnen und Schüler untersuchten verschiedenste Möglichkeiten, um ein bestehendes Gebäude – den niederösterreichischen Landeskindergarten Robert Löfflerstraße in der Stadt Hollabrunn – nach den Kriterien für ein „Green Building“ umzugestalten. Dafür erhoben sie zwischen Herbst 2014 und Frühjahr 2016 unterschiedliche technische, wirtschaftliche und soziale Daten und erarbeiteten Maßnahmen für die Umgestaltung.

Bei der Umwandlung eines Gebäudes in ein „Green Building“ geht es nicht in erster Linie um die Bereitstellung der Energie an sich, sondern darum, wie und wofür die Energie genutzt wird (für Heizen, Lüften, Licht, Warmwasser etc.). Für diese Nutzungen sollen dann unterschiedliche Lösungen gefunden werden, am besten gemeinsam mit den Nutzer_innen und den für das Gebäude verantwortlichen Behörden (beim Kindergarten die Gemeinde), sodass diese auch akzeptiert und über einen längeren Zeitraum umgesetzt werden. Neben diesen ökologischen und sozialen Aspekten spielen wirtschaftliche und politische Faktoren ebenfalls eine Rolle. Die vorgeschlagenen Änderungen sollen in Anschaffung und Wartung kostengünstig sein. Um Vorschläge zur Umwandlung nach diesen Kriterien der Nachhaltigkeit optimal auszuarbeiten, diskutierte das Projektteam in verschiedenen Stakeholderdialogen Zwischenergebnisse mit der Kindergartenleitung und der Gemeinde Hollabrunn als Betreiberin des Kindergartens.

Im Lauf des Projekts kristallisierte sich immer stärker heraus, dass rein technische Vorschläge für die Umgestaltung unzureichend sind. Die Beobachtungen und Bedürfnisse des Kindergartenpersonals (und der Kinder) zu Wohlbefinden im Gebäude (z.B. auf Grund von Luftqualität und Raumklima) waren von zentraler Bedeutung. Sie müssen von den ExpertInnen berücksichtigt werden, um die Nutzung und Wartung von energieeffizienten Gebäuden zu optimieren.

Für die gelingende Umwandlung eines Gebäudes in ein „Green Building“ ist daher kooperative Gestaltung von technischen Lösungen Voraussetzung. Die Kommunikation zwischen ExpertInnen und Laien zu Technik und ihrer Nutzung hat strukturellen Charakter. Sie ist nicht nur für die Betroffenen relevant, sondern sollte auch im wissenschaftlichen und schulischen Kontext mehr Beachtung finden. Für ein „green building“ ist die technische (energetische) Optimierung genauso relevant wie der soziale Aspekt – die Berücksichtigung der Erfahrungen und des Wohlbefindes der Nutzer_innen. Dies verändert gleichzeitig das maskuline Image von Technik und verweist auf Gender als strukturelle Dimension.

Aufbauend auf diesen Felderfahrungen entwickelt das Projektteam bis Herbst 2016 sowohl pädagogisch-didaktische Konzepte für die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften für Unterricht zu Energie im Kontext von Nachhaltigkeit als auch ein Konzept für einen Stakeholderdialog zu nachhaltigen Gebäuden in anderen österreichischen Gemeinden.

2.2 Hintergrundinformationen

2.2.1 Ursprüngliche Ziele des Forschungsprojekts

Ziel 1:

Erhebung von Energienutzungsdaten eines Gebäudes in Hollabrunn und Entwicklung von Maßnahmen zur Umgestaltung in ein "green building" mit Hilfe von Photovoltaik.

Ziel 2:

Entwicklung und Evaluation von pädagogisch-didaktischen Konzepten für die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften für die Realisierung von Unterricht zu Energie und Nachhaltigkeit unter Berücksichtigung von Gender- und Diversitätsaspekten.

Ziel 3:

Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines Konzepts für einen Stakeholderdialog zu nachhaltiger Nutzung und Bereitstellung von Energiedienstleistungen in einer Gemeinde.

2.2.2 Projektbeteiligte

Projektleitung:

Dr.ⁱⁿ Ilse Bartosch, Fachdidaktik Physik und Gender-Forschung, Fakultät für Physik, Universität Wien

Projektbeteiligte:

Dr. Viktor Schlosser, Gruppe „Elektronische Materialeigenschaften“, Fakultät für Physik, Universität Wien

Mag.^a Roswitha Avalos-Ortiz, Fachdidaktik Physik, Fakultät für Physik, Universität Wien

Dr.ⁱⁿ Anna Streissler, Sozialanthropologin, Spezialistin für Bildung für nachhaltige Entwicklung, Umweltdachverband

Direktor DI Wolfgang Bodei

HTL Hollabrunn (4 der insgesamt 5 Abteilungen, nämlich Abteilung für Elektronik, Abteilung für Elektrotechnik, Abteilung für Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Umwelttechnik, Abteilung für Wirtschaftsingenieurwesen)

Judith Haslinger, Leiterin des Niederösterreichischen Landeskindergartens Robert Löfflerstraße, Hollabrunn

Bürgermeister Erwin Bernreiter
Stadtgemeinde Hollabrunn

Laufzeit: 01.10.2014-30.09.2016

Fördernde Institution: Sparkling Science (BMWFW)

Homepage: www.sparklingscience.at/de/SOLARbrunn.html

3 Konzept und individuelle Zielsetzung



Abbildung 1: Projektteam (Betreuer Striok, Heindl, Marschall, Student Senk)

Das Thema unserer Diplomarbeit war es ein Konzept zu Steigerung der Behaglichkeit in dem Landeskindergarten Hollabrunn in der Robert-Löfflerstraße zu erstellen. Durch verschiedenste Messungen in den Kindergartenräumen sollten Temperatur-, Luftfeuchtigkeits-, und CO₂-Werte ermittelt werden, welche später zur Evaluierung der Optimierungsmaßnahmen herangezogen wurden. Dieses Konzept wird am Ende der Arbeit der Stadtgemeinde Hollabrunn vorgestellt. Es ist ein abteilungsübergreifendes Projekt an der HTL Hollabrunn, an dem die Maschinenbau,- Elektronik,- Elektrotechnik- und Wirtschaftsingenieurabteilungen teilgenommen haben. Unsere Arbeit wurde durch das Sparkling Science Projekt des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft gefördert. Die Aufgabe unserer Diplomarbeit war es mithilfe von Studenten der Universität Wien (Fakultät für Physik) den Landeskindergarten Hollabrunn in ein „Green Building“ zu verwandeln und Optimierungsmaßnahmen zur Steigerung der Behaglichkeit und des Wohlfühlfaktors zu finden. Hierfür sollte jede Abteilung ein abteilungsspezifisches Konzept zur Erhöhung dieser Faktoren entwickeln. Wir befassten uns im Detail mit der Optimierung der Lüftung und der Beschattung der einzelnen Kindergartenräume. Aufgrund der durchgeführten Messungen wurden verschiedenste Lösungsansätze für die vorhandenen Probleme gesucht. Das Projekt wurde durch Frau Dr. Ilse Bartosch und Herrn Ass. Prof. Dr. Viktor Schlosser von der Fakultät für Physik begleitet. Außerdem wurde die Diplomarbeit jeweils von einem Studenten der Fakultät für Physik unterstützt. Ein weiterer Partner war das Forum Umweltbildung in Form von Dr. Anna Streißler.

4 Aufgabenteilung und Terminplan

Die Aufgaben wurden gemäß nachfolgender Tabelle den Verantwortlichen zugeteilt und mit Fertigstellungsterminen versehen:

Aufgaben	Verantwortlicher / Verantwortliche	Fertigstellungstermin
Evaluierung des IST-Zustandes (Gruppenraum 1)	Heindl	25.11.2015
Evaluierung des IST-Zustandes (Gruppenraum 2)	Marschall	25.11.2015
Kühllastberechnung	Heindl	03.11.2015
Messung und Auswertung von CO ₂ -Gehalt	Heindl	25.11.2015
Messung und Auswertung von Temperatur	Marschall	25.11.2015
Messung und Auswertung von Luftfeuchtigkeit	Marschall	25.11.2015
Dokumentation der Diplomarbeit	Heindl, Marschall	27.03.2016

5 Grundlagen und Methoden

5.1 Nachhaltigkeit

5.1.1 Definition

Der Begriff Nachhaltigkeit wird in der heutigen Zeit sehr oft verwendet. Vor allem wird er von Politikern benutzt, um über unsere Zukunft zu philosophieren. Die meisten Leute bringen die Nachhaltigkeit mit dem Begriff des Umweltschutzes und der Wirtschaft in Verbindung.

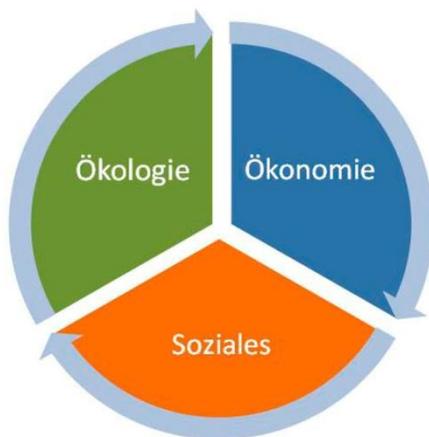


Abbildung 2: Symbol der Nachhaltigkeit mit den drei Bereichen Ökologie Ökonomie und Soziales [24]

Abbildung 2 zeigt die drei Hauptsäulen der Nachhaltigkeit. An diese drei Säulen wird der Begriff der Nachhaltigkeit angelehnt. Die drei Bereiche sind: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Jedoch sollten sich die einzelnen Sektoren überschneiden.

5.1.2 Geschichte der Nachhaltigkeit

Die nachhaltige Entwicklung hat viele Wurzeln, schon in der Zeit der Indianer wurde der nachhaltige Lebensstil gelebt. So haben die Menschen zu dieser Zeit nicht alle Fische gefischt, sondern nur einen Teil davon, um später auch noch etwas davon zu haben. Im Laufe der Jahre wurde das nachhaltige Wirtschaften sehr stark von Bauern und Jägern ausgeübt, welche sich einen „Nachhalt“ anlegten um in Notzeiten zu überleben. Die ersten festgehaltenen Schriften über Nachhaltigkeit wurden von Hans Carl von Carlowitz (1645-1714) verfasst. Er forderte eine Form der Holzwirtschaft, bei der immer nur so viele Bäume abgeholzt werden, wie durch Wiederaufforstung nachwachsen können. [1]

5.1.2.1 Carl von Carlowitz (1645-1714)

Er war ein Oberberghauptmann aus Freiburg und wird immer wieder als Erfinder des Begriffs Nachhaltigkeit genannt. Zur damaligen Zeit war Holz einer der Hauptrohstoffe. Es wurde in Produktionsprozessen, im Schiffsbau und zur Energieerzeugung und zum Ausbau von Bergwerken verwendet, was in weiten Teilen Deutschlands zur Übernutzung führte. Carl von Carlowitz erkannte dieses große Problem und entwickelte eine Lösung. Er schrieb ein Buch, welches er dem Adel zukommen ließ. *„Verwundern muss man sich wohl, dass die meisten vermögendsten Leute auf große Häuser, Paläste, Schlösser und dergleichen Baue, ihr meist Vermögen anwenden; wäre aber vielleicht besser wenn sie ihren Grund und Boden anzubauen, und zu verbessern suchten, als welches doch ihnen so wohl, als denen Nachkommen und dem gemeinen Besten weit nutzbarer fallen dürfte.“*; hieß es in dem Buch: "Sylvicultura oeconomica". Aus diesem Konzept des sehr weisen Carl von Carlowitz entwickelten sich später die ersten Anleitungen zur Forstwirtschaft wie wir sie heutzutage kennen. [2]

5.1.3 Nachhaltigkeitsgedanken in der EU

In der Europäischen Union wird die nachhaltige Entwicklung sehr ernst genommen. Dafür wurde im Jahr 2001 die erste Nachhaltigkeitsstrategie entwickelt. In Dokumenten wird diese meist als EU-SDS-Strategie bezeichnet. Die SDS-Strategie ergänzte die „Lissabon-Strategie“ um die Umweltdimension. Die Nachhaltigkeitsstrategie erfüllt die wirtschaftlichen,- sozialen,- und umweltpolitischen Aspekte. Durch mehrere Überarbeitungen wurde im Jahr 2006 eine erneuerte Fassung durch den europäischen Rat beschlossen.

In dieser Fassung der Nachhaltigkeitsstrategie wurden folgende Bereiche definiert:

- Klimawandel und saubere Energie
- nachhaltiger Verkehr
- nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion
- Erhaltung und Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen
- Gesundheit
- globale Herausforderungen in Bezug auf Armut und nachhaltige Entwicklung
- soziale Eingliederung, Demografie und Migration

[20]

5.1.4 Nachhaltigkeitsgedanken in Unternehmen

In den letzten Jahren wurden die Strategien und die Ziele der Unternehmen immer mehr verändert. Noch vor 30 Jahren war es das einzige Ziel den Gewinn der Firma zu erhöhen. Doch in den letzten Jahren geriet dieser Gedanke in den Hintergrund. Heute werden diese Ziele immer mehr von Begriffen wie "Nachhaltigkeit", "Corporate Social Responsibility" oder "Corporate Citizenship" geprägt. Die Kernaussage dieser Begriffe ist im Grunde die, dass die Wirtschaft ihre Aufgabe nicht alleine darin sieht, Gewinne zu maximieren. Sie bekennt sich auch dazu, im sozialen und ökologischen Bereich verantwortlich zu handeln.

Dafür gibt es verschiedenste Modelle und Systeme:

- Das erste Modell versucht mit internen Anreizen für die Mitarbeiter die Nachhaltigkeit zu fördern.
- Außerdem werden betriebliche Umweltinformationssysteme erstellt.
- Corporate Social Responsibility ist ein weiteres Modell. Dieses beschreibt den freiwilligen Beitrag der Wirtschaft zur nachhaltigen Entwicklung:

„Konzept, das den Unternehmen als Grundlage dient, auf freiwilliger Basis soziale Belange und Umweltbelange in ihre Unternehmenstätigkeit und in die Wechselbeziehungen mit den Stakeholdern zu integrieren“ [38]

5.2 Green Building [4]

5.2.1 Definition

"Als grünes Gebäude (engl. green building) wird ein Gebäude bezeichnet, dessen Ressourceneffizienz in den Bereichen Energie, Wasser und Material erhöht ist, während gleichzeitig die schädlichen Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt reduziert sind, indem bei der Planung und Sanierung von entsprechenden Konstruktionen auf besonders ressourcenschonendes Bauen Wert gelegt wird. Von diesen Maßnahmen sind von der Anlage, der Planung und der Konstruktion über den Betrieb, die Wartung und die Demontage alle Bereiche des Lebenszyklus eines Gebäudes betroffen". [3]

5.2.2 Allgemein

42% des gesamten Energieverbrauches der EU entfallen auf das Bauwesen. Durch den Klimawandel versuchen die Regierungen durch Verschärfungen der Baurichtlinien, Verschärfungen der Umweltrichtlinien und durch Erhöhung der Energiesteuer die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit der Gebäude zu steigern. Somit soll die Umwelt geschont werden.

Ein Green Building hat hohe Investitionskosten, doch man hat in der Regel während der Nutzungszeit weniger Energieverbrauch und dadurch geringere Energiekosten. Ein Green Building (blauer Verlauf in Abbildung 3) ist auf lange Sicht gesehen kostengünstiger als ein herkömmliches Gebäude (grauer Verlauf in Abbildung 3).

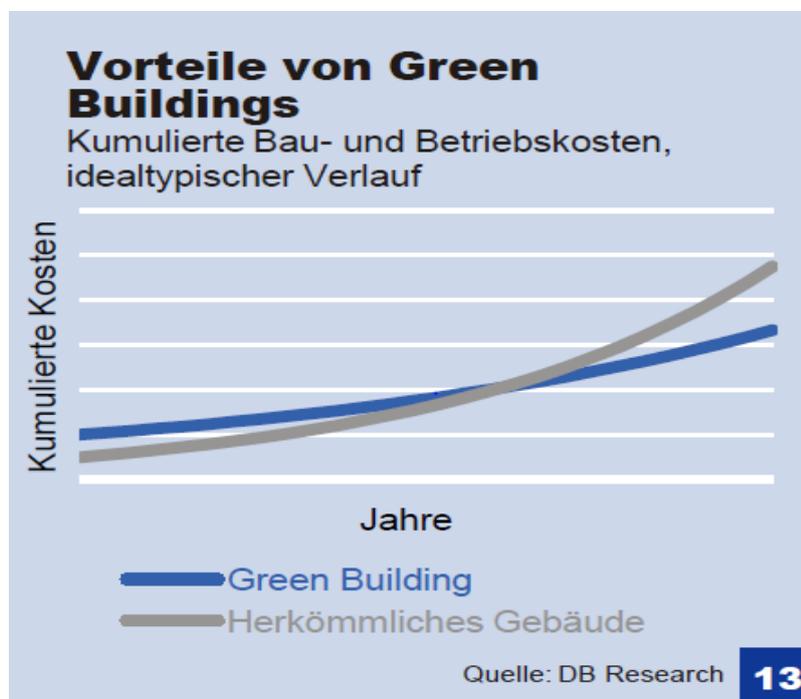


Abbildung 3: Bau- und Betriebskosten eines Green Buildings und eines herkömmlichen Gebäudes [3]

Bei einem Green Building ist nicht nur die Reduzierung des Energieverbrauches wichtig. Es fließen auch ökologische, gesundheitliche und soziale Aspekte ein.

Wichtig ist auch die Unterscheidung zu einem "grünen" Gebäude. Ein Niedrigenergiehaus beinhaltet keine ökologischen oder sozialen Aspekte. Es wird hier einfach nur versucht den Energieverbrauch zu vermindern. Ein Green Building geht jedoch über energiesparende Aspekte hinaus.

Ab 2021 sollen Neubauten in EU-Staaten Nullenergiehäuser sein, das hat zur Folge dass Green Buildings zum Standard werden.

5.2.3 Herausforderungen

- Es gibt große Probleme beim Vergleich eines Green Buildings mit einem herkömmlichen Haus, weil es keine eindeutigen Kennziffern gibt. Das schreckt natürlich viele Investoren ab.
- Ein weiteres Problem ist, dass es nur wenige Zertifikate und Zertifizierungssysteme gibt.
- Durch die hohen Investitionskosten sind die Mietpreise sehr hoch.
- Der Bau eines Green Buildings benötigt spezielle Kenntnisse.

5.2.4 Merkmale eines Green Buildings

- Einbeziehung sozialer Aspekte
- Gute Wohnverhältnisse
- Abfallreduzierung
- Schonende Nutzung von Ressourcen
- Rücksichtnahme auf die Umgebung
- Umweltfreundliche Baumaterialien
- Einbeziehung ökologischer Aspekte
- Einbeziehung gesundheitlicher Aspekte
- Reduzieren des Energieverbrauches
- Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel

5.2.5 Zertifizierungssysteme

5.2.5.1 Allgemein

Ein Zertifizierungssysteme soll die bautechnischen Vorgaben, Richtlinien und Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden vereinheitlichen. Erfüllt ein Gebäude die definierten Anforderungen bekommt es ein Zertifikat. Meist gibt es eine Einstufung in drei bis vier Stufen. Die Systeme sind unterschiedlich, bewerten gewisse Kategorien stärker, schwächer oder gar nicht. Die Kategorien sind Wasser, Energie, Standort, Nähe zu öffentlichen Verkehrsmitteln und Wohnkomfort. In umweltbewussten Ländern gibt es nicht viele Zertifizierungen, da die Anforderungen an die Gebäude generell schon sehr hoch sind. In den weniger umweltbewussten Ländern gibt es jedoch viele zertifizierte Gebäude, weil es wie zum Beispiel in den USA einfach üblich ist.

5.2.5.2 Einteilung



Abbildung 4: Einteilung der Zertifizierungssysteme nach Ländern [3]

Gemäß Abbildung 4 gibt es folgende Zertifizierungssysteme:

- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)
 Ältestes und am weitesten verbreitetes System. Es ist 1990 in Großbritannien entstanden.

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

Ist 1996 in den USA entstanden, entwickelte sich sehr gut und weitete sich auch auf viele andere Länder aus. LEED hat BREEAM bei den Zertifizierungszahlen in den USA schon überholt. LEED ist Vorreiter bei der Rezertifizierung.

- DGNB (Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen)

Gibt es seit 2009, ist in Deutschland entstanden, hat höhere Umweltstandards als die USA (BREEAM) und ist eines der umfassendsten Systeme der Welt. Es ist umfangreicher, weil hier auch ökonomische und soziale Aspekte einbezogen werden.

- HQE (Haute Qualite Environmentale)

Dieses System wird in Frankreich verwendet und wurde 1996 erstellt. Kostenaspekte werden hier nicht berücksichtigt.

Ein Green Building Zertifikat wäre zum Beispiel für eine Firma eine gute Werbung, weil so ein Zertifikat unter anderem ein gutes Raumklima und eine gute Tageslichtnutzung voraussetzt. Dies würde den Produktivitätsfaktor enorm steigern. Außerdem ist für einen jungen Menschen ein Betrieb, der soziale Aspekte berücksichtigt, attraktiver.

5.3 Temperatur

5.3.1 Definition

Jede Materie setzt sich aus winzig kleinen Teilchen zusammen. Die Teilchen (siehe Abbildung 5) bewegen sich in verschiedenste Richtungen und mit verschiedenen Geschwindigkeiten. Die Temperatur ist ein Mittelmaß aus den thermischen Bewegungen aller Teilchen eines Körpers. [5]

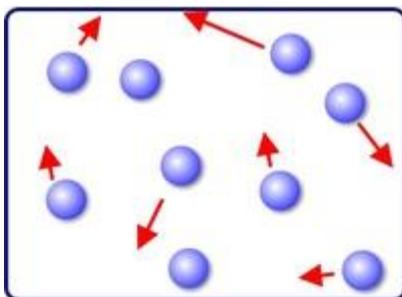


Abbildung 5: Bewegung von Teilchen in einem Körper [5]

Die gesetzliche Einheit in Österreich für die Temperatur ist Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Eine weitere übliche Temperatureinheit ist Kelvin. Der Nullpunkt der Kelvin-Skala ist der absolute Nullpunkt mit $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Der Nullpunkt von Grad Celsius ist die Gefrierpunkttemperatur von Wasser. [6]

Die Bewegungen der Teilchen in einem Körper erzeugen Energie. Diese wird im Körper gespeichert und innere Energie genannt.

Ändert sich die durchschnittliche Geschwindigkeit der Teilchen zum Beispiel durch Reibungsenergie, Licht oder Wärme ändert sich die innere Energie des Körpers und somit auch die Temperatur.

Wenn ein Körper in die Umgebung eintritt und er eine höhere Temperatur als die Umgebung hat so kommt es zu einer Verringerung der durchschnittlichen Geschwindigkeit der Teilchen. Die innere Energie des Körpers sinkt und somit auch seine Temperatur. [5]

5.3.2 Gefühlte Temperatur

Die empfundene bzw. gefühlte Temperatur ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig. Dadurch kann sie nicht wie die Temperatur gemessen sondern muss über Computersimulationen ermittelt werden.

Menschen nehmen Wärme oder Kälte durch sogenannte Wärmepunkte oder Kältepunkte in der Haut wahr. Pro einem Quadratcentimeter Haut hat der Mensch ungefähr 2 Wärmepunkte und 13 Kältepunkte. Dieses Empfinden lässt sich aber sehr leicht täuschen. Wenn man im Hochsommer von draußen in eine Wohnung eintritt verspürt man die Luft als angenehm kühl. Wenn man im Winter eine Wohnung betritt glaubt man dass die Luft warm ist obwohl sie genau die gleiche Temperatur hat wie im Sommer. Das zeigt, dass die gefühlte Temperatur von gewissen Faktoren abhängt und dass der Mensch sich täuschen lässt. [7]

Es wird angestrebt, dass im Sommer die gefühlte Innentemperatur niedriger ist als die gefühlte Außentemperatur. Im Winter soll genau das Gegenteil der Fall sein. [8]

5.3.2.1 Faktoren der gefühlten Lufttemperatur

- Luftfeuchtigkeit
- Windgeschwindigkeit
- Sonnenstrahlung
- Art der Bekleidung
- Körperliche Anstrengung

5.3.2.2 Klima-Michel-Modell

Die gefühlte Temperatur ist von Mensch zu Mensch anders. Trotzdem haben Wissenschaftler versucht, die gefühlte Temperatur z.B.: mit dem Klima-Michel-Modell zu berechnen.

Empfindung	gefühlte Temperatur
kühl	-26 °C ... -13 °C
leicht kühl	-13 °C ... +5 °C
behaglich	+5 °C ... +17 °C
leicht warm	+17 °C ... +26 °C
warm	+26 °C ... +32 °C

Abbildung 6: Tabelle für die Empfindung der gefühlten Temperatur nach dem Klima-Michel-Modell [7]

Nach dem Klima-Michel-Modell würde ein Mensch z.B.: eine gefühlte Temperatur von -10 °C als leicht kühl empfinden (siehe Abbildung 6).

5.3.3 Behaglichkeit

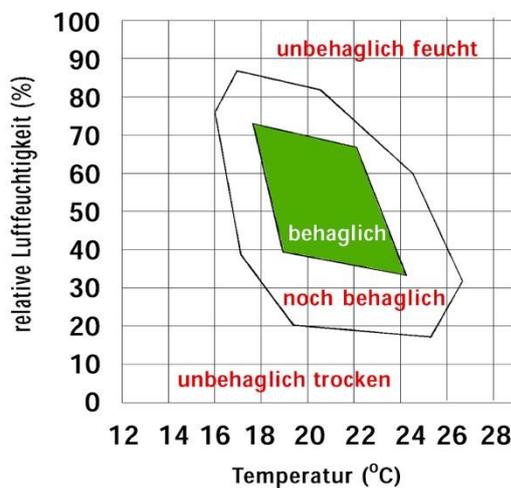


Abbildung 7: Behaglichkeitsbereich des Menschen [9]

Gemäß der Abbildung 7 fühlt sich der Mensch in einem Wohnraum bei folgenden Zuständen behaglich:

- Temperaturen von 19 bis 22°C
- Luftfeuchtigkeit von 40 bis 60%

Für eine behagliche Empfindung der Temperatur sind zwei Faktoren ausschlaggebend. Erstens die Raumtemperatur und zweitens die Oberflächentemperaturen der Flächen im Raum. Beispiele für kalte Oberflächen sind unzureichend gedämmte Außenwände oder alte Fenster. Warme Oberflächen haben dafür einen sehr positiven Effekt auf die Behaglichkeit und lassen die Innenraumtemperatur wärmer als die tatsächliche Temperatur empfinden. [9]

Weiter Einflüsse auf die Behaglichkeit [17]:

- Außentemperatur
- Solarstrahlung
- natürliche Verschattung (Gebäude, Bäume)
- transparente Flächen
- g-Wert (Sonnenschutzwirkung einer Fassade)
- Luftwechsel und Lüftungsart
- interne Wärmequelle (Personen, Computer)
- Gebäudetechnik
- Raumgröße und Wärmespeicherfähigkeit der Innen- und Außenbauteile

5.4 Luftfeuchtigkeit [10]

5.4.1 Allgemein

Menschen können sehr schnell fühlen ob es zu heiß oder zu kalt ist, doch ob zu hohe oder zu niedrige Luftfeuchtigkeit herrscht, ist für den Menschen schwer empfindbar. Erst ab extrem niedriger oder extrem hoher Luftfeuchtigkeit spürt der Mensch Unbehagen. Zum Beispiel durch schnelles Schwitzen bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit oder durch Unwohlsein bei extrem niedriger Luftfeuchtigkeit.

5.4.2 Relative Luftfeuchtigkeit

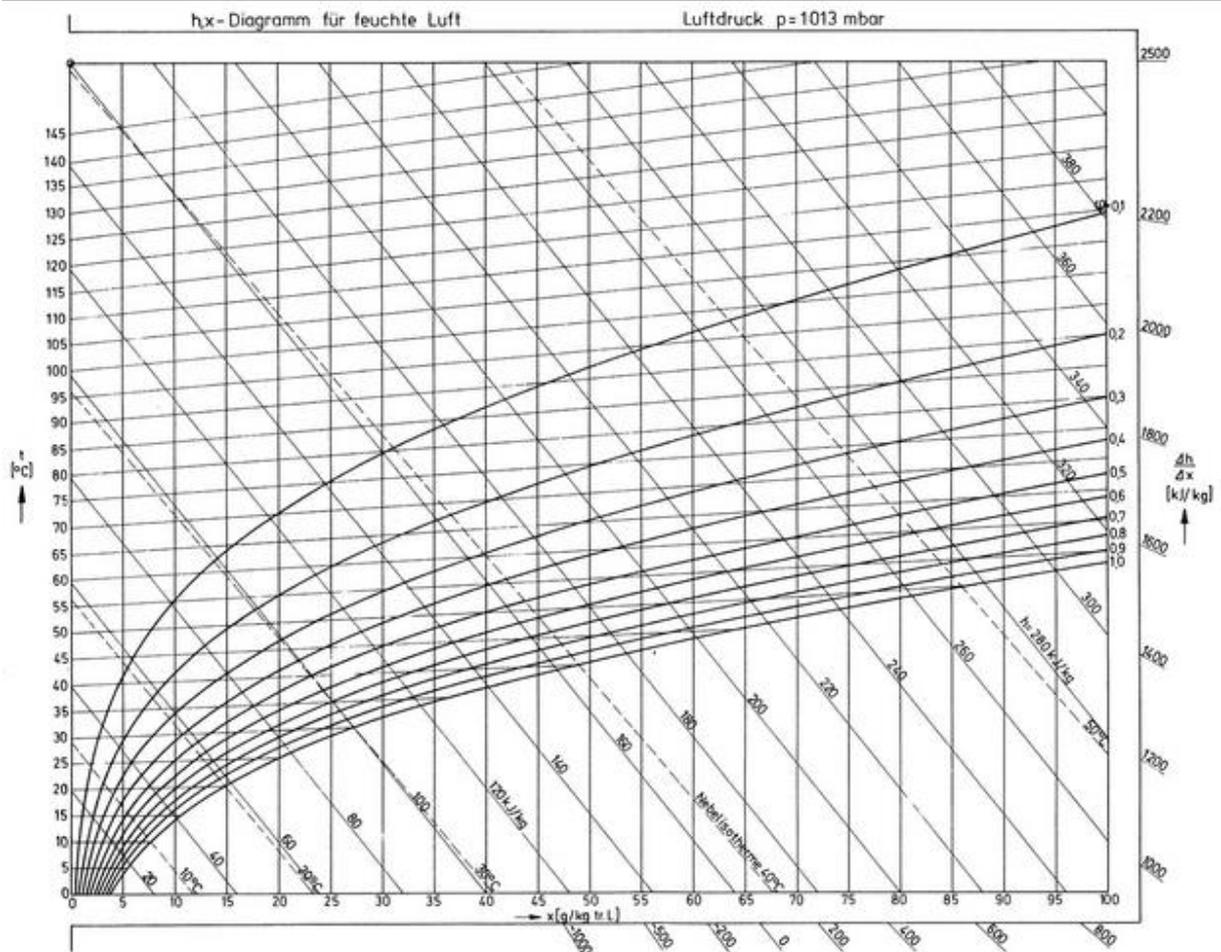


Abbildung 8: h,x-Diagramm [22]

Die absolute Luftfeuchte (Abbildung 8, x-Achse) gibt an wie viel Gramm Wasser in einem Kubikmeter Luft enthalten sind. Wie viel Wasser die Luft aufnehmen kann ist jedoch von der Temperatur (Abbildung 8, y-Achse) abhängig. Die relative Luftfeuchtigkeit (Abbildung 8, ϕ) bezieht sich nicht auf einen Kubikmeter Luft wie die absolute Luftfeuchte, sondern auf das physikalische Maximum. In Abbildung 8 ist gut zu erkennen, dass umso höher die Temperatur ist, umso mehr Wasser kann die Luft aufnehmen.

5.4.2.1 Beispiele

Geg.: $p_{d1} := 15 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$ im Gemisch vorliegender Dampfdruck

$p_{s1} := 30 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$ zur Temperatur höchst möglicher Druck

Relative Luftfeuchtigkeit:

$$\phi_1 := \frac{p_{d1}}{p_{s1}} \cdot 100\% \qquad \phi_1 = 50\%$$

5.4.3 Optimale Luftfeuchtigkeit

Man spricht von einer optimalen Luftfeuchtigkeit wenn sie der Gesundheit nicht schadet und keinen Schaden an Bausubstanzen verursacht. Wenn die Luftfeuchtigkeit niedrig ist schadet dies der Gesundheit. Es kann zu Haut- und Schleimhautreizungen führen. Wenn sie zu hoch ist, kann sich Schimmel (kann bereits ab 70% entstehen) bilden. Die optimale Luftfeuchtigkeit liegt also im mittleren Bereich von 40 bis 60%. Um die Luftfeuchtigkeit zu senken oder zu erhöhen gibt es verschiedene Möglichkeiten.

5.4.3.1 Luftfeuchtigkeit erhöhen

- Lüften

Stoßlüften bei weit geöffneten Fenster ist zu empfehlen. Nach dem Baden oder Duschen sollte man die Badezimmertüre öffnen, dass sich die wassergesättigte Luft des Bades in der Wohnung verteilen kann. Wichtig ist auch mehrmals täglich zu lüften. Optimal wäre es nach einem starken Regenfall zu lüften, weil dann im Außenbereich die Luft einen sehr hohen Feuchtigkeitsgehalt aufweist.

- Zimmerpflanzen

Es eignet sich nicht jede Zimmerpflanze, hier gilt die Regel: Pflanzen die viel Wasser brauchen, geben dann auch viel Wasserdampf in die Luft ab. Umso mehr die Pflanzen gegossen werden, umso mehr Wasserdampf wird an die Luft abgegeben und umso mehr steigt die Luftfeuchtigkeit im Raum.

- Luftbefeuchter
- Raumtemperatur senken

5.4.3.2 Luftfeuchtigkeit senken

- Lüften

Es sollte mehrmals täglich gelüftet werden. Will man die Luftfeuchtigkeit senken, sollte nur gelüftet werden, wenn außen eine höhere Luftfeuchtigkeit als im Innenraum herrscht.

- Salz

Salz ist ein sehr einfaches Mittel zur Reduktion der Luftfeuchtigkeit, weil Salz Feuchtigkeit anzieht.

- Entfeuchter

5.4.4 Luftfeuchtigkeit in Wohngebäuden

Im Sommer sind die Werte der Luftfeuchtigkeit in Räumen hoch und neigen dazu, den optimalen Luftfeuchtigkeitsbereich nach oben hin zu überschreiten. Dies ist darauf zurück zu führen, dass die feuchtigkeitsbeladene Außenluft in den Räumen abkühlt und dadurch die relative Luftfeuchtigkeit steigt. Im Winter findet genau das Gegenteil statt, die Außenluft ist wenig mit Feuchtigkeit beladen und wird dann im Raum erhitzt, so sinkt dann die relative Luftfeuchtigkeit.

Raum	Optimale Temperatur	Optimale Luftfeuchtigkeit
Wohnräume & Arbeitsräume	20 °C	40 - 60 %
Schlafzimmer	16 - 18 °C	40 - 60 %
Kinderzimmer	20 - 22 °C	40 - 60 %
Küche	18 °C	50 - 60 %
Badezimmer	23 °C	50 - 70 %
Keller	10 - 15 °C	50 - 65 %

Abbildung 9: Optimale Temperatur und optimale Luftfeuchtigkeit für verschiedene Raumarten [10]

Gemäß Abbildung 9 gibt es folgende Raumkategorien:

- Wohnräume und Schlafzimmer

Wohnräume sind zum Beispiel das Wohnzimmer, Gästezimmer oder das Kinderzimmer. Auch ein Büro sollte wie ein Wohnraum 40-60% Luftfeuchtigkeit aufweisen. In diesen Räumen halten sich Personen am meisten auf, deswegen sollte hier die Luftfeuchtigkeit am öftesten kontrolliert werden.

- Küche und Badezimmer

Badezimmer und Küche haben eine etwas höhere optimale Luftfeuchtigkeit, weil im Durchschnitt über den Tag die Luftfeuchtigkeit in beiden Räumen höher ist als in den anderen. Wichtig ist es, beim Kochen den Abzug einzuschalten, weil hier sehr viel Feuchtigkeit entsteht. Zu beachten ist auch nach dem Baden oder Duschen die Türe zu öffnen, dass die hohe Luftfeuchtigkeit nicht im Bad bleibt sondern sich in der Wohnung verteilen kann.

- Keller

Der Keller ist meist der kühlfte Raum des Hauses. Deswegen muss hier darauf geachtet werden, dass sich ein Keller nicht gleich wie die anderen Räume beim Lüften verhält. Es kann dadurch viel schneller zum Auskondensieren und somit zur Schimmelbildung kommen.

5.5 CO₂-Gehalt

CO₂ = Kohlenstoffdioxid

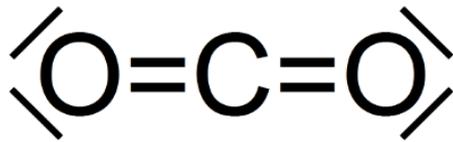


Abbildung 10: Kohlenstoffdioxid Strukturformel [27]

Der CO₂-Gehalt ist einer der wichtigsten Indikatoren wenn es um das Wohlbefinden in Wohnräumen geht. Er wird in Vol-% (Volumsprozents) beziehungsweise in ppm (parts per million) gemessen und angegeben. Durch verschiedenste Studien haben sich im Laufe der Zeit einige Grenzwerte in Bezug auf die CO₂-Belastung ergeben. Die Untersuchung nach Pettenkofer ergab, dass sich Personen unter einem Wert von 1000 ppm sehr wohl und über einem Wert von 0,2 Vol-% (2000 ppm) unwohl fühlen. Der CO₂-Wert der Außenluft liegt bei etwa 300-400 ppm.

Jede Person produziert pro Stunde zirka 10-70 Liter Kohlenstoffdioxid, was auch bedeutet, dass in Räumen in denen wenig bis gar nicht gelüftet wird, der CO₂-Wert stark ansteigt und sich die Personen dann unwohl und unbehaglich fühlen. Oft kommt dies in Büroräumen und Klassenzimmern vor, da sich viele Personen in den Räumen aufhalten und arbeiten.

Ein hoher CO₂-Gehalt kann zu Müdigkeitserscheinungen und Konzentrationsverlusten führen. Um den Kohlenstoffdioxidgehalt konstant bei 1000 ppm zu halten sollte pro Person durchschnittlich 30 m³/h frische Luft zugeführt werden. Dieser Wert hängt jedoch von den Aktivitäten ab, so sollte die Frischluftmenge erhöht werden wenn man Sport im Raum betreibt. [14],[15]

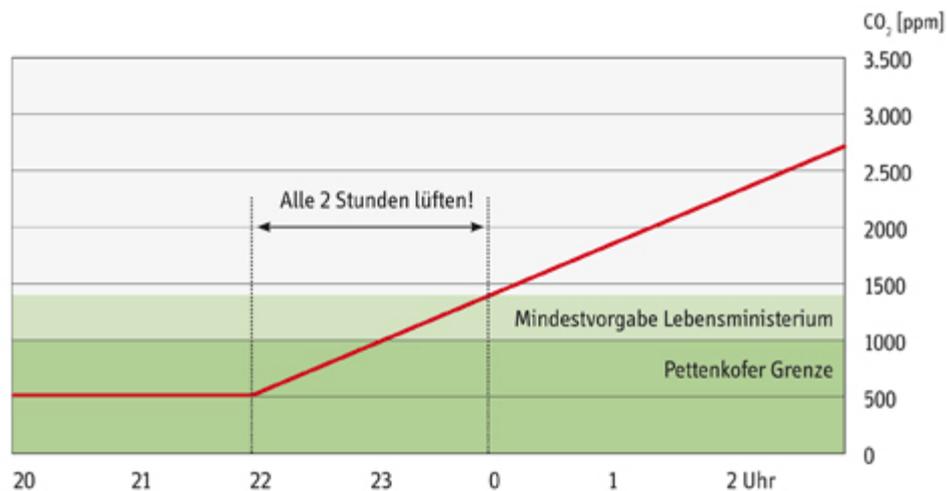


Abbildung 11: CO₂-Messung im Schlafzimmer (16 m²) mit 2 Personen [28]

Man sieht in Abbildung 11, dass sich der CO₂-Gehalt in einem Raum rapide ändert und Werte bis zu 3000 ppm erreicht werden können. Bei 1500 ppm ist der höchste akzeptable Grenzwert für eine angenehme Raumlufte. In Bezug auf den Kindergarten hat der CO₂-Gehalt zwei wichtige Funktionen, erstens steigt durch den hohen Kohlenstoffdioxidgehalt die Müdigkeit der Kinder und zweitens werden laut einer amerikanischen Studie bei erhöhten CO₂-Werten Bakterien und Keime besser übertragen, was zur Folge hat, dass die Kinder krank werden. Diese Studie wurde von den Wissenschaftlern Rudnick und Milton im Jahre 2003 durchgeführt. Sie bewiesen, dass in einem Raum mit 2000 ppm die Ansteckungsgefahr höher ist, als in einem Raum mit 1000 ppm. [16]

5.5.1 Treibhauseffekt

Der natürliche, nicht beeinflusste Treibhauseffekt ermöglicht den Menschen ein Leben auf der Erde, da er die Durchschnittstemperatur um die 15°C hält. Ohne diesen Effekt wäre es deutlich kälter, nämlich um die -18°C .



Abbildung 12: Treibhauseffekt (Prinzipskizze) [30]

In Abbildung 12 wird gezeigt, nach welchem Prinzip der Treibhauseffekt arbeitet. Sonnenstrahlen treffen als ultraviolette Strahlen (kurzwellige Strahlung) auf die Erdoberfläche und erwärmen diese. Es werden langwellige Strahlen von der Oberfläche in Richtung Weltall reflektiert. Diese infraroten Strahlen werden jedoch von Gasen wie Kohlendioxid oder Ozon zurückgehalten und erwärmen somit die Erde wieder. Der ganze Kreislauf arbeitet sozusagen wie ein großes Treibhaus.

Durch das Ausatmen von Tieren und Menschen oder dem Ausbruch eines Vulkans wird Kohlendioxid in die Luft abgegeben. Kohlendioxid, Wasserdampf, Ozon und noch viele weitere Gase bilden eine Schutzschicht um die Erde und halten dadurch die Strahlungswärme in der Erdatmosphäre zurück. Dieses Phänomen wird als natürlicher Treibhauseffekt bezeichnet. Jedoch hat im Laufe der Zeit der Mensch diesen enorm beeinflusst. [18],[19]

5.5.2 CO₂-Gehalt im Laufe der Zeit

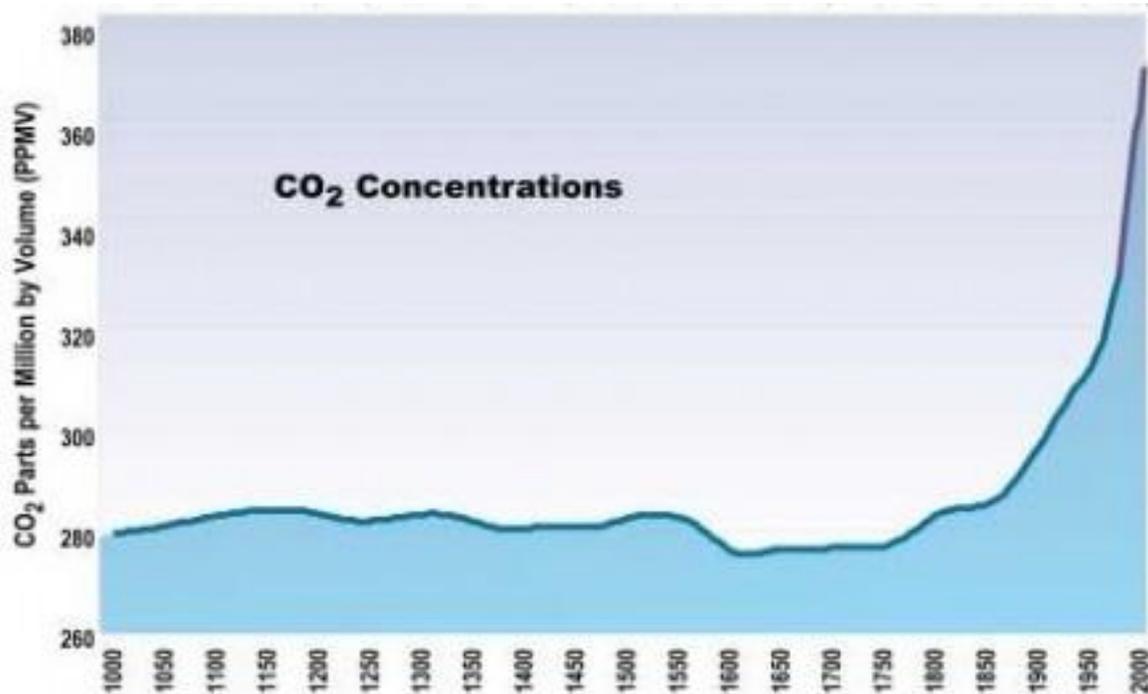


Abbildung 13: Anstieg der CO₂-Konzentration im Laufe der Zeit [31]

Der CO₂-Gehalt stieg in den letzten zwei Jahrhunderten rapide an. Im Jahr 1800 lag der CO₂-Gehalt bei etwa 280 ppm. Heutzutage spricht man von einem CO₂-Gehalt um 400 ppm. Dieser Anstieg erklärt sich aus den immer größer werdenden CO₂-Emissionen der Menschen. Etwa die Hälfte der vom Menschen produzierten Emissionen kann von den Meeren und Pflanzen wieder aufgenommen werden. Die zweite Hälfte dieser Emissionen wird von der Luft aufgenommen.

Einen großen Anteil an diesen hohen Emissionen hat die Volksrepublik China mit etwa 28% der globalen Gesamtmenge an CO₂. [39]

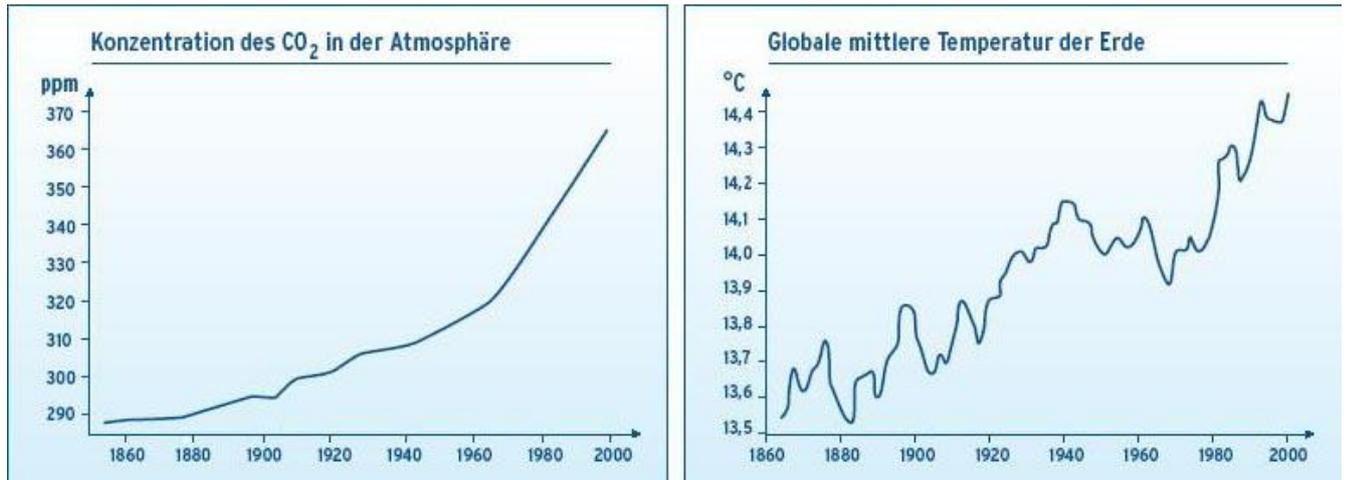


Abbildung 14: CO₂-Konzentration im Zusammenhang mit der Temperatur

In Abbildung 14 ist zu sehen, dass der Anstieg der mittleren globalen Erdtemperatur im Zusammenhang mit dem Anstieg des CO₂-Gehaltes steht. Da der CO₂-Gehalt sehr zum Treibhauseffekt beiträgt lässt sich dies sehr gut erklären und nachvollziehen.

5.6 Lüftungsanlage

5.6.1 Geschichte der Lüftungsanlagen

Schon in der Zeit der Höhlenmenschen wurden Anzeichen von Lüftungssystemen gefunden. Zwar war es damals nur ein zusätzliches Loch in der Höhlendecke, jedoch diente es wie auch in der heutigen Zeit zum Abzug verbrauchter Luft. Auch in Ägypten wurden Ansätze von einer Wohnraumbelüftung gefunden. So wurden zum Beispiel die Grabkammern der Könige und Königinnen durch einfache Lüftungskanäle mit Frischluft versorgt.

Entscheidend für die Lüftungssysteme wie wir sie heute kennen war die Erfindung des Ventilators. Dieser entwickelte sich aus der Funktion des Windrades. Die Menschen sahen, dass sich das Windrad durch den Wind zu drehen begann und erkannten, dass man dieses Prinzip auch umkehren kann. Zu Beginn wurde das Windrad zwar nur per Hand angetrieben, jedoch erfüllte es trotzdem seine Funktion. Erst mit der Erfindung der Dampfmaschine wurde die Funktion der Lüftungsanlage verbessert.

Als Erfinder des Ventilators gilt bis heute der englische Naturwissenschaftler Stephen Hales. Er erfand ein Lüftungssystem für ein englisches Gefängnis, welches mittels eines Ventilators (Abbildung 15) angetrieben wurde.

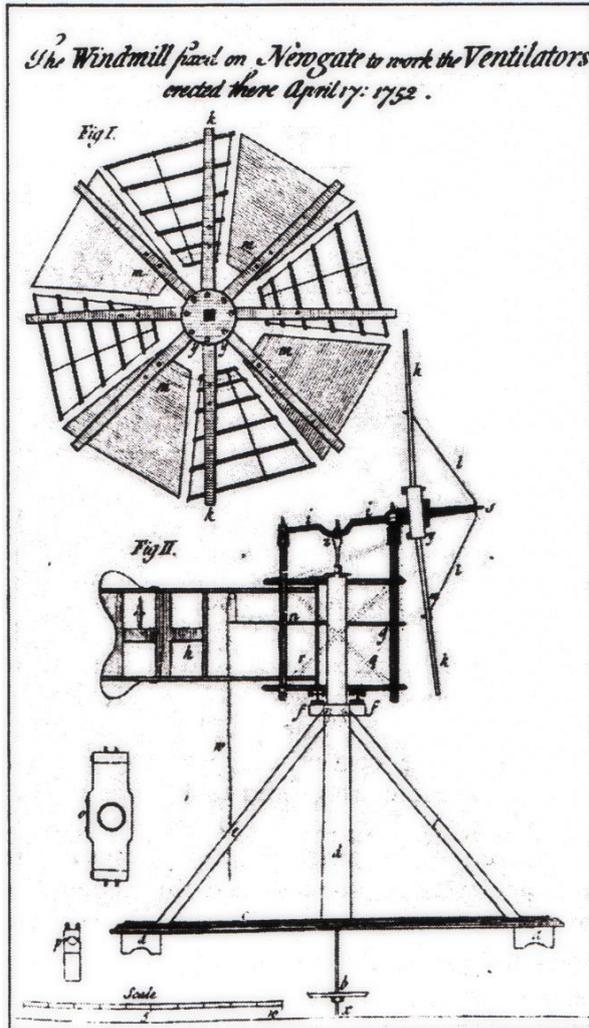


Abbildung 15: Stephen Hales Ventilator aus dem Jahre 1752 [11]

Im Laufe der nächsten Jahrhunderte entwickelten sich der Ventilator und somit auch die Lüftungssysteme immer weiter. Durch verschiedenste Krisen wie zum Beispiel der Ölkrise in den 1970ern wurden die Lüftungssysteme mehr und mehr optimiert. Außerdem wurde der Ventilator vor allem in der Reinraumtechnik und in Krankenhäusern verwendet, um die Gebäude und Räume frei von Bakterien und Viren zu bekommen. Diese Gründe bewegten viele Firmen in den folgenden Jahren Konzepte für Lüftungsanlagen zu entwickeln und wettbewerbsfähig zu machen. Im Jahre 1991 wurde die erste Wohnraumbelüftung mit Wärmerückgewinnung für marktfähig erklärt. Der LTM-Thermo Lüfter wird bis heute von der Firma LTM produziert und zählt als Vorreiter vieler Wohnraumlüftungen. [11]

5.6.2 Arten der Lüftung und Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen sollten Wohnräume mit Frischluft versorgen und gegebenenfalls verbrauchte Luft aus dem Raum befördern. Jedoch sind Lüftungsanlagen keine Klimaanlage, da sie die Wohnräume ausschließlich mit Frischluft versorgen.

Mechanische Lüftung

Bei der mechanischen Lüftung wird der Luftaustausch mithilfe eines Ventilators oder mehrerer Ventilatoren durchgeführt. Diese Lüftung arbeitet unabhängig von äußeren Einflüssen wie Temperatur oder Luftdruck und kann bedarfsbezogen die geforderte Luftwechselrate ermöglichen. Bei der mechanischen oder auch maschinellen Lüftung unterscheidet man zwei Arten.

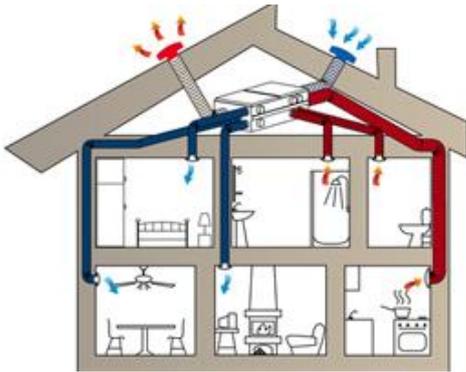


Abbildung 16: zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Prinzipbild) [33]

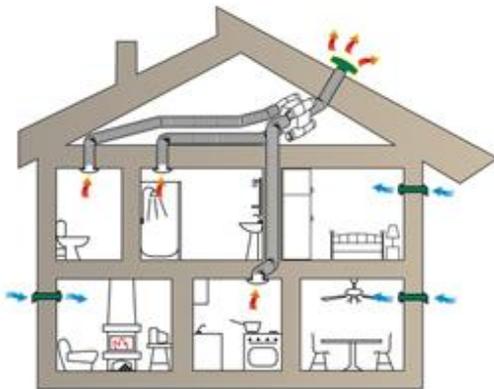


Abbildung 17: zentrale Lüftungsanlage (Prinzipbild) [33]

- Zentrale Lüftungsanlagen:

Bei dieser Variante werden die verschiedenen Räume mithilfe eines zentralen Ventilators mit Luft versorgt (Abbildung 17). Ein Nachteil dieser Wohnraumlüftung ist der große Platzbedarf und die hohe Schallbelastung.

- Dezentrale Lüftungsanlagen:

Die dezentrale Wohnraumlüftung versorgt jeden Raum einzeln mit Frischluft. Dadurch wird eine höhere Anzahl an Geräten benötigt. Durch diese Variante wird eine vielseitigere Raumgestaltung ermöglicht. [12]

Freie Lüftung

Bei der freien Lüftung erfolgt der Luftaustausch ohne Ventilator. Hierfür werden entweder die Einflüsse von Wind, die thermischen Unterschiede oder die Gewichtsunterschiede der Luft zwischen innen und außen herangezogen. Auch bei dieser Art der Wohnraumlüftung kann man zwischen zwei Varianten unterscheiden. [12]

- Fugenlüftung:

Diese Form der Lüftung wird auch als Selbstlüftung bezeichnet, da der Luftwechsel durch Risse im Mauerwerk oder durch undichte Fenster hervorgerufen wird. Der Nachteil dieser Lüftung ist die schlechte bis keine Regulierbarkeit, da sie stark von den Witterungsverhältnissen abhängig ist.

- Fensterlüftung:

Wie der Name schon sagt, wird bei der Fensterlüftung der Luftaustausch durch das Öffnen der Fenster erreicht. Hierbei wird bei gekippten Fenster von Dauerlüftung gesprochen und bei ganz geöffneten Fenster von Stoßlüften. Weiters kann durch eine Querlüftung ein höherer Lüftungseffekt erzielt werden. Hierfür werden zum Beispiel gegenüberliegende Fenster oder Türen geöffnet.

Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung

Um durch die Lüftung auch noch Energie zu sparen wird heutzutage eine Wärmerückgewinnung mit eingebaut um die verbrauchte warme Luft zu nutzen. Es gibt viele Gründe um eine Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung zu installieren. Zum einen spart man enorm an Heizkosten (30-50%), zum anderen werden die Feuchteschäden minimiert, da die verbrauchte feuchte Luft aus Bad und Küche sofort abgeführt wird. Ein weiterer Grund ist die nicht vorhandene Geruchbelästigung, da Dünfte aus der Küche oder auch dem Klo entfernt werden.

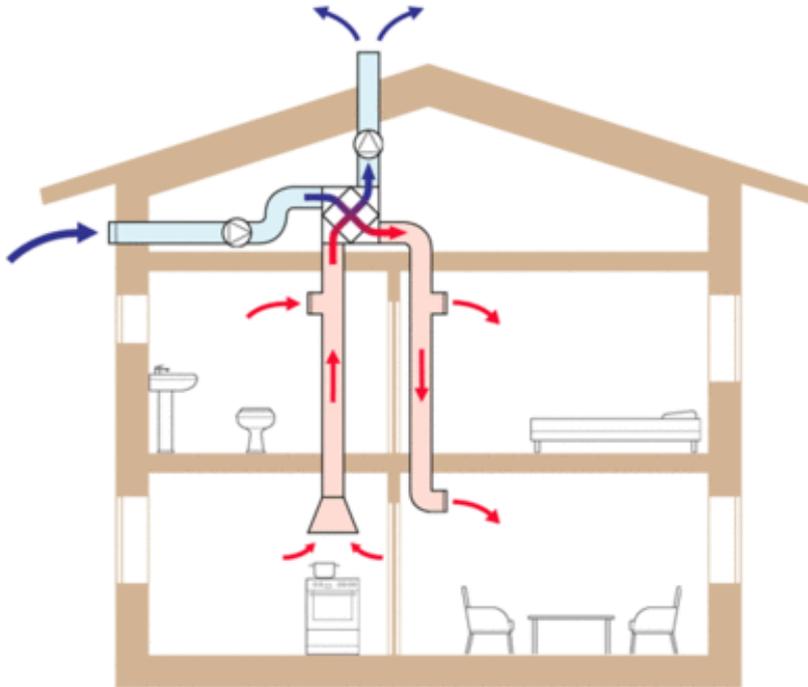


Abbildung 18: Prinzip eines Lüftungssystems mit Wärmerückgewinnung [13]

Die Frischluft wird von außen angesaugt und mithilfe eines Ventilators in Richtung des Plattenwärmetauschers befördert. Im Wärmetauscher wird die kältere Frischluft erwärmt und weiter in die jeweiligen Räume befördert. Im Wärmeüberträger überträgt die warme Luft, die zum Beispiel aus der Küche oder dem Badezimmer entnommen wurde, die Wärmeenergie über die Platte auf das zweite Medium, nämlich die Frischluft. So kann die verbrauchte Luft optimal genutzt werden. [13]

5.7 Sonnenschutz [17]

5.7.1 Geschichte des Sonnenschutzes

Die Anfänge des Sonnenschutzes liegen schon in der griechischen bzw. römischen Antike. Als erster Sicht- und Sonnenschutz kamen Tierfelle zum Einsatz. Bei den Römern wurden oftmals Stoffe als Sonnenschutz verwendet, wie zum Beispiel beim Kolosseum (Abbildung 19) in Rom. Hier wurden Sonnensegel an Masten befestigt und über Seile mit dem Boden verbunden.



Abbildung 19: Kolosseum von Rom [17]

Klappbare Fensterläden entstanden im Mittelalter. Faltbare Sonnenschirme wurden im 17. Jahrhundert erstmals produziert. Im 18. Jahrhundert wurden in Frankreich die ersten Jalousien und Markisen entwickelt. Die erste Serienproduktion von Jalousien startete im 19. Jahrhundert, doch damals waren die Jalousien noch aus Holz und Schnüren. Die ersten Jalousien wie man sie heutzutage kennt kamen in den 60er Jahren infolge der Entdeckung von Kunststoff und Leichtmetallen.

5.7.2 Sonnenschutzarten

Man unterscheidet die Sonnenschutzsysteme in:

- Fassade
 -) Auskragungen
 -) Überdachungen
- Außen liegend
 -) Rollläden
 -) Raffstore
 -) Markisen
- Innen liegend
 -) Jalousien
 -) Vorhänge
 -) Rollos
- Scheibenzwischenraum (Abbildung 20)



Abbildung 20: Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum [17]

- Sonnenschutzverglasung

5.7.3 Anforderungen an den Sonnenschutz

Die Entscheidung für ein System muss am Beginn der Planung erfolgen. Da außen liegende Systeme konstruktive Elemente sind und dadurch schon bei der Rohbauplanung mit einbezogen werden müssen. Innen liegende Systeme können wiederum nachträglich montiert werden.

Kriterien bzw. Anforderungen:

- Sonnenschutz als Gestaltungselement

Kann ein Ausdruck der Individualität oder ein Gestaltungselement (Abbildung 21) der Fassade sein.



Abbildung 21: Leichtmetall-Kassetten [17]

- Sonnenschutz als Beeinflusser der Behaglichkeit

Kann als Schutz vor aufwärmen der Räume und als Schutz vor UV-Strahlung dienen. Es kann auch ein Schattenspender auf Balkonen oder Terrassen dienen.

- Sonnenschutz als Optimierung für die Umweltbedingungen

Kann die optimale Raumausleuchtung und die perfekte Tageslichtnutzung herstellen. Menschen die an einem Computer arbeiten haben dadurch eine Kontrastminderung.

- Sonnenschutz als Maßnahme zur Energieeinsparung

Reduziert die nötige Kühllast bzw. Kühlleistung. Die U-Werte verbessern sich an kalten Tagen und Nächten.

5.7.4 Außenliegender Sonnenschutz

Grundlegend ist ein Sonnenschutz außen (Abbildung 21 und Abbildung 22), einem innenliegenden Sonnenschutz vorzuziehen. Nicht nur aus bauphysikalischen Gründen sondern auch, weil eine flexible Ausrichtung auf den aktuellen Sonnenstand möglich ist. Auch ein Vorteil ist, dass das normale Infrarot schon vor den Fenstern zu Wärmestrahlung umgewandelt wird und somit keine thermische Last in das Gebäudeinnere gelangen kann.

Nachteil ist, dass der Sonnenschutz permanent allen Witterungsbedingungen ausgesetzt ist. Weiters ist wie in Abbildung 21 gut zu sehen die Reinigung schwieriger und die Kosten höher, falls Krananlagen oder Gondelsysteme notwendig sind.

5.7.4.1 Beweglicher außenliegender Sonnenschutz



Abbildung 22: Beweglicher außenliegender Sonnenschutz [17]

Ein beweglicher Sonnenschutz (Abbildung 22) ist meistens in die Fassade integriert.

Einteilung der beweglichen Systeme:

- Lamellen oder Großlamellen

Einzelne Lamellen werden meist zu Systemen zusammengefasst. Die Lamellen können geknickt, flach oder zur Lichtlenkung gefaltet sein. Großlamellen sind üblicherweise aus Holz, Metall oder Glas. Sie eignen sich gut für Smart Materials wie Lichtlenk-Prismen oder Photovoltaik-Schichten.

- Fensterläden

Fensterläden gibt es in ein-, zwei- oder mehrflügeliger Ausführung. Es gibt sie auch mit computergesteuerten Systemen, damit sie nicht mehr mit der Hand geklappt werden müssen. Außerdem gibt es schon Fensterläden mit sehr gut wetterbeständigen Textilien. Übliche Materialien sind Holz, Kunststoff oder Metall.

- Rollläden

Sind einzelne Stabprofile die gelenkig verbunden sind. Diese können auch gepanzerte Fensterabschlüsse sein, welche sehr gut als Einbruchschutz dienen.

- Außen-Rollos, Markisen, Segel und Schirme

Durch die große Auswahl an Farben und Muster kann man sehr variabel auf gestalterische Vorgaben reagieren.

5.7.4.2 Feststehender außenliegender Sonnenschutz

Bei einem feststehenden Sonnenschutz (Abbildung 23) wird zwischen Systemen die sich aus dem Volumen des Baukörpers ergeben und Systemen, die starr auf der Fassade montiert sind unterschieden. Ein Vorteil des feststehenden Sonnenschutzes ist es, dass kein Steuerungssystem notwendig ist. Darüber hinaus sind sie wartungsfrei, sofern sie witterungsbeständig und einwandfrei montiert sind.

Nachteil ist aber, dass diese Systeme negative Auswirkungen auf den Tageslichteinfall haben und die Gebäudehülle durch die konstante Verschattung auf Veränderungen des Klimas (von Sommer zu Winter oder von Tag zu Nacht) nicht reagieren kann.



Abbildung 23: Feststehender Sonnenschutz [17]

Man unterscheidet den feststehenden Sonnenschutz weiters nach linear und horizontal montierten Elementen. Elemente sind Lamellen, Segel, Gewebevorhänge oder hölzerne Lattenverkleidungen.

5.7.5 Sonnenschutz Innen

Ein großer Vorteil des innenliegenden Sonnenschutzes (Abbildung 24) ist, dass dieser nicht Wind, Wetter und Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Ein weiterer Vorteil ist auch dass der Sonnenschutz an vertikalen, horizontalen und schrägen Wänden angebracht werden kann. Außerdem ist die Reinigung sehr einfach und die Elemente sind meist gut erreichbar.



Abbildung 24: Innenliegender Sonnenschutz [17]

5.7.5.1 Treibhauseffekt

Das große Problem beim Sonnenschutz Innen ist, dass hier der Treibhauseffekt zum Tragen kommt. Für normales Infrarot (Abbildung 25, gelbe Pfeile) ist Fensterglas sehr leicht durchdringbar. Ist es einmal im Raum wird es von den Oberflächen im Raum absorbiert und als Wärmestrahlung (fernes Infrarot) wieder abgegeben. Diese Wärmestrahlung (Abbildung 25, rote Pfeile) ist eine langwellige Strahlung und kann das Glas nicht durchdringen. Dadurch werden diese Strahlen vom Glas absorbiert oder die Strahlen reflektieren wieder in den Raum.

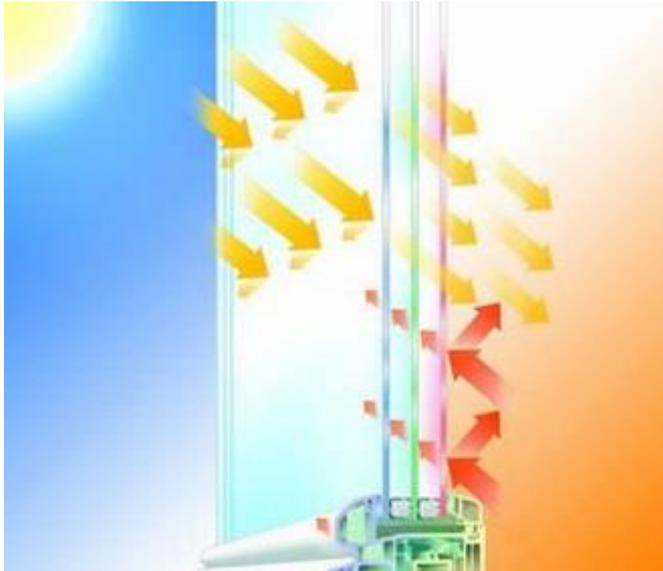


Abbildung 25: Sonnenstrahlung auf einen Wohnraum [23]

Ist der Sonnenschutz außen kann dieser Effekt nicht eintreten, da schon das normale Infrarot nicht in den Raum eintreten kann. Der Sonnenschutz absorbiert zwar das normale Infrarot, dieses wird jedoch dann wieder als langwellige Strahlung an die Umgebung abgegeben.

5.7.5.2 Einsatzbereich

Ein innen liegender Sonnenschutz kommt meist nur zum Einsatz, wenn ein hochwertiges Glas mit Sonnenschutzfunktion eingebaut wurde. Ein innen liegender Sonnenschutz ist meist die billigere Variante, also ist bei einem billigen Bauvorhaben diese Variante üblich. Außerdem wird in Ländern, wo der Treibhauseffekt nicht so eine große Rolle spielt meistens ein innen liegender Sonnenschutz verwendet.

6 Messungen im Kindergarten

6.1 Ist-Situation

6.1.1 Gebäude

Der Landeskindergarten Hollabrunn liegt in der Robert-Löfflerstraße 7.

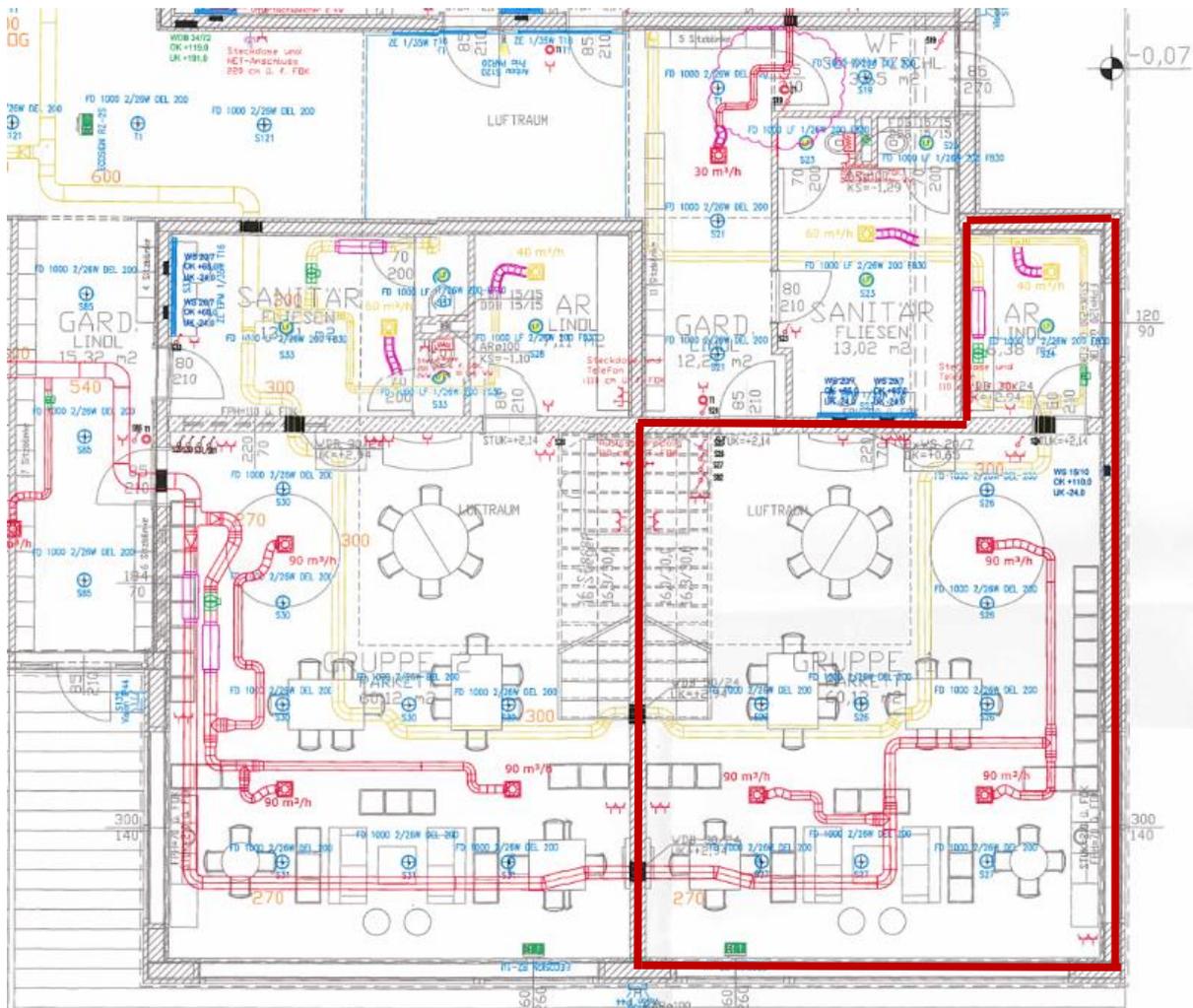


Abbildung 26: Kritische Gruppenräume des Kindergartens

Er verfügt über 6 voneinander getrennte Gruppenräume, welche jeweils einen Zugang zum Garten des Kindergartens haben. Dieser ist wie in Abbildung 27 bei der Glasfront auf der Südseite des Kindergartens. Außerdem ist jeder Gruppenraum mit einer Kocheinheit ausgestattet. In Abbildung 26 sieht man zwei Gruppenräume des Kindergartens. In diesem Fall die östlichsten zwei Räume des Gebäudes. Ein Gruppenraum (roter eingerahmter Bereich) hat 66,5 m², wobei es einen Spiel- und Essbereich und einen Abstellraum gibt.

Außerdem verfügt jeder Gruppenraum über einen zweiten Stock, welcher auch als Schlafplatz genutzt wird. Der Gruppenraum, welcher rot eingerahmt ist, wurde bei den Messungen als der problematischste Raum angesehen, da er an der Ost- und Südseite an den Garten angrenzt. Deshalb wurde er auch mehrmals für Messungen herangezogen.

Um die IST-Situation im Kindergarten besser zu analysieren, wurde der Kindergarten öfters besichtigt, wobei konkret die vorhandenen Beschattungs- und Lüftungsmöglichkeiten betrachtet wurden. Außerdem wurden einige Fragen an die Kindergartenpädagoginnen/innen zu der momentanen Situation in den Gruppenräumen des Kindergartens gestellt. Die Pädagoginnen/innen kritisierten in erster Linie die hohe Temperatur in den Sommermonaten. Außerdem wurde die schlechte Regelbarkeit der vorhandenen Lüftung angesprochen. Diese Behauptungen wurden im Laufe des Projektes durch mehrere Messungen überprüft. Es wurden dabei die Kindergartenräume 1 und 2 als Messorte herangezogen. Diese liegen, wie in Abbildung 27 ersichtlich, an der Ost-Seite des Kindergartens.



Abbildung 27: Landeskindergarten Hollabrunn (Gruppenraum 1 und 2) [34]

Die Probleme des Gebäudes liegen vor allem in der Planung. In Abbildung 27 sieht man das große südseitig liegende Fenster, welches vor allem im Sommer durch die hohe Sonneneinstrahlung einen Problemfaktor darstellt. Wie in Abbildung 27 zu sehen, ist im Erdgeschoss ein großer Raum zum Spielen und Essen für die Kinder.

Im Außenbereich ist ein Sonnensegel vorhanden, was im Sommer als Sonnenschutz für die einzelnen Gruppenräume verwendet wird. Außerdem entstehen durch die nur sporadisch vorhandene Beschattung im Obergeschoss sehr hohe Temperaturen.

Das Obergeschoss dient im Kindergarten als Spiel- und auch als Schlafplatz für die Kinder. Die Beschattung im ersten Stock erfolgt durch einen innenliegenden Lamellenvorhang, jedoch bringt dieser nicht die erforderliche Sonnenreflexion und der Raum erhitzt sich im Sommer immer weiter. Dieser Sonnenschutz kann per Hand von den Kindergartenpädagoginnen aufgezogen werden. Da jedoch meist sehr hohe Temperaturen herrschen ist das Spielen im ersten Stock oft nicht möglich.

6.1.2 Lüftungsanlage im Landeskindergarten

Der Kindergarten verfügt über eine am Dach montierte Lüftungsanlage von der Firma Nilan. Bei dieser Anlage wird die feuchte Abluft aus der Küche und den Sanitarräumen abgesaugt. Die Energie der Abluft kann zur Erwärmung der Zuluft verwendet werden. Dies wird mit Hilfe einer Wärmerückgewinnung erzielt. Als Überträger dient ein Kunststoffwärmetauscher welcher nach dem Gegenstromprinzip arbeitet. Als Zuluftventilator wird ein Radialventilator verwendet, welcher mittels eines Elektromotors angetrieben wird. Der Ventilator ist vierstufig einstellbar und sorgt somit für einen konstanten Volumenstrom. Die Lüftungsanlage verteilt die Luft auf die einzelnen Räume. Wie in Abbildung 28 zu sehen ist, werden jeweils 2 Gruppenräume über einen Luftkanal versorgt. Die Kanäle verlaufen ausgehend von der Einheit am Dach über der Decke hin zu den Gruppenräumen und enden dann mittels Lüftungsschlitzen in der Decke. Laut des Haustechnikplanes werden 90 m³/h Zuluft pro Auslass zugeführt. In einem Gruppenraum sind jeweils drei Luftauslässe vorhanden. Dazu gibt es pro Abstellraum eine Abluftabsaugung.

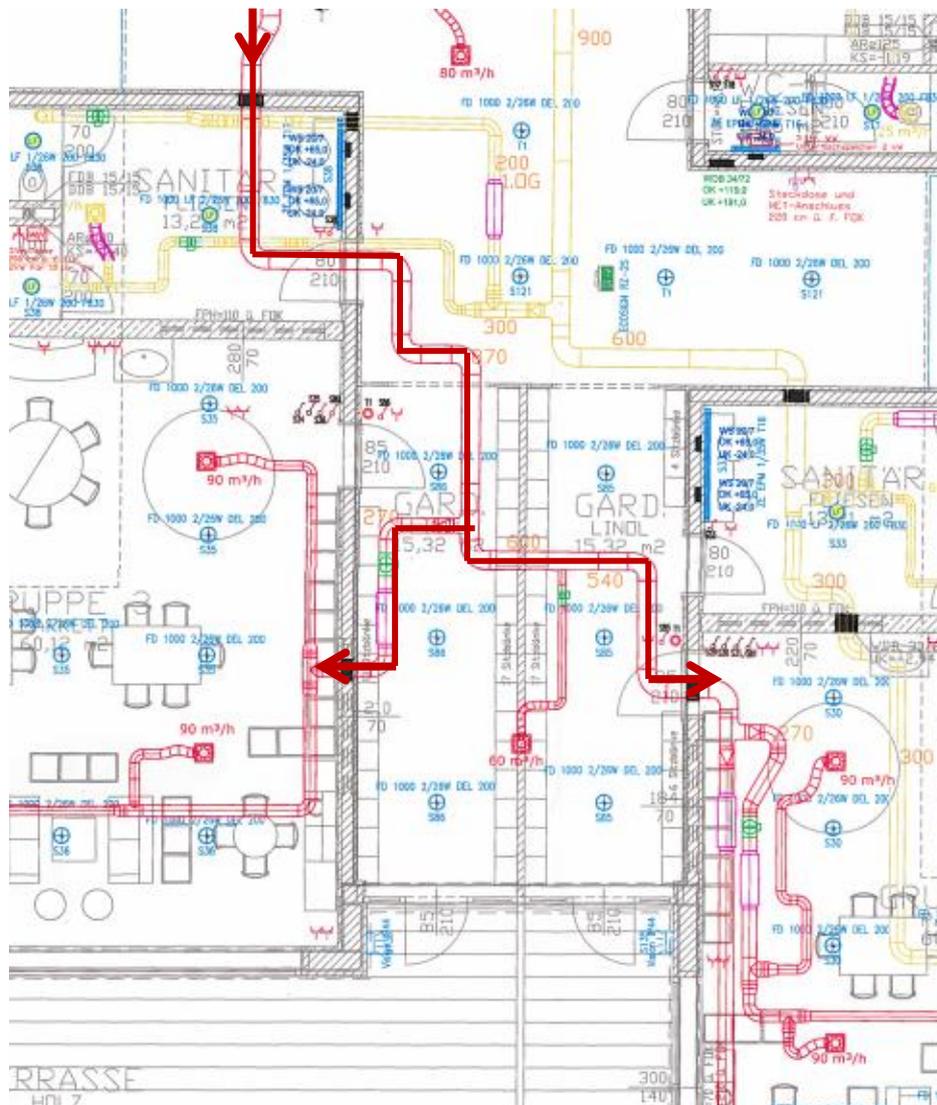


Abbildung 28: Verteilung der Lüftungskanäle in zwei Gruppenräumen

6.1.3 Beschattung im Landeskindergarten

Die Beschattung der einzelnen Gruppenräume erfolgt durch Sonnensegel an der Südseite des Gebäudes. Gut zu erkennen ist dies in Abbildung 27. Jedoch bringt dieser Sonnenschutz nur bedingt Abkühlung in den Räumen und dient hauptsächlich der Beschattung der darunterliegenden Spielflächen. Im ersten Stock ist ein Lamellenvorhang vorhanden, welcher jedoch nur die Sonne reflektiert. Da der Vorhang an der Innenseite der Scheibe ist, entsteht eine Art des Treibhauseffektes. Die Sonnenstrahlen (im speziellen das nahe Infrarot) dringen in den Raum ein. Werden diese jedoch von einem im Raum befindlichen Gegenstand absorbiert, so wandeln sich diese in Wärmestrahlung um. Für solche langwellige Strahlung (fernes Infrarot) ist Glas nahezu undurchlässig. Dadurch erhitzt sich der Raum schneller als bei einer außenliegenden Beschattung.

6.2 Messgeräte

Bei den Messungen wurden jeweils Messgeräte der Firma Testo verwendet. Die genauere Bezeichnung lautet Testo 480. Für das Messgerät gibt es verschiedenste anschließbare Aufsätze. Unter anderem eine Sonde zur Beurteilung der Raumluftqualität, welche auch bei diesen Messungen verwendet wurde. Mit diesem Aufsatz konnte die Luftfeuchtigkeit, die Temperatur und der CO₂ Gehalt gemessen werden.

Die technischen Daten des Gerätes mit dem speziellen Sensor lauten wie folgt:

Temperatur : -100°C bis 400°C

Luftfeuchtigkeit: 0%rF bis 100 %rF

CO₂: 0 bis 10000 ppm CO₂

Differenzdruck welcher durch einen integrierten Sensor gemessen wird: -100 bis +100 hPa



Abbildung 29: Messgerät der Firma Testo [35]

Das Messinstrument (Abbildung 29) hat einen internen Speicher welcher es erlaubt 60.000.000 Messwerte zu speichern. Mithilfe einer USB-Schnittstelle und einer mitgelieferten Software können die ermittelten Messwerte auf den Computer übertragen werden.

6.3 Messbericht von 21.04.2015 bis 24.04.2015

6.3.1 Messzeitpunkt

Die Messung wurde am 21. April 2015 durchgeführt. Messbeginn war um 13.12 Uhr. Messende war am Freitag den 24. April 2015 um 13.00 Uhr.

6.3.2 Messort

Die Messgeräte wurden in zwei der 6 Gruppenräume aufgestellt. Messgerät 1 (Abbildung 30) wurde im Raum am Eck aufgestellt, da dies der kritischere Raum laut der Kindergartenleitung ist. Messgerät 2 (Abbildung 30) mit der Behaglichkeitssonde wurde im Nebenraum zur Vergleichsmessung der Temperatur aufgestellt.

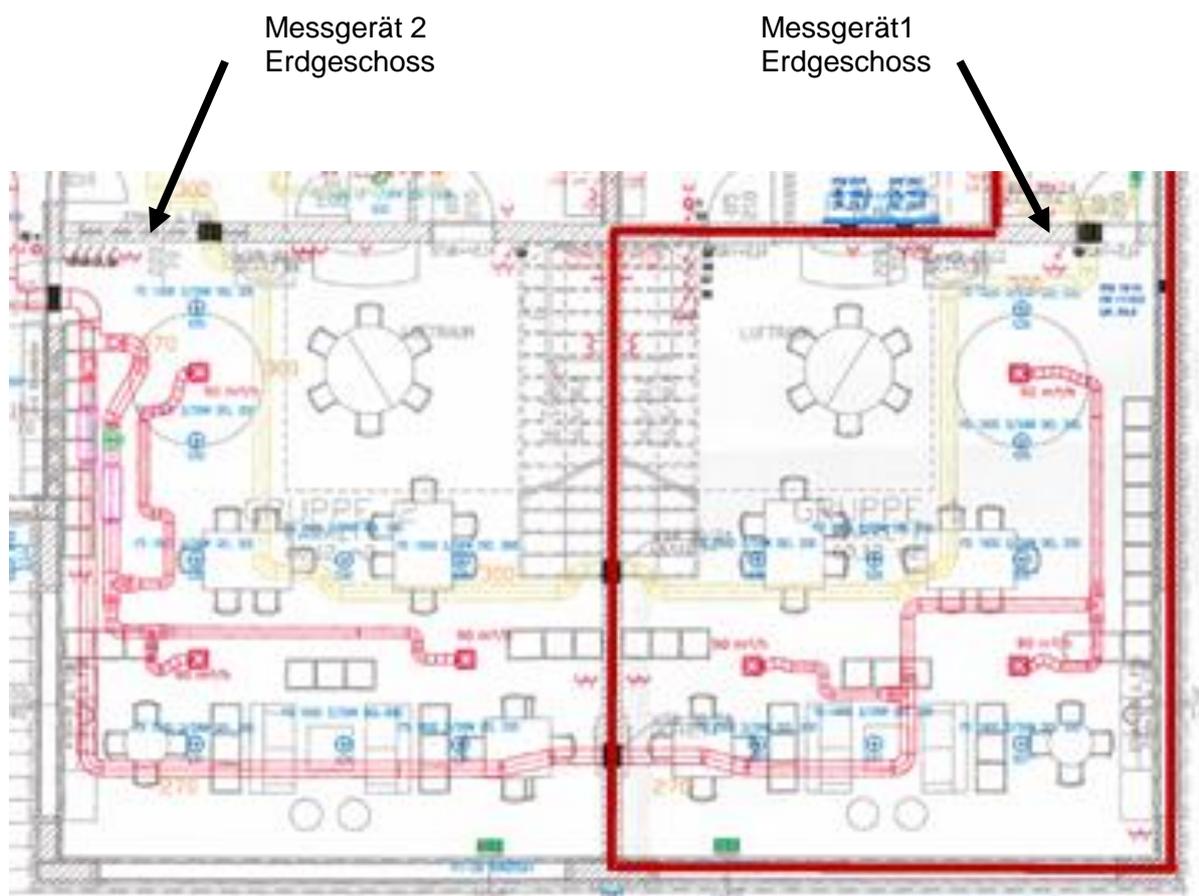


Abbildung 30: Positionen der Messgeräte in den Gruppenräumen

6.3.3 Erkenntnisse aus der Messung

Tag	Pädagogen/innen	Kinder
21. April	3	18
22. April	2	17
23. April	3	17

Tabelle 1: Anzahl der Pädagogen/innen und Kinder während der Messung im 1. Gruppenraum (siehe Abbildung 30)

Tag	Pädagogen/innen	Kinder
21. April	2	18
22. April	2	18
23. April	2	17

Tabelle 2: Anzahl der Pädagogen/innen und Kinder während der Messung im 2. Gruppenraum (siehe Abbildung 30)

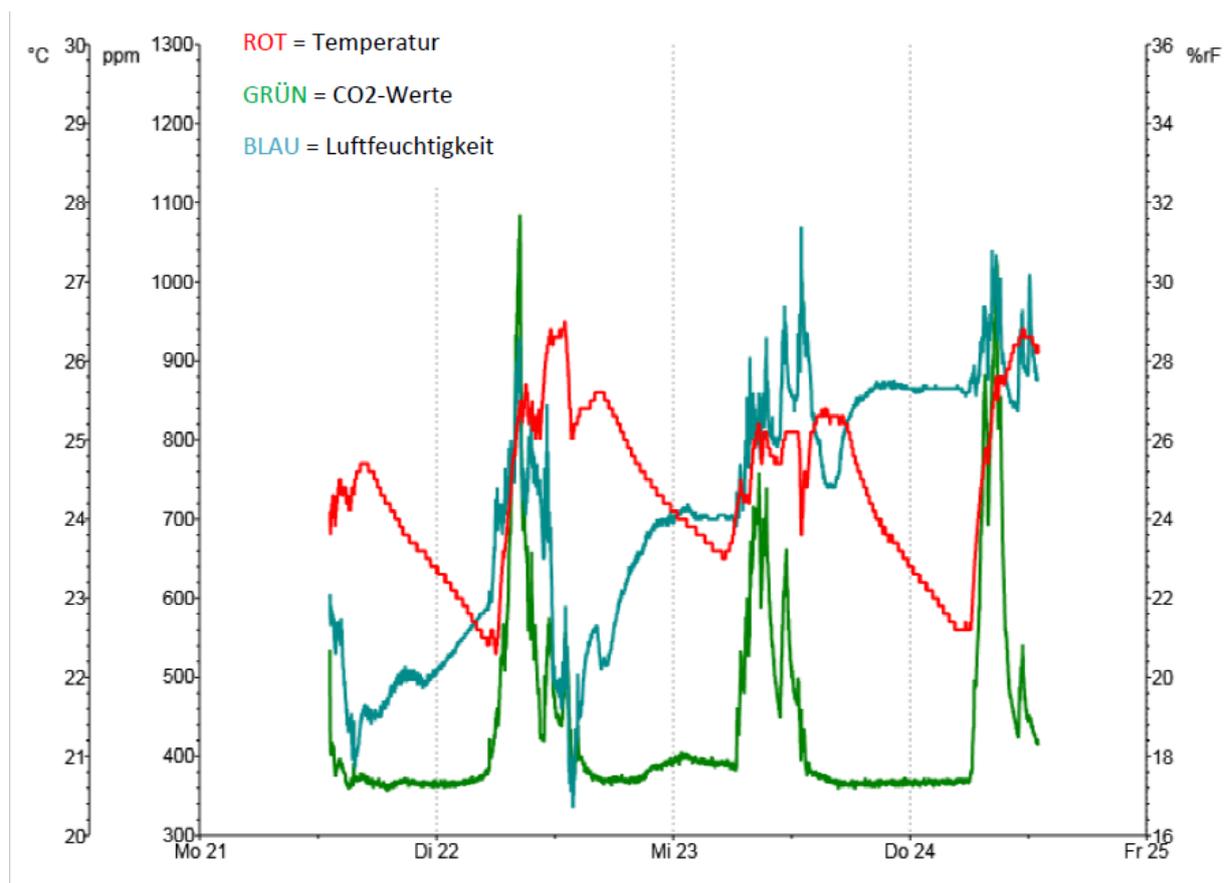


Abbildung 31: Temperatur, Luftfeuchtigkeit und CO₂-Gehalt im Gruppenraum

6.3.3.1 Temperatur

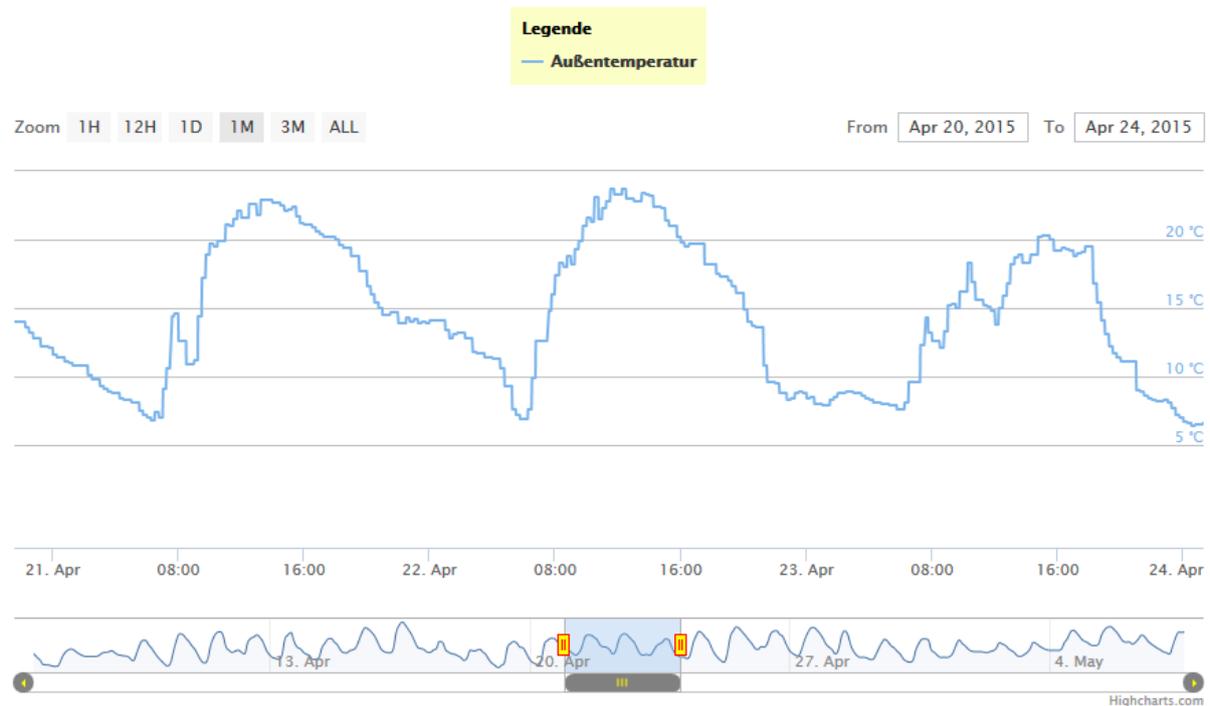


Abbildung 32: Außentemperatur am Dach der HTL Hollabrunn [25]

Die Höchsttemperatur an diesen drei Tagen war ca. 28 °C (Abbildung 31). Es war auffällig, dass die Temperaturen zur Mittagszeit im Kindergarten immer höher als die Außentemperaturen (Abbildung 32) waren. Außen herrschten angenehme Temperaturen, im Kindergarten hatte es jedoch bis zu 28 °C und dadurch kein behagliches Raumklima.

6.3.3.2 CO₂-Gehalt

Die grüne Kurve zeigt die CO₂ Messwerte (Abbildung 31). Man sieht, dass der Kindergarten um ca. 08⁰⁰ aufgesperrt und dann um 08³⁰ das erste Mal gelüftet wurde. Die Kurve geht an dieser Stelle steil nach unten. Durch dieses Lüften konnte der CO₂-Gehalt in der Luft um die Hälfte gesenkt werden. Man sieht auch, dass die Temperatur an diesen Tagen noch nicht so hoch war. Jedoch ist auch bei diesen Temperaturen der CO₂-Gehalt relativ hoch.

6.3.3.3 Luftfeuchtigkeit

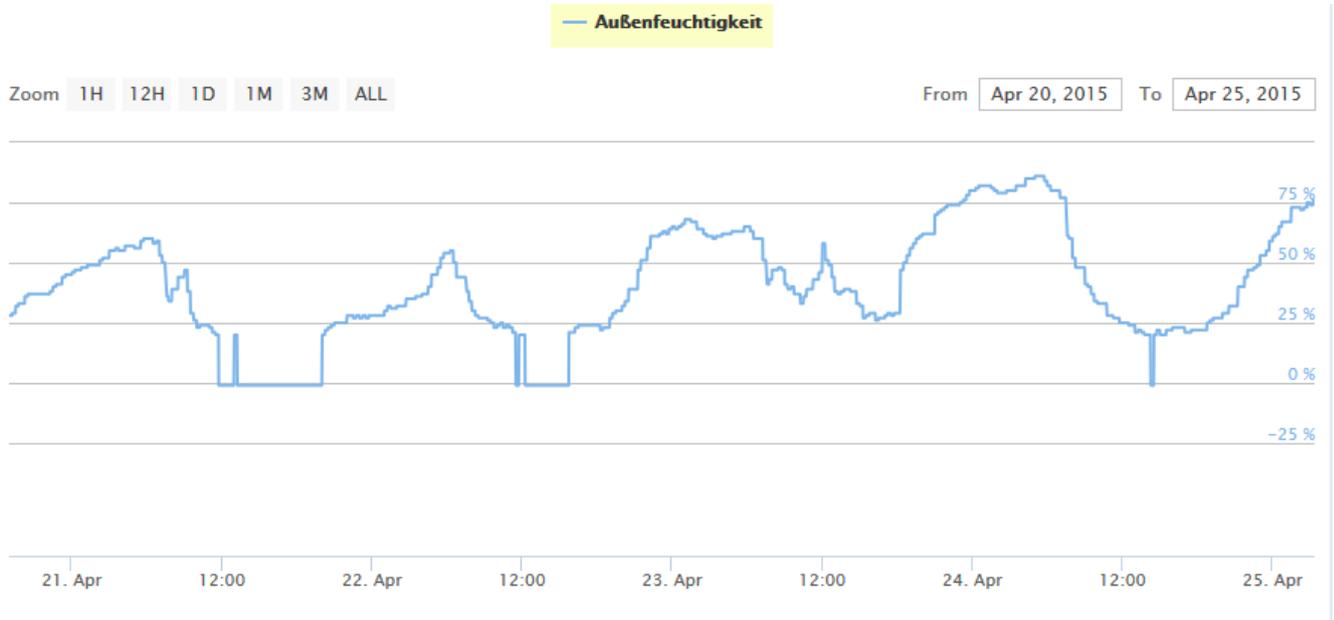


Abbildung 33: Außenfeuchtigkeit am Dach der HTL Hollabrunn [25]

Hier sieht man, dass sich die Außenfeuchtigkeit (Abbildung 33) ein wenig von der Messung (Abbildung 31) abhebt, z.B.: am 22. April zwischen 12 und 14 Uhr hatte es eine Außenfeuchtigkeit von unter 20 % und bei diesen Messungen hatte es ungefähr ca. 25 % Luftfeuchtigkeit. Generell war die Luftfeuchtigkeit fast immer unter 30 %. Dadurch kam nie der optimale Zustand von 40-60 % Luftfeuchtigkeit zustande.

6.4 Messbericht von 23.06.2015 - 26.06.2015

6.4.1 Messzeitpunkt

Die Messung wurde am 23.06.2015 um 14⁰⁰ gestartet und am 26.06.2015 um 13⁰⁰ beendet.

6.4.2 Messort

Die Messung wurde im Niederösterreichischen Landeskindergarten Hollabrunn, Robert-Löfflerstraße 7, durchgeführt. Wie auch bei den Messungen zuvor wurde der Gruppenraum 1, da es dort laut der Kindergartenleitung am kritischsten ist, als Messraum gewählt. Messgerät 1 (Abbildung 34) von Testo wurde an einem Regal im Erdgeschoss in ca. 2 Meter Höhe montiert und Messgerät 2 (Abbildung 34) wurde im ersten Stock auf dem Boden in der Ecke platziert, da es sonst zu gefährlich für die spielenden Kinder wäre.

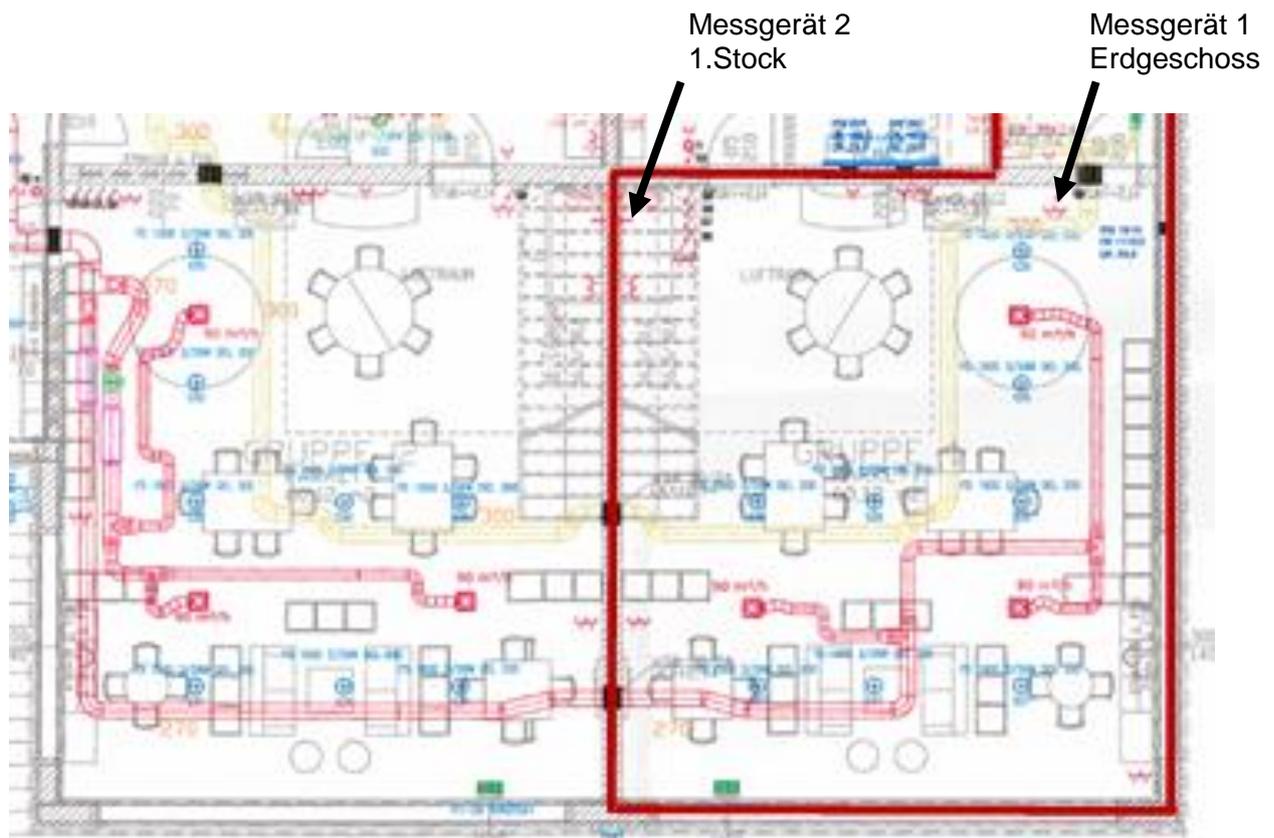


Abbildung 34: Positionen der Messgeräte in den Gruppenräumen

6.4.3 Erkenntnisse aus der Messung

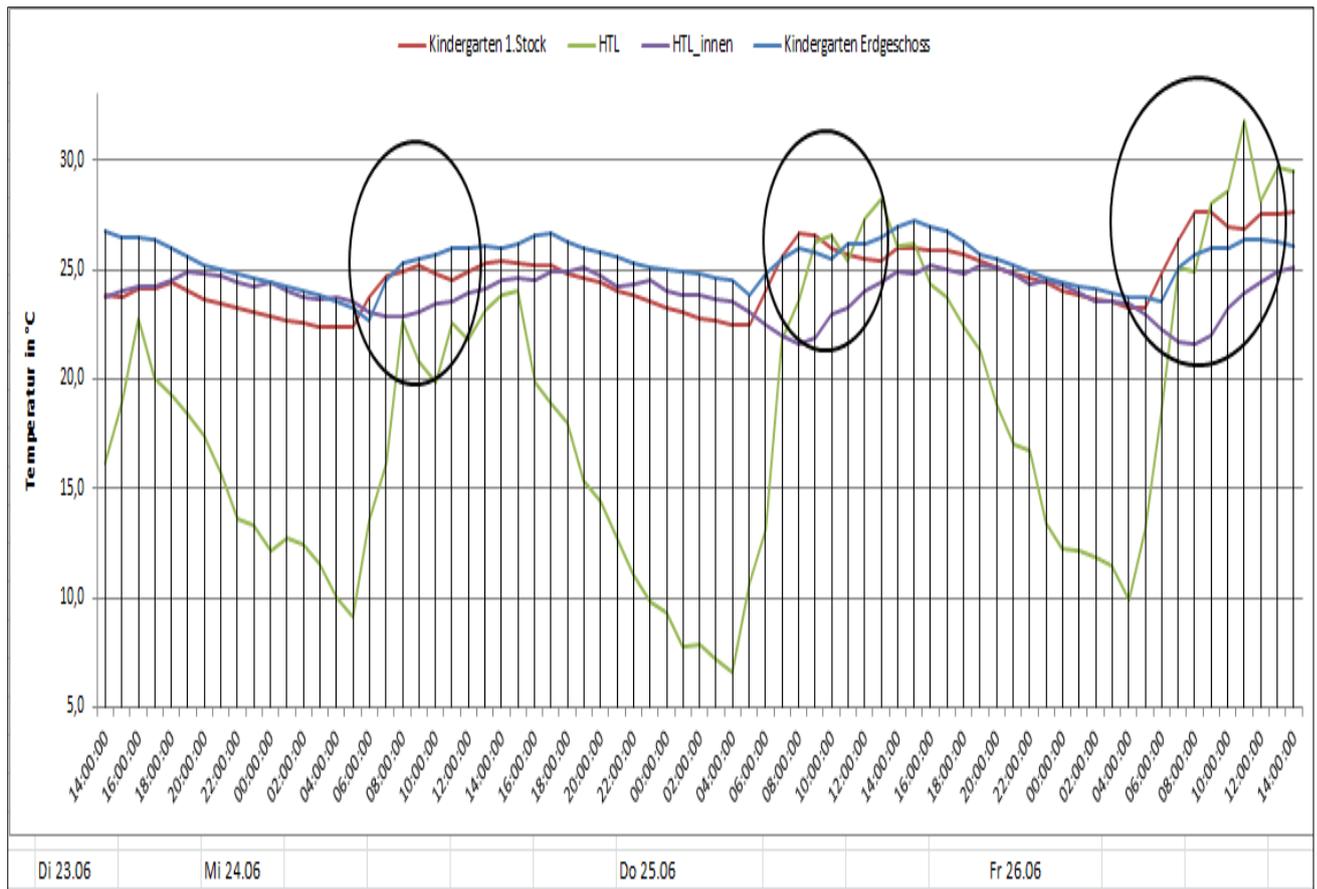


Abbildung 35: Temperatur im Kindergarten 1.Stock, HTL, HTL-Innen und Kindergarten Erdgeschoss

Die Erkenntnisse beziehen sich auf die Abbildung 35, welche aus Messwerten in Excel erstellt wurden. Als Messintervall wurde eine Stunde gewählt, da für diese Messintervalle Vergleichsdaten aus der HTL vorliegen. Jedoch stellt sich die Frage, welches Messintervall bei einer neuerlichen Messung optimal wäre (Aktivitäten wie Fenster öffnen, mehrere Personen betreten oder verlassen den Raum, Kochen in Nebenräumen etc.). Das von uns bis jetzt gewählte Messintervall 20 Sekunden schien zu klein zu sein, das Messintervall 60 Sekunden war aber dann zu groß.

6.4.3.1 Temperatur

Als mögliche Problemstelle bei der Temperatur stellt sich der Messort HTL-Hollabrunn Keller dar, welcher die Innentemperatur wiedergeben sollte. Jedoch weiß man nicht, wo sich das Messgerät genau befindet und wie dort die Sonneneinstrahlung ist.

Außentemperatur:

Zoom 1H 12H 1D 1M 3M ALL

From Jun 22, 2015 To Jun 27, 2015

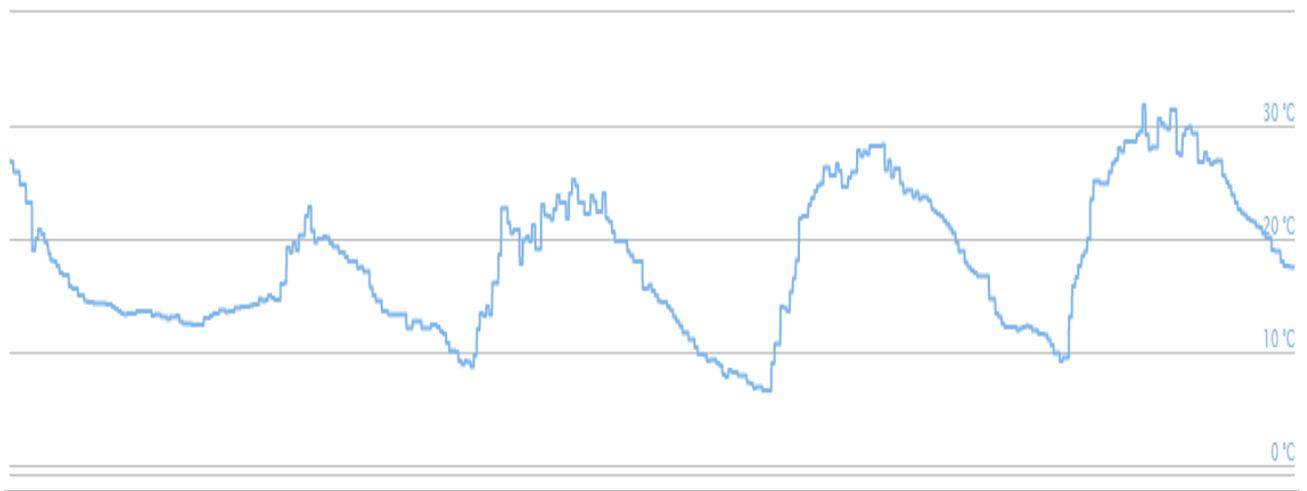


Abbildung 36: Außentemperatur am Dach der HTL Hollabrunn [25]

Die Differenzen zwischen Minimal- und Maximaltemperaturen (Abbildung 36) an den drei Messtagen waren sehr groß. Vor allem in der Nacht war es sehr kühl. Die Temperatur fiel zum Beispiel in der Nacht von 24.6. auf 25.6. von ca. 28 °C um ca. 13:00 Uhr auf ca. 7 °C um 04:00 Uhr.

Die Höchsttemperatur steigt im Laufe der Woche immer ein wenig an, bis sie am Freitag, den 26.6. um 11:00 Uhr auf über 30 °C gestiegen ist.

Innentemperatur:

Bei unserer Messung im 1.Stock konnte man erkennen, dass die Raumtemperatur (Abbildung 35) in der Nacht kaum sank, jedoch kühlte es am anderen Messort an der HTL annähernd gleich ab. Die Temperatur im Kindergarten erhöhte sich ab ca. 6 Uhr wieder stark, während sie in der HTL nicht annähernd so stark stieg.

Die Temperatur im ersten Stock war ein wenig niedriger als die des zweiten Messpunktes im Erdgeschoss. Das lag einerseits daran, dass an diesen Tagen sich die Kinder hauptsächlich im Erdgeschoss aufgehalten haben, andererseits könnte es an den unterschiedlichen Anbringungsstellen der Messgeräte (ca. 2 m Höhe im Erdgeschoß und am Boden im 1. Stock) liegen. Jedoch änderte sich am Freitag die Situation und die Temperatur im 1.Stock war relativ gesehen höher.

6.4.4 Schlussfolgerungen

Man konnte erkennen, dass die kühlen Außentemperaturen in der Nacht nicht zum Abkühlen des Raumes beigetragen haben und es so in der Früh sofort wieder warm wurde.

Die Temperatur stieg im Kindergarten viel früher an als an der HTL, was sehr auffällig war. Zu untersuchen wäre hier, ob dies vielleicht mit den unterschiedlichen Ausrichtungen der Gebäude in Bezug auf die Himmelsrichtungen oder mit den unterschiedlichen Sonneneinstrahlungswinkeln zur gleichen Zeit bei beiden Gebäuden zu tun hat. Weiterer Grund für die höhere Temperatursteigerung könnte die fehlende Beschattung sein.

Am Freitag, dem 26.06.2015 sieht man, dass bei höherer Außentemperatur die Temperatur im ersten Stock des Kindergartens höher als die Temperatur im ersten Messpunkt ist, was an den Tagen davor nicht der Fall war.

Außerdem hatte die zusätzliche erhöhte Einbringung von Frischluft in der Nacht über die Lüftung keine Auswirkungen auf die Luftfeuchtigkeit, Temperatur und den CO₂-Gehalt.

6.5 Messbericht von 21.7.2015 bis 25.7.2015

6.5.1 Messzeitpunkt

Die Messung wurde am 21.07.2015 um 10⁰⁰ gestartet und am 25.07.2015 um 15⁰⁰ beendet.

6.5.2 Messort

Die Messung wurde im Niederösterreichischen Landeskindergarten Hollabrunn, Robert Löfflerstraße 7, durchgeführt. Wie auch bei den Messungen zuvor, wurde der Gruppenraum 1, da es dort laut der Kindergartenleitung am kritischsten ist, als Messraum gewählt.

- Messgerät 1 (Abbildung 37) von Testo wurde an einem Regal im Erdgeschoss in ca. 2 Metern Höhe montiert.
- Messgerät 2 (Abbildung 38 und Position in Abbildung 37) wurde im ersten Stock auf eine kleine Küche gestellt damit für die Kinder beim Spielen am Boden keine Gefahr bestand.



Abbildung 37: Positionen der Messgeräte in den Gruppenräume



Abbildung 38: Messplatz für Messgerät 2

6.5.3 Erkenntnisse aus der Messung

Es wurden die Werte für Außentemperatur und Außenfeuchtigkeit an den besagten Tagen herangezogen. Die folgenden Grafiken sind immer die Messwerte aus dem Kindergarten.

6.5.3.1 Temperatur

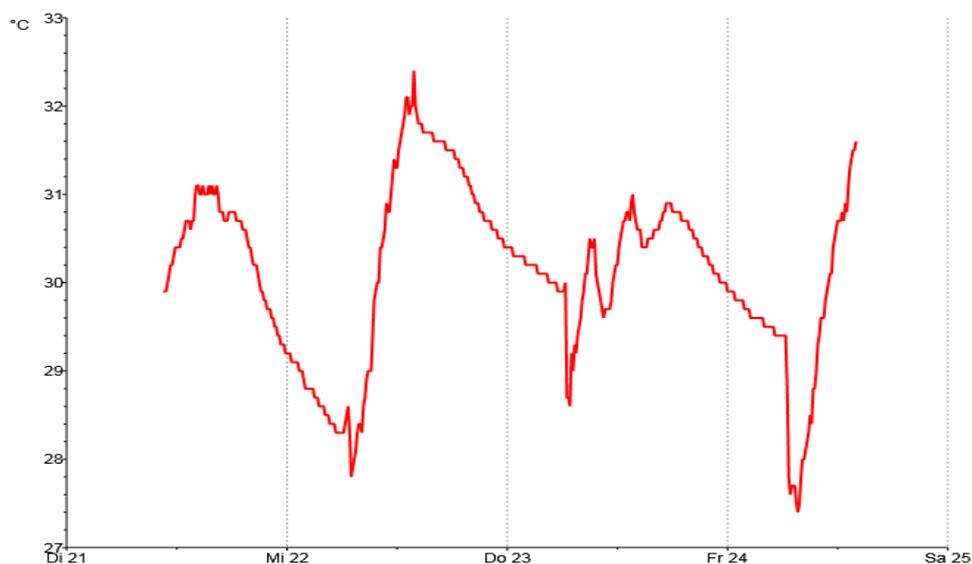


Abbildung 39: Temperatur im Erdgeschoss (Messgerät 1)

Messungen im Kindergarten

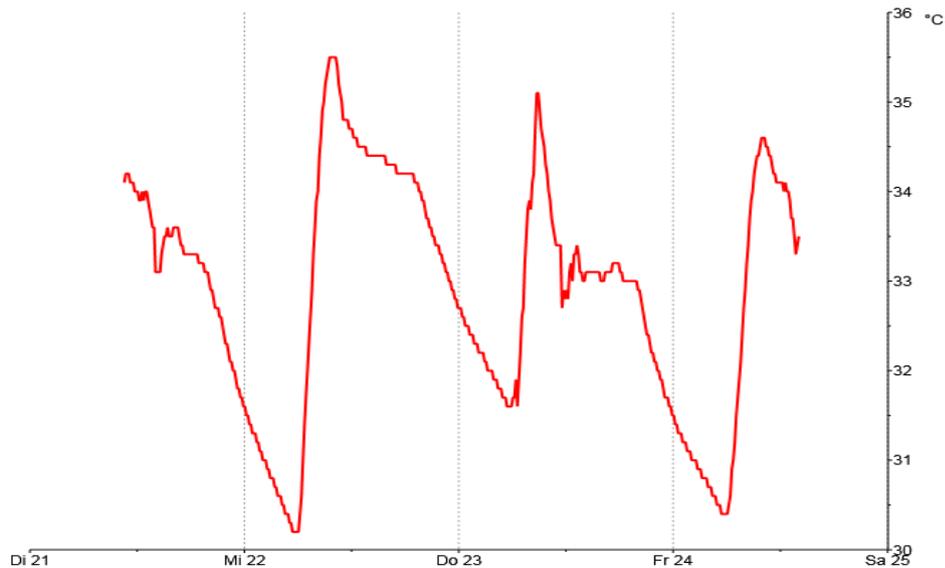


Abbildung 40: Temperatur im 1.Stock (Messgerät 2)

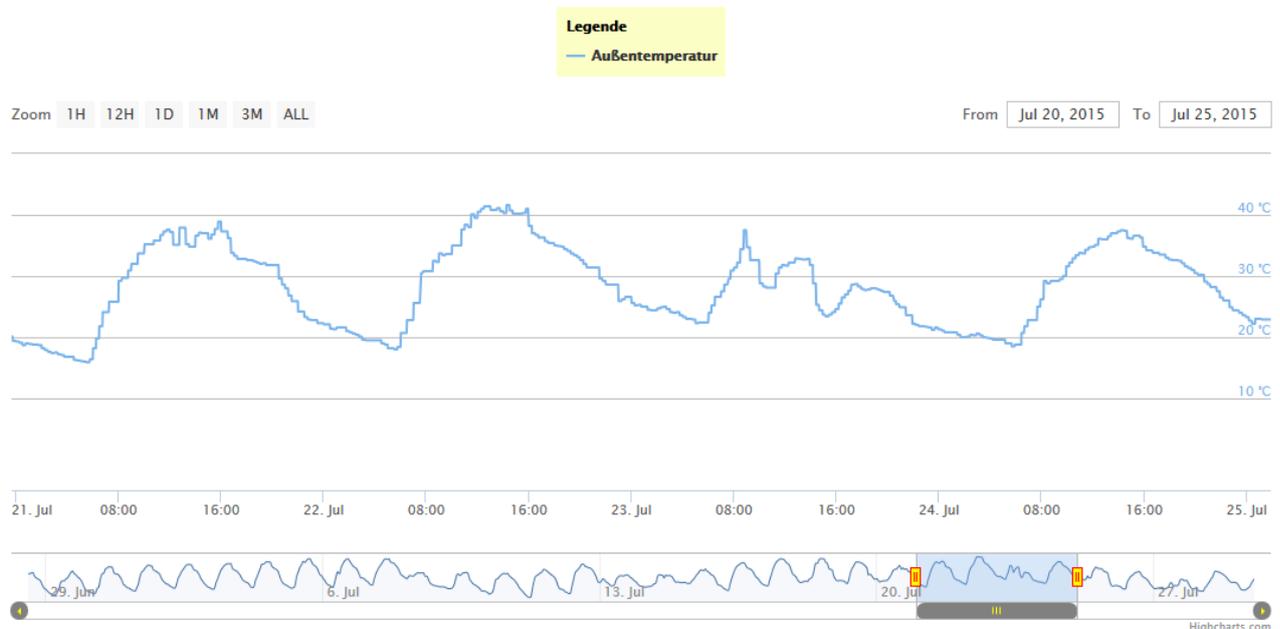


Abbildung 41: Außentemperatur am Dach der HTL Hollabrunn [25]

Es bleibt immer sehr warm in der Nacht und es kühlt im Kindergarten nicht so ab wie außen. Zum Beispiel hatte es am Mittwoch um Mitternacht im Kindergarten im Erdgeschoss 29 °C (Abbildung 39), an der HTL hatte es eine Außentemperatur (Abbildung 41) von 22 °C und am Donnerstag um Mitternacht hatte es im Kindergarten im Erdgeschoss 30 °C (Abbildung 39) und am HTL-Dach eine Außentemperatur von 25 °C. Die Temperaturunterschiede sind sehr groß. Obwohl die Temperaturen in der Früh höher als außen waren gab es nicht so hohe Temperaturanstiege über den Tag wie außen. Dadurch war es zur Mittagszeit im Kindergarten nie so heiß wie außen. Auch auffallend war, dass im ersten Stock (Abbildung 40) immer höhere Temperaturen herrschten als im Erdgeschoss. Dies lag daran, dass im ersten Stock nicht oft gelüftet wurde. Im Erdgeschoss waren die Fenster untertags oft geöffnet.

6.5.3.2 Luftfeuchtigkeit

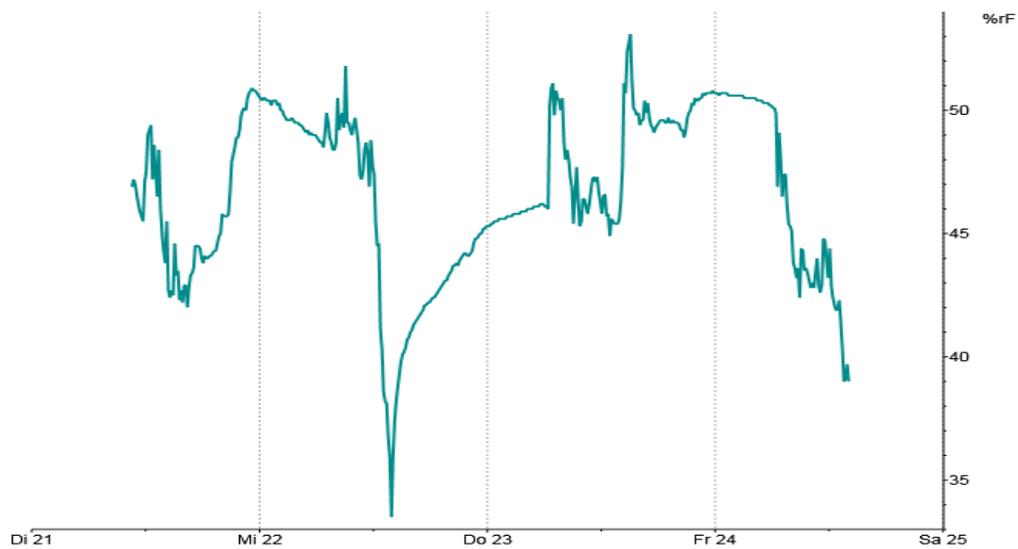


Abbildung 42: Luftfeuchtigkeit im Erdgeschoss (Messgerät 1)

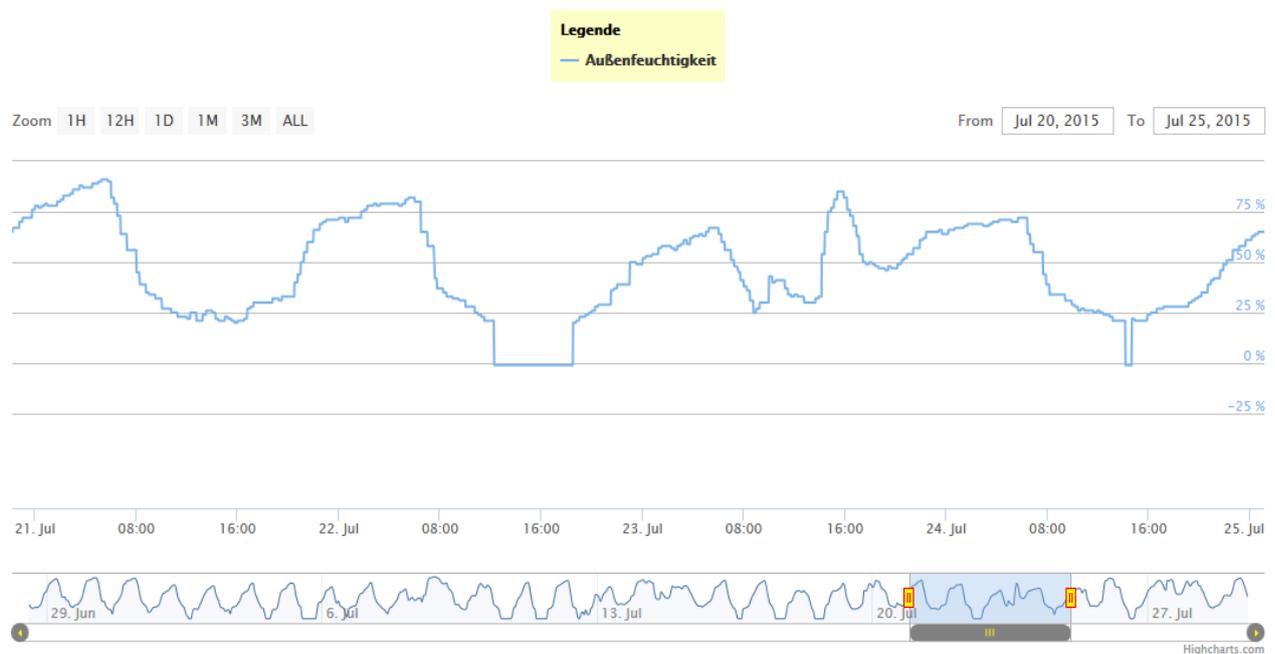


Abbildung 43: Außenfeuchtigkeit am Dach der HTL Hollabrunn [25]

Die zwei wichtigsten Punkte wurden eingehalten, erstens unterschritt die Luftfeuchtigkeit nie 30 % und zweitens blieb die Luftfeuchtigkeit (Abbildung 42) im Kindergarten immer zwischen 40-60 % wie es in einem Wohnraum bzw. an einem Arbeitsplatz sein sollte. Der drastische Abfall der Luftfeuchtigkeit am Mittwoch zur Mittagszeit ist, einerseits durch die enorme Hitze zu erklären und andererseits dadurch, dass es zu diesem Zeitpunkt nur eine Außenluftfeuchtigkeit (Abbildung 43) von 20 % hatte.

6.5.3.3 CO₂-Gehalt

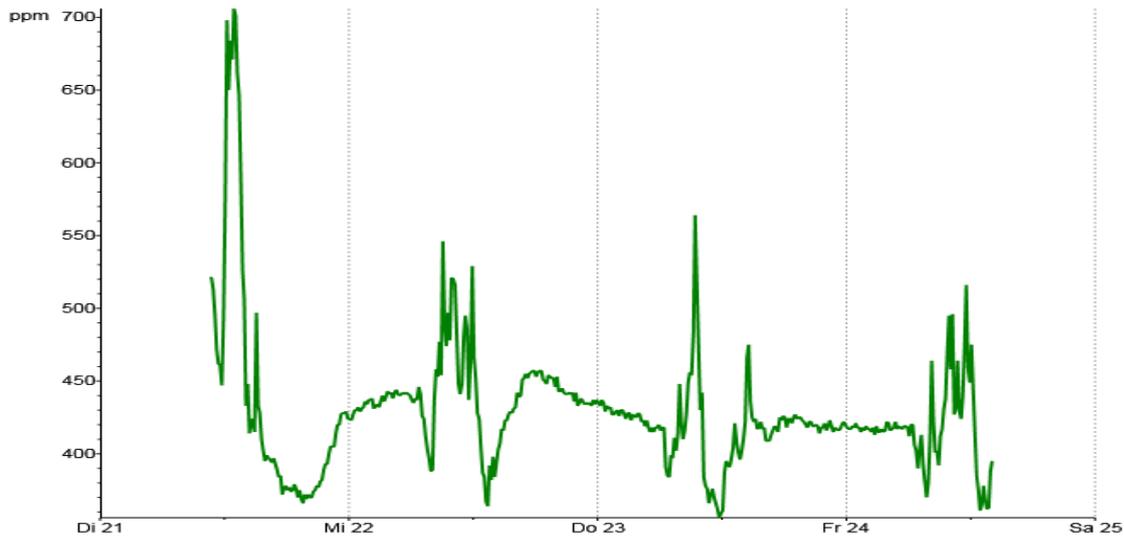


Abbildung 44: CO₂-Gehalt im Erdgeschoss (Messgerät 1)

Zu den CO₂-Werten des Kindergartens gibt es keine Referenzwerte von außen. 1500 ppm ist der empfohlene Grenzwert für Wohnräume bzw. Arbeitsplätze, dieser wurde eingehalten. Das Ziel die Behaglichkeit zu steigern konnte hier erreicht werden da sich ein Mensch unter 1000 ppm behaglich fühlt. Der Höchstwert liegt im Kindergarten bei dieser Messung bei 700 ppm (Abbildung 44). Der drastische Anstieg des CO₂-wertes auf 700 ppm am Dienstag zur Mittagszeit ist auf eine hohe Personenanzahl im Raum zurückzuführen

6.5.4 Schlussfolgerung

Bei der Temperatur im Kindergarten gab es zwei Probleme, die auf jedenfall genauer untersucht werden müssen. Erstens kühlt es in der Nacht nicht mehr als 2 bis 3 °C ab und zweitens sind die Temperaturen im 1 Stock untertags zu hoch.

Die Luftfeuchtigkeit verhält sich bis auf einen Außreißer nach unten sehr gut zur Luftfeuchtigkeit außen. Es gibt zwar Schwankungen aber die Luftfeuchtigkeit bleibt immer zwischen 40-60 %.

Beim CO₂-Wert gab es keine Überschreitung des Grenzwertes von 1500 ppm. Es wurde sogar nie über 1000 ppm gemessen.

6.6 Messbericht vom 17.11.2015 bis 20.11.2015

6.6.1 Messzeitpunkt

Die Messung wurde am 17.11.2015 um 15⁰⁰ gestartet und am 20.11.2015 um 14⁰⁰ beendet.

6.6.2 Messort

Die Messung wurde im Niederösterreichischen Landeskindergarten Hollabrunn, Robert Löfflerstraße 7, durchgeführt. Wie auch bei den Messungen zuvor, wurde der Gruppenraum 1, da es dort laut der Kindergartenleitung am kritischsten ist, als Messraum gewählt.

- Das Messgerät (Position in Abbildung 45, aufgestellt wie in Abbildung 38) wurde im 1.Stock auf einer kleinen Spielküche aufgestellt.

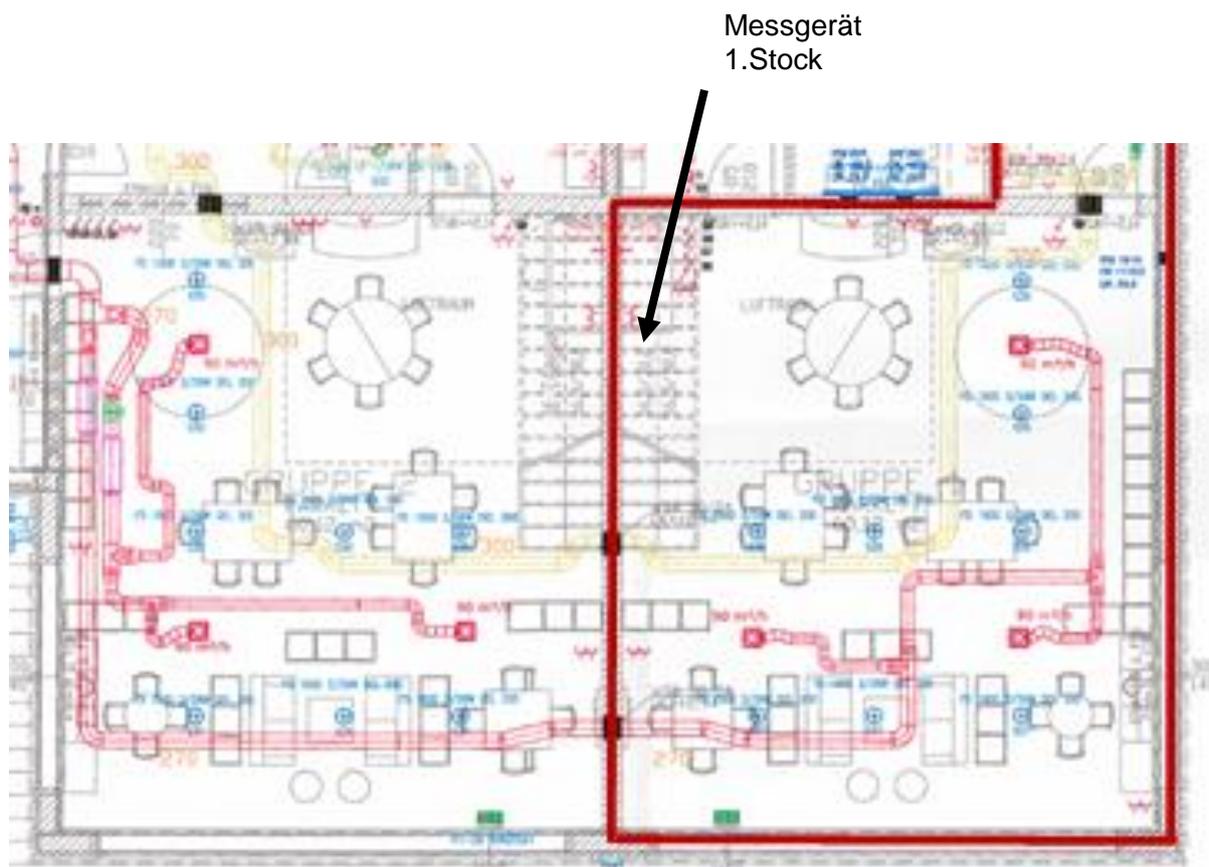


Abbildung 45: Position des Messgerätes im Gruppenraum

6.6.3 Erkenntnisse aus der Messung

Wie viele Personen waren anwesend (muss nicht stündlich sein)

Waren die Fenster geöffnet?

lief die Heizung an diesen Tagen schon

Wie war es für Sie an diesem Tag? z.B. ☺ oder ☹

Mi

Zeit	Personen	Fenster offen?	Heizung an?	Wohlbefinden
07 ⁰⁰	1	JA (2 Fenster)	JA	7-12° ☹
08 ⁰⁰	5	JA (2 Fenster)	—	Luft warm + trocken, Lüften nur bei möglich wegen Zug. ☹
09 ⁰⁰	5	—	—	
10 ⁰⁰	10	—	—	
11 ⁰⁰	7-10	NEIN	—	
12 ⁰⁰	10	NEIN	—	12°-15° ☹
13 ⁰⁰	3	NEIN	—	
14 ⁰⁰	3	NEIN	—	
15 ⁰⁰	1	NEIN	—	
16 ⁰⁰				
17 ⁰⁰				

Do

Zeit	Personen	Fenster offen?	Heizung an?	Wohlbefinden
07 ⁰⁰	1	NEIN	JA	☺
08 ⁰⁰	2	NEIN	JA	
09 ⁰⁰	13	NEIN	JA	Luft trocken ☹
10 ⁰⁰	15	JA (1)	JA	
11 ⁰⁰	0	NEIN	JA	sehr warm ☹
12 ⁰⁰	0	NEIN	JA	
13 ⁰⁰	8	NEIN	JA	
14 ⁰⁰	1	JA (1)	JA	nach Lüften etwas besser ☹
15 ⁰⁰	1	JA (1)	JA	
16 ⁰⁰				
17 ⁰⁰				

FR

Zeit	Personen	Fenster offen?	Heizung an?	Wohlbefinden
07 ⁰⁰	2	NEIN	JA	☹
08 ⁰⁰	5	NEIN	—	schwarz ☹
09 ⁰⁰	10	NEIN	—	
10 ⁰⁰	15	JA (schiff)	—	Haare elektrisch + trockene Luft ☹
11 ⁰⁰	15	NEIN	—	
12 ⁰⁰	8	NEIN	—	
13 ⁰⁰	1	NEIN	—	
14 ⁰⁰				
15 ⁰⁰				
16 ⁰⁰				
17 ⁰⁰				

Abbildung 46: Fragebogen für die Betreuer/innen des Kindergartens

Bei dieser Messung wurden bei der Auswertung auch die sozialen Aspekte (Abbildung 46) berücksichtigt. Die Kinder bzw. die Betreuer/innen konnten zum Beispiel ihr persönliches Wohlbefinden eintragen.

Es wurden die Werte für Außentemperatur und Außenfeuchtigkeit an den besagten Tagen herangezogen.

6.6.3.1 Temperatur

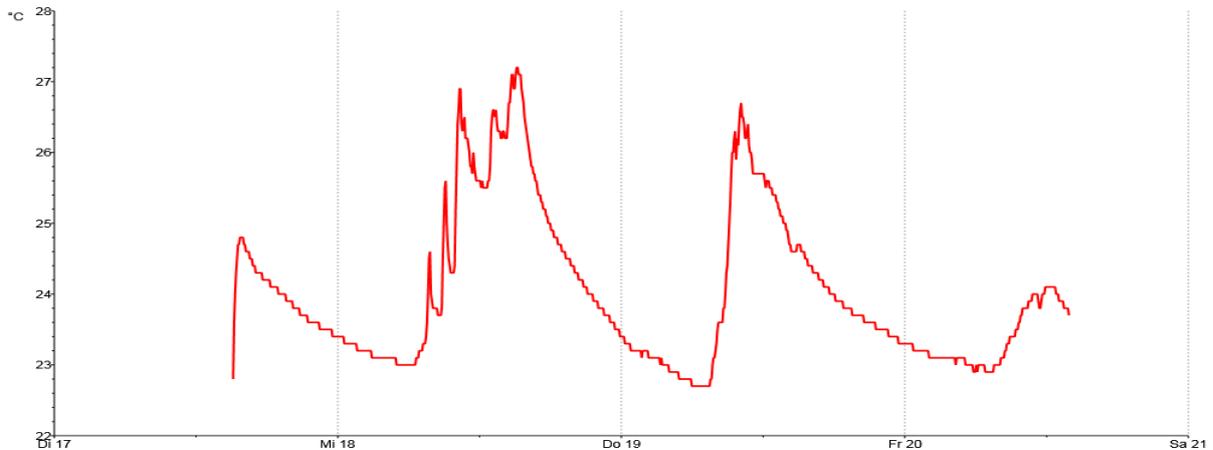


Abbildung 47: Innentemperatur im 1.Stock



Abbildung 48: Außentemperatur am Dach der HTL Hollabrunn [25]

Am Mittwoch war die Außentemperatur in Hollabrunn zu Mittag 20 °C (Abbildung 48) und die Innentemperatur im Kindergarten betrug 27 °C (Abbildung 47). Für ein angenehmes Raumklima waren die Temperaturen zu hoch. Die hohen Temperaturen wurden auch von den Kindern bzw. den Betreuerinnen bemängelt. Der Grund für die hohen Temperaturen war die Sonne, die den ganzen Nachmittag gestrahlt hat und den Raum dadurch sehr stark aufgeheizt hat.

Es wurden schon in der Früh Temperaturen von 23 °C gemessen. Behagliches Raumklima wäre zwischen 19 °C und 21 °C.

6.6.3.2 Luftfeuchtigkeit

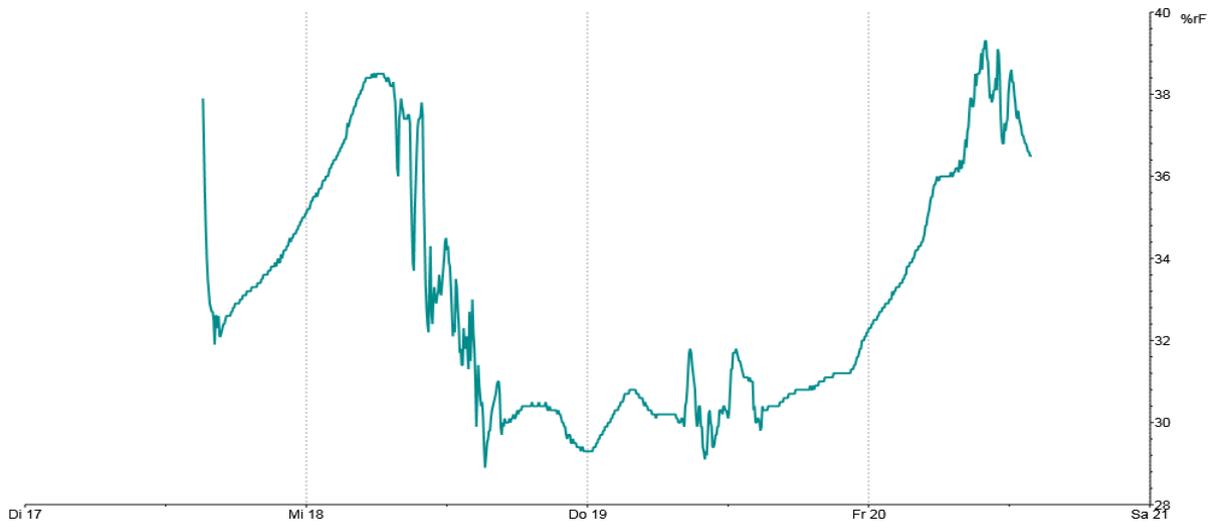


Abbildung 49: Innenfeuchte im 1.Stock



Abbildung 50: Außenfeuchte am Dach der HTL Hollabrunn [25]

Bei der Luftfeuchtigkeit gab es sehr überraschende Werte. Generell ist die Luftfeuchtigkeit an jedem Tag zu niedrig, sie lag nur zwischen 29 % und 38 % (Abbildung 49) obwohl die Luftfeuchtigkeit außen immer sehr hoch war (Abbildung 50). Die Luftfeuchtigkeit sollte aber zwischen 40-60 % liegen damit Behaglichkeit herrscht. Auch das Feedback der Kinder bzw. der Betreuerinnen lautete, dass die Luft zu trocken ist.

Die Luftfeuchtigkeit stieg in der Nacht von Dienstag auf Mittwoch und von Donnerstag auf Freitag immer konstant. Sehr verwunderlich war aber, dass in der Nacht von Mittwoch auf Donnerstag die Luftfeuchtigkeit nicht gestiegen ist sondern sogar ein bisschen gefallen ist.

6.6.3.3 CO₂-Gehalt

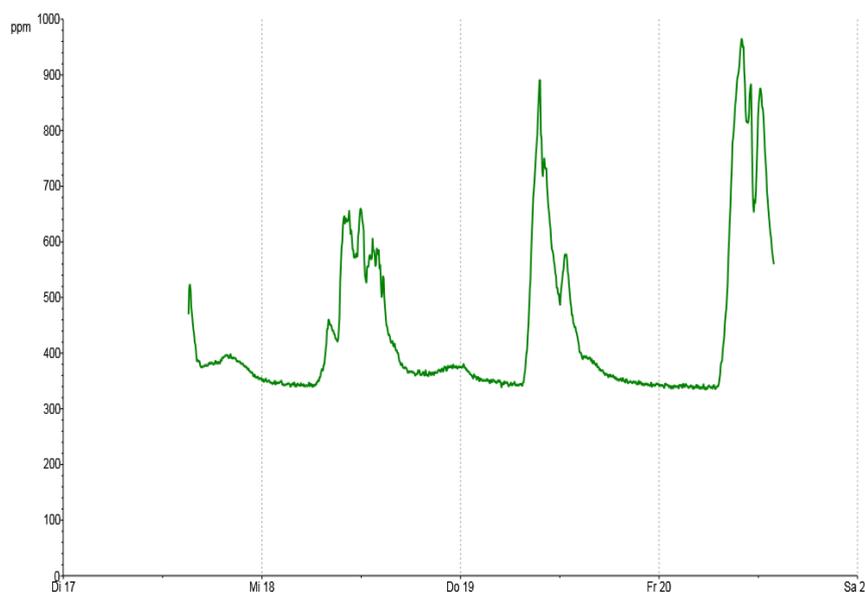


Abbildung 51: CO₂-Gehalt im 1.Stock

Der CO₂-Gehalt war immer unter 1000 ppm (Abbildung 51). Alles unter 1000 ppm gilt als behaglich. Die einzelnen Ausschläge auf 900 ppm (Abbildung 51) sind auf die hohe Personenzahl im Raum zurück zu führen, wie zum Beispiel am Donnerstag wo von 9⁰⁰ bis 11⁰⁰ Uhr wo 15 Personen im Raum waren und dadurch der CO₂-Gehalt auf 900 ppm gestiegen ist.

6.6.4 Schlussfolgerung

Die Raumtemperatur ist auch in den Wintermonaten viel zu hoch, außerdem kühlt es in den Räumen wie im Sommer nur 2 °C bis 4 °C ab. Die Luftfeuchtigkeit ist mit 30-40 % zu niedrig, dadurch ist die Luft viel zu trocken. Positiv verhalten hat sich der CO₂-Gehalt, der immer unter 1000ppm geblieben ist und dadurch immer Behaglichkeit vorherrschend war.

Eine Beschattung wäre eine gute Lösung des Raumtemperaturproblems. Eine gute Lösung für die geringe Nachtabsenkung und für die geringere Luftfeuchtigkeit wäre eine Querdurchlüftung.

7 Ergebnisse

7.1 Allgemein

Es wurden in 2 Gruppenräumen eines Kindergartens in Hollabrunn für 3 bis 4 Tage mit zwei Messgeräten (Abbildung 52) fünf Messungen durchgeführt.



Abbildung 52: Testo 480 Messgerät

Bei der Bewertung beziehungsweise Interpretation wurde das Kapitel 6 Messungen im Kindergarten herangezogen.

Die Auswertung hat ergeben, dass die CO₂-Werte und die Luftfeuchtwerte im Erdgeschoss alle im Normbereich sind bzw. nicht kritisch sind.

Die Temperaturen im Erdgeschoss und dem 1. Stock waren aber sehr kritisch, da bei 35 °C Außentemperatur manchmal eine Innentemperatur von 33 °C herrschte.

Außerdem war die Luftfeuchtigkeit im 1. Stock sehr kritisch, weil sie nur zwischen 30-40% lag und eigentlich zwischen 40-60 % liegen müsste damit Behaglichkeit herrscht.

Das dritte Problem war, dass über die Nacht die Temperatur im Kindergarten nicht gesunken ist und es so in der Früh bis zu 23 °C hatte.

7.2 Kühllastberechnung

Die Kühllast ist die in den Raum eingebrachte erforderliche Kühlleistung. Diese wird so ausgelegt, dass die Raumtemperatur den gewünschten Wert erreicht. Um die Kühllast zu errechnen wird eine Wärmebilanz der strahlenden und konvektiven Wärmequellen aufgestellt. Außerdem sind die haustechnischen Anlagen wie Lüftungen etc. zu berücksichtigen. Das Ergebnis dieser Bilanz ist die zu erbringende Leistung der Klimaanlage.

7.2.1 Innere Kühllast

Unter inneren Kühllasten werden Lasten gesehen, welche die Raumluft von innen erwärmen. Zu den inneren Lasten zählen unter anderem:

- Wärmeabgabe durch Personen
- Wärmeabgabe durch Beleuchtung
- Maschinen- und Geräthewärme
- Wärmeeintrag durch Stoffdurchsatz
- Wärme durch chemische Reaktionen
- Wärmestrom von Nachbarräumen

7.2.2 Äußere Kühllast

Zur Berechnung der äußeren Kühllast werden die Sonnenstrahlung und äußere Einflüsse berücksichtigt. Diese erhitzen das Gebäude beziehungsweise den Raum von außen. Zu diesen Lasten zählen:

- Wärmestrom durch Außenwände
- Wärmestrom durch Dächer
- Transmissionswärmestrom durch Fenster
- Strahlungswärme durch Fenster
- Wärmeeintrag durch Fugenlüftung

7.2.3 Berechnung

Als Grundlage wurde die Norm VDI 2078 verwendet. Die Berechnung wird für das Obergeschoss im Kindergarten durchgeführt. Der Raum weist ein Raumvolumen von 211 m³ auf. Als Raumtemperatur wurde 28 °C angenommen, da die Berechnung für die Sommermonate Juni und Juli ausgeführt wurde. Aufgrund der Platzverhältnisse im Obergeschoss wird die Kühllast mit 5 Personen, welche jeweils 75 W abgeben, berechnet. Die Beleuchtung wurde in dieser Berechnung nicht berücksichtigt, da in den Sommermonaten kaum Licht benötigt wird. Somit beträgt die Innere Kühllast im Juni 263 W und im Juli 206 W. Für die äußere Kühllast wird die Transmission durch Außenwände und Dächer, die Transmission durch Fenster und die Strahlungswärme durch Fenster berücksichtigt. Aufgrund dieser Faktoren ergibt sich eine gesamte trockene Kühllast von 2730 W. Bei dieser Leistung wurde eine mögliche Beschattung nicht berücksichtigt. Bei einer Beschattung verringert sich die benötigt Leistung auf 1538 W. Dies entspricht einer Temperaturreduktion von zirka 2 K.



Ergebnisse

Kühllastzone 3 k für Außenwand 0,3 Raumlufthtemperatur 28 °C
 Raumtyp L V_R 211,68 m³

Wärmequelle	Berechnung			Monat/Zeit					
				Juli/10Uhr		Juni/10Uhr			
				Q' in W					
Personen Q'_{Ptr}	Anzahl	Q'_{Ptr}/Personen		Si	Q'_{Ptr}	Si	Q'_{Ptr}		
	5	75		0,55	206,25	0,7	262,5		
Zwischensumme Q'_i =				206			263		
Äußere Kühllast Q'_A									
Wärmedurchgang durch Außenwände und Dächer Q'_w			14 UHR			10 UHR			
Rückgang	k in W/m ² K	A in m ²		$\Delta v_{\text{äq}}$	$\Delta v_{\text{äq1}}$	Q'_w	$\Delta v_{\text{äq}}$	$\Delta v_{\text{äq1}}$	Q'_w
N	0,3	12,82		1,2	0,7	4,62	-1,4	-1,9	-7,30
HO	0,3	40,89		16,6	16,1	203,65	4,3	16,1	52,75
Zwischensumme Q'_w =				208,270752		45,444096			
Transmission durch Fenster Q'_T									
	k	A		Δv	Q'_T	Δv			
	3	21,35		2,9	186	2,9	186		
Strahlungswärme durchs Fenster Q'_s									
Richtung	$I_{\text{max}}, I_{\text{diffmax}}$ in W/m ²	A ₁ , (A-A ₁)	B	S _a	Q'_s	S _a	Q'_s		
S	385	10,02		0,9	0,55	1910	0,42	1459	

Ergebnisse

S mit Beschattung	385	10,02	0,39	0,55		840	0,42	642
O	528	1,78	0,9	0,26		220	0,49	415
O mit Beschattung	528	1,78	0,39	0,26		97	0,49	183
Zwischensumme $Q'_s =$						1910		2698
					ohne Besch.	mit Besch.	ohne Besch.	mit Besch.
Gesamte trockene Kühllast $Q'_l + Q'_w + Q'_T + Q'_s$					<u>2730</u>	<u>1538</u>	2367	1318
Maximum : Q_{ktr} [W]	0	Mit Beschattung		ohne Beschattung				
Bezogen auf V'_R / q'	$9328/756 =$	1,7		3,13				
Feuchte Kühllast Q'_{kf}								
Quelle	Berechnung							
Personen	$10 \cdot 40$	5	40			200		200
Gesamte feuchte Kühllast $Q'_{kf} =$		200						

7.3 Anforderungen an die Optimierungsmaßnahmen

Als Optimierungsmaßnahmen wurden mehrere Varianten gewählt, wobei einige Faktoren dabei eine Rolle spielten.

- Die Beschattung sollte den Raum nicht komplett abdunkeln und sie sollte eine gute Sicht nach außen gewähren.
- Sie sollte nachrüstbar sein um diese gegebenenfalls auch nachträglich an der Fassade anzubringen.
- Der Wärmedurchfluss sollte so gering wie möglich gehalten werden.
- Natürlich spielte die Wirtschaftlichkeit auch in der Auswahl der Beschattung eine entscheidende Rolle.

Aufgrund dieser Faktoren wurden letztendlich drei Varianten für eine Beschattung und eine Variante zur Reduktion der Temperatur während der Nacht bzw. zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit gewählt. Darüber hinaus wurden für jede dieser Optimierungsmaßnahmen Angebote eingeholt.

7.4 Sonnenschutzfolie

7.4.1 Beispiel für Wirkung einer Sonnenschutzfolie

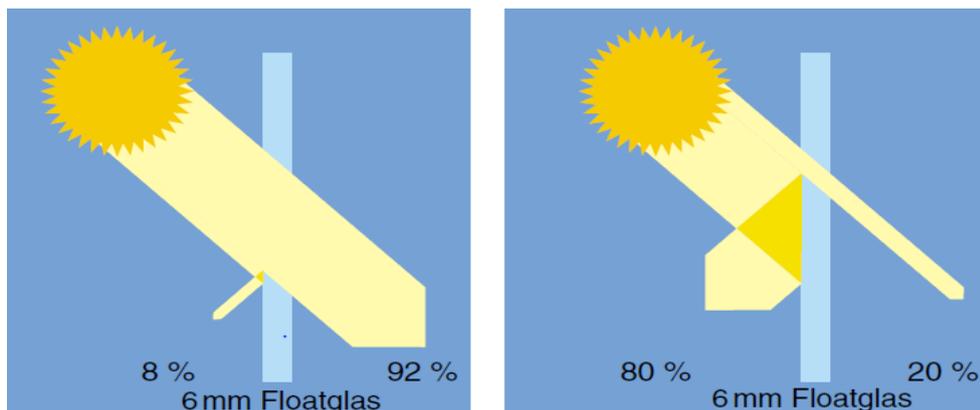


Abbildung 53: Wirkung einer Sonnenschutzfolie [26]

Eine Sonnenschutzfolie ist eine sehr einfache Beschattung. Diese kann zwar sehr effektiv Sonnenenergie zurückweisen (Abbildung 53), problematisch ist jedoch die schnelle Abnutzung der Folie. Durch diese verliert die Folie auch sehr schnell an Zurückweisung von Sonnenenergie.

7.4.2 Vorteile

- Silber getönte Folie mit Sicht nach außen
- Kratzfeste Oberfläche
- Leichte Reinigung
- In verschiedenen Breiten erhältlich
- Wirksamer Schutz gegen Hitze und Blendung
- Sorgt für ein angenehmes Raumklima

7.4.3 Angebot

Sonnenschutzfolie SOL-20X silber (Firma Soldera):

- Zurückweisung der Sonnenenergie zu 82 %
- UV-Schutz 99 %

Preis: pro m² ist 68 €

Preis für einen Gruppenraum: 68 € x 14 m² = 952 € exkl. MWst

Preis für einen Gruppenraum inkl. MWst: 952 € x 1,2 ≈ 1143 €

Preis für alle Gruppenräume: 6 x 1143 € ≈ 5712 € inkl. MWst.

7.5 Refleksol

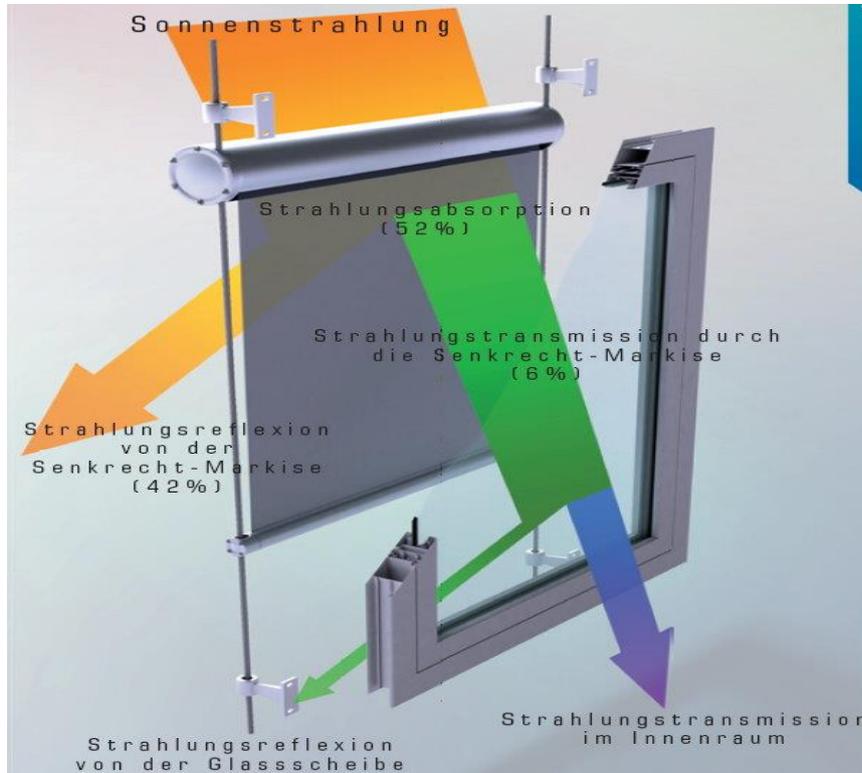


Abbildung 54: Aufbau einer Refleksol [21]

Anwendungsbereich: senkrechte Glasfläche

Durch Refleksol bleibt die Temperatur im Raum immer konstant. Dadurch muss die Klimaanlage nicht so eine hohe Leistung erbringen und es wird Energie gespart.

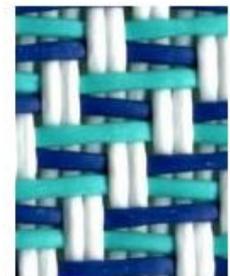


Abbildung 55: Beispiel eines Screen Double Stoffes [21]

Dieser Sonnenschutz kann mit den Stoffen Screen Double (Abbildung 55), Screen 600 oder Screen 350 ausgestattet werden. Es bietet guten Schutz vor dem scheinenden Licht aber ermöglicht trotzdem eine gute Sicht nach außen.

Sie kann Außen und Innen angebracht werden. Es kann eine völlige Abdunkelung des Raumes erreicht werden. Außerdem ist die Refleksol mit Witterungssensoren ausgestattet. Diese führen dazu, dass falls zu starker Wind bläst oder ein Unwetter herrscht, der Stoff in die Schutzvorrichtung von selbst einfährt. Die Konstruktion ist aus Alu und garantiert Langlebigkeit. [21]

7.5.1 Angebot

Refleksol Typ 76 (Firma Eurofenster):

Die Kosten fallen wie folgt aus:

Preis für ein Einzelstück mit 155x115 cm: 140 €

Preis für ein Einzelstück mit 147x106cm: 124 €

Preis für einen Gruppenraum:

$140 \text{ €} \times 5 + 124 \text{ €} \times 3 = 1072 \text{ €}$ mit MwSt.(20 %): $1072 \text{ €} \times 1.2 = 1286 \text{ €}$

Preis für alle Gruppenräume: $6 \times 1286 \text{ €} = 7716 \text{ €}$

Zurückweisung der Sonnenenergie: 80-100 %

Nähere Beschreibung in Abbildung 56.



Sala GmbH - Brigittagasse 16/1 - 1200 Wien

HTL Hollabrunn

Kontakt:

Brigittagasse 16/1
1200 Wien
Telefon: +43 1 315 12 47
Fax: +43 1 315 12 47 15
Email: info@eurofenster.at

Angebot

Angebots-Nr.	Datum	Kunden-Nr.
2015110026	19.11.2015	
Sachbearbeiter/-in:	Seite	
Gregor Sala	1 von 2	

Sehr geehrte Damen und Herren,

wir freuen uns, Ihnen folgendes Angebot unterbreiten zu dürfen.:

Pos.	Anzahl	Einheit	Bezeichnung	Rabatt	Einzelpreis	Gesamtpreis
1	5	Stk.	Refleksol76 Kurbelantrieb Standardstoffe nach Wahl BxH 155 x 115 cm	20%	140,00 €	700,00 €
2	3	Stk.	Refleksol76 Kurbelantrieb Standardstoffe nach Wahl BxH 147 x 106 cm	20%	124,00 €	372,00 €
3	1	Stk.	Preise gelten bei Selbstabholung		0,00 €	0,00 €

Zahlungsart:

min. 30 % Anzahlung, Restzahlung bei Montagen 7 Tage netto,
ansonsten bar bei Abholung/Lieferung.

Nettosumme:	1.072,00 €
MwSt (20,0 %)	214,40 €
Rechnungsbetrag:	1.286,40 €

Abbildung 56: Angebot für Refleksol

7.6 Querdurchlüftung

Durch die Messungen im Kindergarten wurde mehrmals nachgewiesen, dass die Temperaturabsenkung in der Nacht viel zu niedrig ist. Somit ist die Temperatur in der Früh verhältnismäßig hoch. In 6.4 ist zu sehen, dass die Temperatur in der Nacht kaum fällt. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde eine Optimierungsmaßnahme gewählt die diese Nachtabsenkung der Temperatur ermöglicht. Abhilfe soll eine Querdurchlüftung, welche in der Nacht die Luft umwälzt, schaffen. Die Funktionsweise ist ident wie in 5.6.2 (Freie Lüftung). Es wird mithilfe eines Ventilators Luft aus dem Raum angesaugt. An der gegenüberliegenden Seite wird über eine Öffnung Frischluft von außen angesaugt. Dadurch erfolgt ein Luftaustausch und eine Senkung der Raumtemperatur.

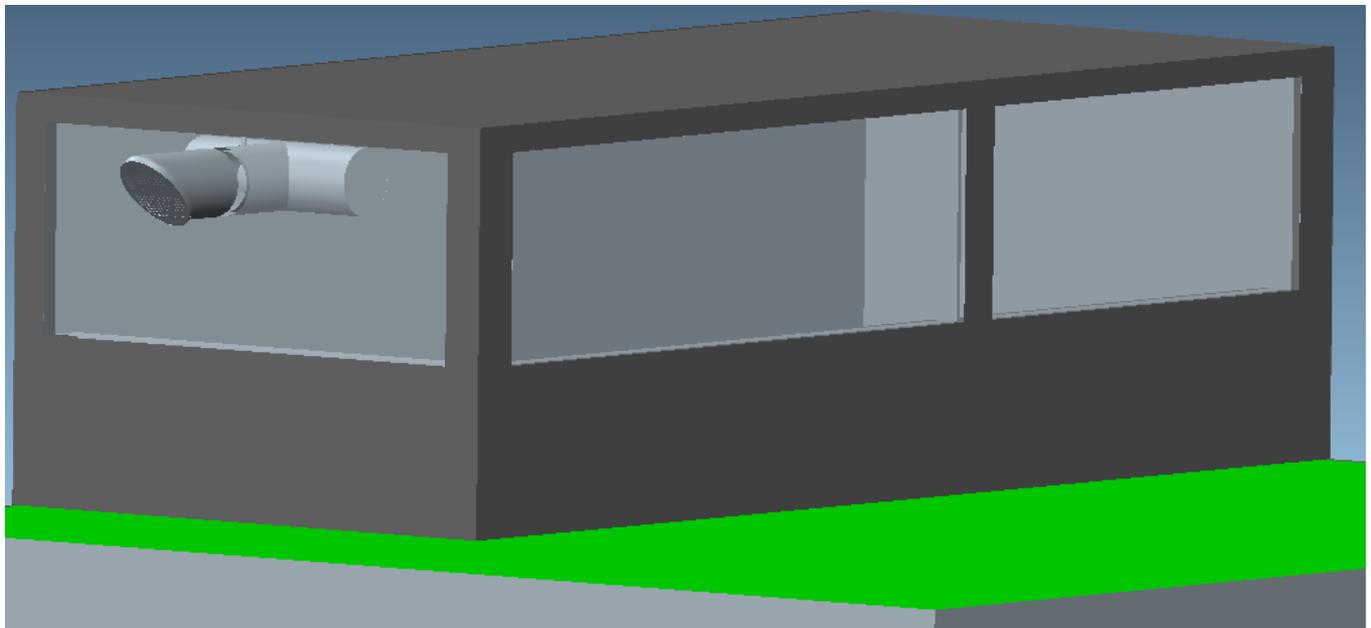


Abbildung 57: Skizze der Querdurchlüftung (Schematisch)

In Abbildung 57 wird schematisch die Querdurchlüftung dargestellt. Dieses Modell dient nur zur Veranschaulichung der geplanten Lüftung. Der Ventilator soll in einem Lüftungskanal, welcher an der Glasfront im ersten Stock befestigt wird, angebracht werden. An der Außenseite wird ein Lüftungsgitter montiert, um vor Tieren und Schmutz zu schützen. An der Innenseite wird der Lüftungskanal mithilfe von Gewindestiften an der Decke befestigt (Abbildung 58). In Abbildung 57 ist an der rechten oberen Seite ein Fenster zu sehen. Es wird vorausgesetzt, dass dieses während der Lüftungsperioden geöffnet ist um Frischluft zuführen zu können und somit den gewünschten Luftaustausch zu gewährleisten. Diese Variante der Lüftung soll in der Nacht durchgeführt werden. Dadurch wird die Temperaturdifferenz wesentlich höher und der Raum sollte sich nicht so schnell aufheizen.

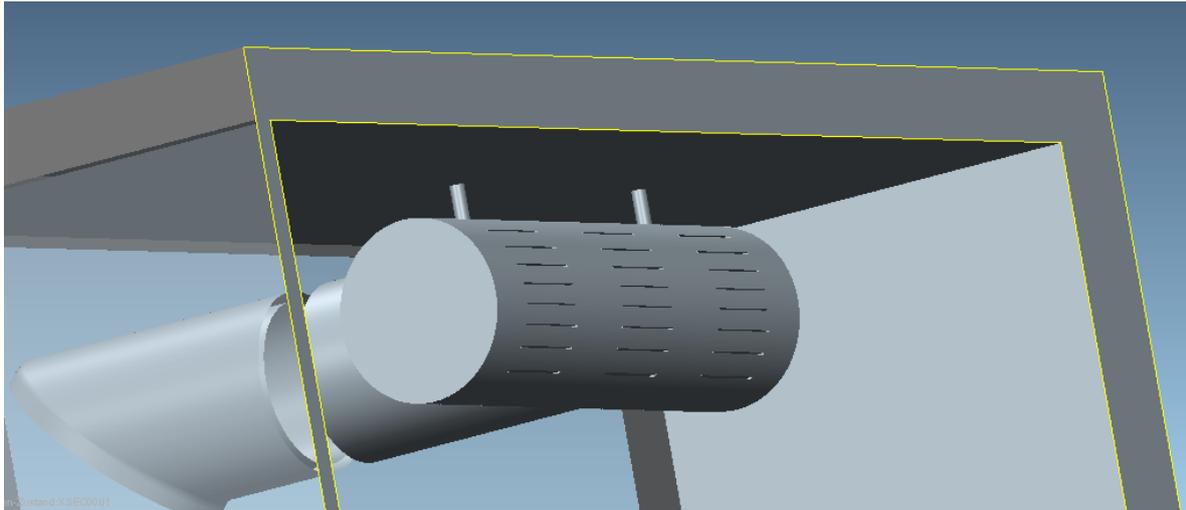


Abbildung 58: Lüftungskanal an der Innenseite

Die Kosten dieser Optimierungsvariante fallen wie folgt aus:

Ventilatoren:

Pichlerluft → Rohrventilator

Artikelnummer: 01P EM 200 E2M 01

Preis: 350,97 €

Benötigt werden 6 Stück → $6 \cdot 350,97 \text{ €}$

Gesamtpreis = $2105,82 \text{ €} \times 1,2 \approx 2527 \text{ €}$

Geräteschalter:

GS03

Preis: 116,57 €

Benötigt werden 6 Stück → $6 \cdot 116,57 \text{ €}$

Gesamtpreis = $699,42 \text{ €} \times 1,2 \approx 840 \text{ €}$

Verbindungsmanchetten:

VBM200

Preis: 38,62 €

Benötigt werden pro Querdurchlüftung 2 Manschetten, d.h. insgesamt sind es 12 Stück

Gesamtpreis: $463,44 \text{ €} \times 1,2 \approx 557 \text{ €}$

Schutzgitter:

SG20001

Preis: 17,49 €

Benötigt werden 6 Schutzgitter → $6 \cdot 17,49 \text{ €}$

Gesamtpreis: $104,94 \text{ €} \times 1,2 \approx 126 \text{ €}$

Schalldämpfer:

Artikelnummer: 11SL3005020006

Preis: 123,01 €

Gesamtpreis: $738,06 \text{ €} \times 1,2 \approx 886 \text{ €}$

T-Stück:

TCP

Preis: 46,29 €

Benötigt werden 6 T-Stücke → $6 \cdot 46,29 \text{ €}$ Gesamtpreis: $277,74 \text{ €} \times 1,2 \approx 333 \text{ €}$ Luftführungsrohr:

SR 200

Artikelnummer: 11SR020005

Preis: 17,31 €

Benötigt werden 6 Stück → $6 \cdot 17,31 \text{ €}$ Gesamtpreis: $103,86 \text{ €} \times 1,2 \approx 125 \text{ €}$

Gesamtpreis : 5394 €

- 30% Rabatt

= 3775,8 € inkl. MWstDie Produkte sind von der Firma Pichlerluft (www.pichlerluft.at)Zu diesen Preisen kommen noch die Preise der Montage:

Angenommen werden 2 Arbeitstage zu je 8 Stunden

Ein Geselle und ein Lehrling

Laut Kollektivvertrag → Geselle $\approx 80 \text{ €/Tag}$, Lehrling $\approx 50 \text{ €/Tag}$ d.h. Geselle für 2Tage → $\approx 160 \text{ €}$ Lehrling für 2 Tage → $\approx 100 \text{ €}$

7.7 Raffstore

Als Raffstore wird eine außenliegende Sonnenschutzeinrichtung bezeichnet. Diese ist sehr eng mit der Jalousie verwandt und wird meist auch als Synonym dafür verwendet.

Der Raffstore besitzt wie auch andere außenliegende Jalousien verschiedenste Komponenten:

- Lamellen welche in den unterschiedlichsten Formen zu finden sind. (z.B. S-Form oder Z-Form) (Abbildung 36)
- Aufzugsbänder, welche zum Hinauf- und Herunterlassen der Lamellen dienen
- Leiterbänder, welche die Lamellen tragen
- Oberschiene
- Unterschiene

Die Lamellen dieser Sonnenschutzausführung werden mittels einer Kurbel oder eines Motors bewegt. Dadurch sind verschiedenste Möglichkeiten zum Schutz vor der Sonne möglich. Die Entscheidung liegt beim Verbraucher, welcher es selbst regeln kann wie hell beziehungsweise dunkel es im Raum sein soll.

Die Montage des Raffstores erfolgt entweder in einer Nische oder mithilfe einer Blende über der Oberschiene. [37]

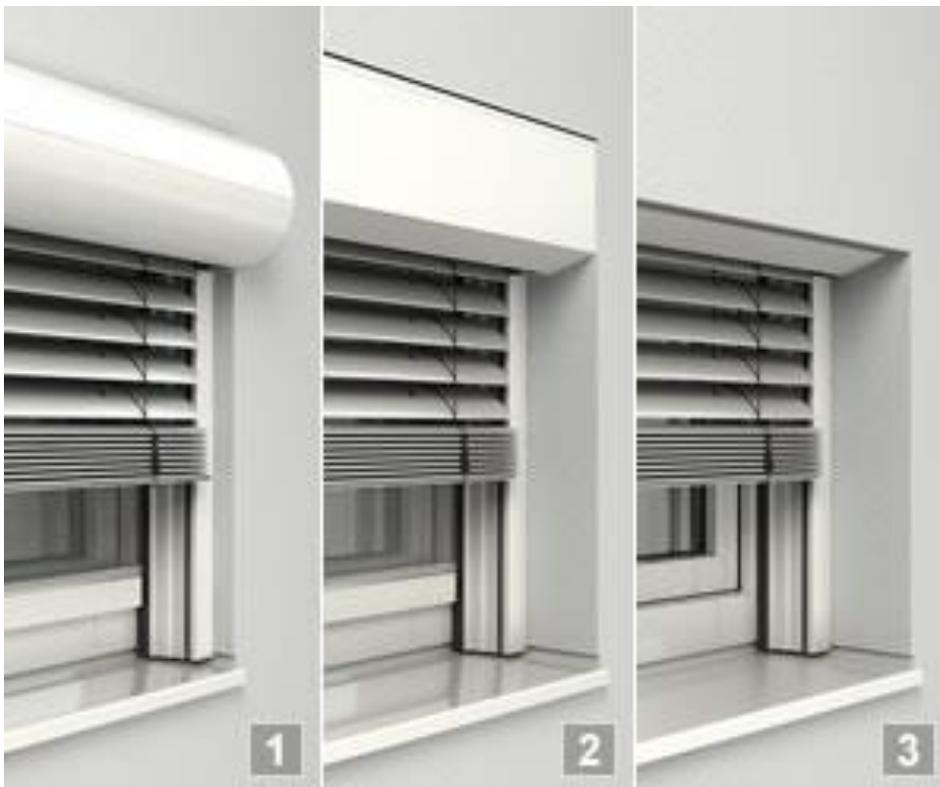


Abbildung 59: Drei Montagevarianten des Raffstores [36]

In Abbildung 59 sind die verschiedenen Montagevarianten eines Raffstores zu sehen. Einerseits kann der Raffstore, wie auf Nr.3 zu sehen ist, in einer Nische montiert werden, andererseits kann er nachträglich mithilfe einer Blende an der Fassade angebracht werden. Um den Raffstore mit den anderen Optimierungsmaßnahmen zu vergleichen wurde auch hier ein Angebot einer potentiellen Firma eingeholt.

SONNENSCHUTZ+FENSTER Reitermayer GesmbH
 2000 Stockerau, Nikolaus Heidstraße 26
 Tel.: 02266/62570 Fax: 02266/62570-10 e-Mail: sonnenschutz@reitermayer.at

HTL - Hollabrunn

2020 Hollabrunn

ANGEBOT

Nr. B 16 0183

Datum: 18.03.2016

Kunden Nr: 0000

Bearbeiter: Herr Bedernik

Tel.Nr:

Zahlungskonditionen: **10 Tage 2% Skonto, 30 Tage netto**

Wir danken für die freundliche Einladung zur Offertlegung und erlauben uns, folgendes anzubieten:

Liefere und montieren von randgebördelten Außenjalousien mit 90 mm breiten brandlackierten Aluminiumlamellen 0,5 mm stark und mit wechselseitigen eingienieteten Alu-Guß-Zapfen ausgestattet. Lamellen inkl. durchgehender eingerollter Dichtlippe aus PVC. Unterleiste aus stranggezogenem Aluminium - in Fensterfarbe pulverbeschichtet. Jalousiebehänge beiderseits mit Seilen abgespannt. Montage der Jalousieanlage auf die Fensterkonstruktion samt den ev. erforderlichen Jalousieabdeckblechen aus Alu.

Lieferzeit: ca 2-3 Wochen ab Auftragsklarstellung

Lieferadresse: HTL - Hollabrunn, 2020 Hollabrunn

Position	Anzahl	Einheit	Bezeichnung	Stückpreis exkl. MwSt	Gesamtpreis exkl. MwSt
1	5	Stk.	Außenjalousien Modell:Z-90 Lamellenfarbe:? Antrieb:Kurbel Gr.:155 x 115	165,00	825,00
2	3	Stk.	Außenjalousien Modell:Z-90 Lamellenfarbe:? Antrieb:Kurbel Gr.:147 x 106	153,00	459,00
3	12,5	lfm	Außenjalousie - Blenden	35,00	437,50
4	8	Stk.	Montagearbeiten komplett	65,00	520,00
5	1	Stk.	Fahrtkostenpauschale	35,00	35,00
Zwischensumme:					2.276,50

Abbildung 60: Raffstoreangebot für die Beschattung eines Obergeschosses

Gesamtpreis inkl. MWst.: **2731,8 €**

7.8 Vergleich der Optimierungsmaßnahmen

Bei dem Vergleich wurden folgende Eigenschaften miteinbezogen:

1. Kosten
 2. Montage
 3. Flexibilität
 4. Wirkung auf das Gebäudebild
1. Die kostengünstigste Variante wäre die Querdurchlüftung, welche zirka 525€ pro Gruppenraum kosten würde. Jedoch wurden hier die Stromkosten nicht berücksichtigt. Dadurch wird die Querdurchlüftung umso teurer. Da diese jedoch nur zur Nachtabkühlung beiträgt, wäre die kostengünstigste Sonnenschutzvariante die Sonnenschutzfolie, welche schätzungsweise 950€ für einen Raum kosten würde.

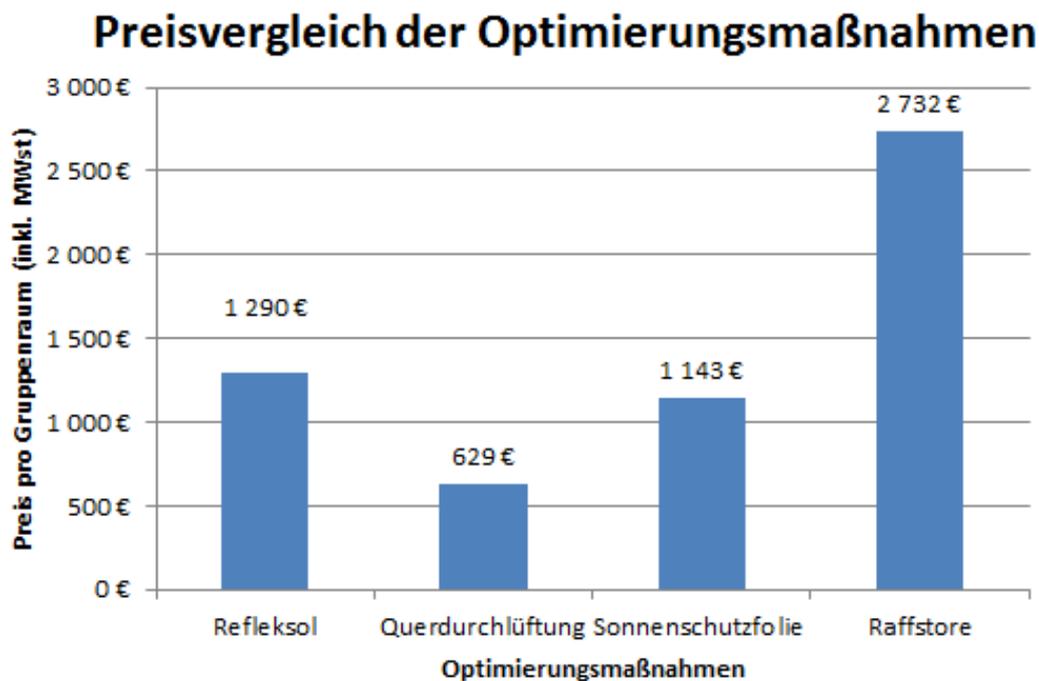


Abbildung 61: Preisvergleich der Optimierungsmaßnahmen

2. Ein wesentlicher Punkt im Auswahlverfahren dürfte auch der Montageaufwand sein. Dieser ist vor allem bei der Querdurchlüftung, Raffstore und Refleksol hoch. Wiederum bei der Sonnenschutzfolie sehr gering, da diese nur an der richtigen Position angebracht werden muss.

3. Zur Flexibilität zählt vor allem die Regelbarkeit der Lösungsansätze. Einerseits ist diese bei Refleksol und dem Raffstore durch den eingebauten Motor oder der Kurbel gegeben. Außerdem kann man bei Refleksol das Material der Stoffe selbst wählen. Da die Sonnenschutzfolie wenn möglich nicht abgenommen werden soll, besteht hier keine gute Regelbarkeit. Hier muss schon bei dem Kauf entschieden werden wie stark der Raum abgedunkelt werden soll.
4. Um den Gebäudebild nicht zu schaden ist es wichtig, den Sonnenschutz in dieses mit einzubeziehen. Die Querdurchlüftung ist durch die Innenmontage von außen kaum zu sehen. Im Prinzip gilt dies auch für die Sonnenschutzfolie, die weder von innen noch von außen zu sehen ist. Refleksol und der Raffstore sind jedoch bei gewisser Stellung von außen zu sehen, was vielleicht ein wenig das Gebäudebild stört. Da diese jedoch auch beweglich sind, ist es möglich sie auch im Montagekasten verschwinden zu lassen.

Außerdem ist zu beachten, dass bei der Querdurchlüftung die vorhandenen kippbaren Fenster geöffnet werden müssen. Dadurch besteht eine hohe Einbruchsfahr. Weiters wird sich die Sonnenschutzfolie durch die vorhandene Sonnenstrahlung immer weiter abnutzen. Dies führt zu einer Verschlechterung des Gebäudebildes.

8 Quellen- / Literaturverzeichnis

- [1] Online im Internet: <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPyvC.pdf>,
25.01.2016
- [2] Online im Internet:
https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/hans_carl_von_carlowitz_1713_1393.htm
25.01.2016
- [3] Online im Internet: <http://www.greenbuilding.at/> , 25.01.2016
- [4] Online im Internet:
<http://www.greenimmo.de/app/download/2956872111/Deutsche+Bank+Research+Nachhaltige+Immobilien.pdf?t=1433241810> , 27.01.2016
- [5] Online im Internet:
<http://www.mathe-lexikon.at/grundlagen/masseinheit/temperatur/definition.html>
01.02.2016
- [6] Online Im Internet:
<http://www.chemie.de/lexikon/Kelvin.html> , 01.02.2016
- [7] Online im Internet:
<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/gefuehlte-temperatur> , 01.02.2016
- [8] Online im Internet:
<https://books.google.at/books?id=rSgjBAAAQBAJ&pg=PA31&lpg=PA31&dq=empfundene+temperatur&source=bl&ots=mcMF38O1ax&sig=tOXhvmvbxxB58Xle8qSk6aVNWZo&hl=de&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiNv9CZ2dbKAhUGXRoKHUkjA4QQ6AEIUjAJ#v=onepage&q=empfundene%20temperatur&f=false>
01.02.2016
- [9] Online im Internet:
<http://www.raumluft.org/gesunde-raumluft/raumklima-behaglichkeit/> , 02.02.2016
- [10] Online im Internet:
<http://www.luftfeuchtigkeit-raumklima.de/> , 02.02.2016
- [11] Online im Internet:
http://www.ltmulm.de/de/Downloads/download_Files/Presse/geschichte_dez_luftung.pdf , 30.01.2016

- [12] Online im Internet:
http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/standardartikel_4323473.html
30.01.2016
- [13] Online im Internet:
<http://www.energiesparen-im-haushalt.de/energie/bauen-und-modernisieren/hausbau-regenerative-energie/energiebewusst-bauen-wohnen/emission-alternative-heizung/lueftungsanlage.html> ,30.01.2016
- [14] Online im Internet:
<http://www.pluggit.com/portal/de/co2-der-wichtigste-indikator-fuer-dieluftqualitaet-154>
07.02.2016
- [15] Online im Internet:
<http://www.helmer-verfahrenstechnik.de/?aktion=page&id=69&PHPSESSID=ee0ced42118b48e924af543c448722fb> ,07.02.2016
- [16] Online im Internet:
<http://www.raumluft.org/natuerliche-mechanische-lueftung/co2-als-lueftungsindikator/>
31.01.2016
- [17] Online im Internet: http://www.baunetzwissen.de/index/Sonnenschutz_34526.html,
03.03.2016
- [18] Online im Internet:
http://www.energiwelten.de/elexikon/lexikon/seiten/htm/050601_Der_Kohlendioxid_Kreislauf_Treibhauseffekt.htm, 09.02.2016
- [19] Online im Internet:
<http://www.wwf.de/themen-projekte/klima-energie/klimawandel/der-treibhauseffekt/>,
09.02.2016
- [20] Online im Internet
https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/nachhaltigkeit/strategien_programme/eusds.html , 11.02.2016
- [21] Online im Internet:
<http://eurofenster.at/sonnenschutz/reflektol/system/> , 24.02.2016
- [22] Online im Internet: <http://assorti2402.ru/hx-diagram/> , 02.02.2016
- [23] Online im Internet:
<http://www.tischlerei-muehlberg.de/energiesparen>, 04.03.2016

- [24] Online im Internet:
<https://www.gruenewald-schnell.de/bildergalerie/press1/Nachhaltigkeit.jpg>
29.01.2016
- [25] Online im Internet: <http://wetter.htl-hl.ac.at/> ,09.02.2016
- [26] Online im Internet:
http://www.traxl.at/fileadmin/user_upload/pdf/sonnenschutzfolien/aussenfolien/3M_Scotchtint_Prospekt.pdf ,24.02.2016
- [27] Online im Internet:
<http://energie-strom.com/strom/stromerzeugung/kohlenstoffdioxid-co2.php>
,09.02.2016
- [28] Online im Internet:
<http://www.raumluft.org/natuerliche-mechanische-lueftung/co2-als-lueftungsindikator/>),
02.02.2016
- [30] Online im Internet:
<http://www.nachhaltigleben.ch/themen/erneuerbare-energie/treibhauseffekt-einfach-erklart-so-verstehen-kinder-das-klima-2974>, 09.02.2016
- [31] Online im Internet:
<http://www.biomasse-nutzung.de/zunahme-an-co2-in-der-luft-beschleunigt-pflanzenwachstum/> , 09.02.2016
- [32] Online im Internet:
<http://www.klimawandel-global.de/klimawandel/ursachen/co2-emissionen/neue-klimawandel-studie-co2-ausstoss-auf-rekordniveau-gestiegen/>, 09.02.2016
- [33] Online im Internet:
<http://www.energieheld.de/heizung/klimaanlage-und-lueftung/lueftungsanlage>
30.01.2016
- [34] Online im Internet:
<http://www.tk11.at/pages/projekte/bildungswesen/noe-landeskindergarten-hollabrunn.php>, 03.01.2016
- [35] Online im Internet:
<https://www.testo.at/produktdetails/0563+4800/testo-480-Klimamessgerat#lg=1&slide=0>
20.03.2016
- [36] Online im Internet: <http://e-utsch.de/produkte/raffstore>, 21.03.2016
- [37] Online im Internet: <https://de.wikipedia.org/wiki/Raffstore>, 21.03.2016

- [38] Grünbuch der Europäischen Kommission, Online im Internet: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=COM:2001:0366:FIN> , Seite 7, Absatz 20, 15.12.2015
- [39] Online im Internet:
https://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenstoffdioxid_in_der_Erdatmosph%C3%A4re
27.01.2016

9 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Projektteam (Betreuer Striok, Heindl, Marschall, Student Senk)	6
Abbildung 2: Symbol der Nachhaltigkeit mit den drei Bereichen Ökologie Ökonomie und Soziales [24].....	8
Abbildung 3: Bau- und Betriebskosten eines Green Buildings und eines herkömmlichen Gebäudes [3].....	11
Abbildung 4: Einteilung der Zertifizierungssysteme nach Ländern [3].....	13
Abbildung 5: Bewegung von Teilchen in einem Körper [5].....	14
Abbildung 6: Tabelle für die Empfindung der gefühlten Temperatur nach dem Klima-Michel-Modell [7].....	16
Abbildung 7: Behaglichkeitsbereich des Menschen [9].....	16
Abbildung 8: h,x-Diagramm [22]	18
Abbildung 9: Optimale Temperatur und optimale Luftfeuchtigkeit für verschiedene Raumarten [10].....	20
Abbildung 10: Kohlenstoffdioxid Strukturformel [27]	22
Abbildung 11: CO ₂ -Messung im Schlafzimmer (16 m ²) mit 2 Personen [28]	23
Abbildung 12: Treibhauseffekt (Prinzipskizze) [30]	24
Abbildung 13: Anstieg der CO ₂ -Konzentration im Laufe der Zeit [31].....	25
Abbildung 14: CO ₂ -Konzentration im Zusammenhang mit der Temperatur	26
Abbildung 15: Stephen Hales Ventilator aus dem Jahre 1752 [11]	27
Abbildung 16: zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Prinzipbild) [33]	28
Abbildung 17: zentrale Lüftungsanlage (Prinzipbild) [33]	28
Abbildung 18: Prinzip eines Lüftungssystems mit Wärmerückgewinnung [13]	30
Abbildung 19: Kolosseum von Rom [17].....	31
Abbildung 20: Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum [17]	32
Abbildung 21: Leichtmetall-Kassetten [17].....	33
Abbildung 22: Beweglicher außenliegender Sonnenschutz [17]	34
Abbildung 23: Feststehender Sonnenschutz [17].....	35
Abbildung 24: Innenliegender Sonnenschutz [17].....	36
Abbildung 25: Sonnenstrahlung auf einen Wohnraum [23].....	37
Abbildung 26: Kritische Gruppenräume des Kindergartens	38
Abbildung 27: Landeskindergarten Hollabrunn (Gruppenraum 1 und 2) [34]	39
Abbildung 28: Verteilung der Lüftungskanäle in zwei Gruppenräumen	40
Abbildung 29: Messgerät der Firma Testo [35]	42
Abbildung 30: Positionen der Messgeräte in den Gruppenräumen	43
Abbildung 31: Temperatur, Luftfeuchtigkeit und CO ₂ -Gehalt im Gruppenraum.....	44
Abbildung 32: Außentemperatur am Dach der HTL Hollabrunn [25]	45
Abbildung 33: Außenfeuchtigkeit am Dach der HTL Hollabrunn [25]	46
Abbildung 34: Positionen der Messgeräte in den Gruppenräumen	47
Abbildung 35: Temperatur im Kindergarten 1.Stock, HTL, HTL-Innen und Kindergarten Erdgeschoss	48
Abbildung 36: Außentemperatur am Dach der HTL Hollabrunn [25]	49
Abbildung 37: Positionen der Messgeräte in den Gruppenräume	51
Abbildung 38: Messplatz für Messgerät 2.....	52
Abbildung 39: Temperatur im Erdgeschoss (Messgerät 1)	52
Abbildung 40: Temperatur im 1.Stock (Messgerät 2).....	53
Abbildung 41: Außentemperatur am Dach der HTL Hollabrunn [25]	53
Abbildung 42: Luftfeuchtigkeit im Erdgeschoss (Messgerät 1).....	54
Abbildung 43: Außenfeuchtigkeit am Dach der HTL Hollabrunn [25]	54

Abbildung 44: CO ₂ -Gehalt im Erdgeschoss (Messgerät 1)	55
Abbildung 45: Position des Messgerätes im Gruppenraum	56
Abbildung 46: Fragebogen für die Betreuer/innen des Kindergartens.....	57
Abbildung 47: Innentemperatur im 1.Stock.....	58
Abbildung 48: Außentemperatur am Dach der HTL Hollabrunn [25]	58
Abbildung 49: Innenfeuchte im 1.Stock	59
Abbildung 50: Außenfeuchte am Dach der HTL Hollabrunn [25].....	59
Abbildung 51: CO ₂ -Gehalt im 1.Stock.....	60
Abbildung 52: Testo 480 Messgerät	61
Abbildung 53: Wirkung einer Sonnenschutzfolie [26].....	65
Abbildung 54: Aufbau einer Reflektol [21].....	67
Abbildung 55: Beispiel eines Screen Double Stoffes [21]	67
Abbildung 56: Angebot für Reflektol.....	69
Abbildung 57: Skizze der Querdurchlüftung (Schematisch)	70
Abbildung 58: Lüftungskanal an der Innenseite	71
Abbildung 59: Drei Montagevarianten des Raffstores [36].....	73
Abbildung 60: Raffstoreangebot für die Beschattung eines Obergeschosses	74
Abbildung 61: Preisvergleich der Optimierungsmaßnahmen	75

10 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Anzahl der Pädagogen/innen und Kinder während der Messung im 1. Gruppenraum (siehe Abbildung 30).....	44
Tabelle 2: Anzahl der Pädagogen/innen und Kinder während der Messung im 2. Gruppenraum (siehe Abbildung 30).....	44

11 Begleitprotokolle

11.1 Zeitplan Heindl

Datum	Zeit in h	Beschreibung
27.04.2014 Montag	1	Erstbesprechung über Diplomarbeit mit der Fakultät für Physik
03.11.2014 Montag	4	Besprechung in der Fakultät für Physik in Wien
15.11.2014 Samstag	4	Präsentation für die Erstpräsentation gemacht
17.11.2014 Montag	2	Besprechung im Eduard-Müller Saal über die Präsentation und „unsere Vision“
21.11.2014 Freitag	1	Erstbesichtigung des Kindergartens + Begutachtung der Lüftung
28.11.2014 Freitag	3,5	Erstpräsentation des Projektes im Sparkassensaal Hollabrunn
16.11.2014 Dienstag	1	Besprechung mit Studenten
17.11.2014 Mittwoch	2	Vorlage in Excel für die Kühllastberechnung anhand eines Vorlageraumes
21.01.2015 Mittwoch	1,5	Kühllastberechnung für einen Raum des Kindergartens (mit Herr Striok in 5ahmbu)
25.01.2015 Sonntag	2	Präsentation für 27.01.2014 und Kühllastberechnung für Juni 10UHR
27.01.2015 Dienstag	2	Präsentation über IST-Stand der Diplomarbeit
28.01.2015 Mittwoch	3	Besuch der EnergyBase + Führung durchs Gebäude
03.03.2015 Dienstag	1	Einstellung des CO2 Messgerätes von Testo im Labor von Herr Striok
04.03.2015 Mittwoch	4	Messung von CO2, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Umgebungsdruck in der Klasse der 4AHMBU
10.03.2015 Dienstag	1	Installation der Testo480 Software
11.03.2015 Mittwoch	3	Messung von CO2, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Umgebungsdruck in der Klasse der 4AHMBU
26.03.2015 Donnerstag	4	Nachhaltigkeits-Workshop mit der UNI, Zukunftsplanung, Besprechung über Wohlbefinden

Begleitprotokolle

09.04.2015 Donnerstag	3,50	Diplomarbeitsstunde im Labor (Erstellung des persönlichen Zeitplanes)
16.04.2015 Donnerstag	3	Diplomarbeitsstunde im Labor (Einstellen der Messgeräte Testo480, für Messung im Kindergarten)
21.04.2015 Dienstag	1	Aufstellen der Messgeräte im Kindergarten (Erste Messung im Kindergarten bis Freitag 24.04.2015)
23.04.2015 Donnerstag	3	Auswerten der Messergebnisse von der 1. Messung im Kindergarten
19.05.2015 Dienstag	1	Aufstellen der Messgeräte im Kindergarten (Zweite Messung im Kindergarten bis Freitag 22.05.2015)
28.05.2015 Donnerstag	2	Weiterschreiben des Messprotokolls + Vergleich von Luftfeuchtigkeit usw. + Rolloüberlegung
10.06.2015 Mittwoch	2	Präsentation der Messwerte mit der Uni + Besprechung über Projektablauf
20.06.2015 Samstag	2	Erstellen der Präsentation für 24.06.2015
23.06.2015 Dienstag	2	Aufstellen der Messgeräte im Kindergarten(23.6 bis 27.6), auch im Obergeschoss
24.06.2015 Mittwoch	4	Präsentation über IST-Zustand mit allen Abteilungen vom Sparkling Sience Projekt
25.06.2015 Donnerstag	5	Präsentation über IST-Stand von allen 4.Klassen MB
26.06.2015 Donnerstag	4	Im Zuge des Diplomarbeitstages die Aufgabenstellung nochmal überarbeitet da es eine neue Vorlage gibt
08.07.2015 Mittwoch	8	im Zuge des Praktikums die Messwerte vom 230615 ausgewertet
10.07.2015 Freitag	6	Erstfassung des Messprotokolls verfasst 23.06.2015
13.07.2015 Montag	6	Verbesserung des Messprotkolls mit Frau Streissler besprochen.
21.07.2015 Dienstag	5	Aufstellen der Messgeräte im Kindergarten(21.7 bis 24.7), Gespräch mit den Pädagogen
22.07.2015 Mittwoch	3	Kontrolle der Messgeräte, da bei einem anderen Versuch die CO2-Messung nicht funktionierte
24.07.2015 Freitag	5	Abbauen der Messgeräte und anschließende Beratung über den weiteren Verlauf der DA
27.07.2015 Montag	2	Auswerten der Messergebnisse der letzten Messung
10.09.2015 Donnerstag	1	Anmelden und ausfüllen des Diplomarbeitsantrages

Begleitprotokolle

11.09.2015 Freitag	1	Bearbeiten des Diplomarbeitsantrages bzw. der Erklärung
15.09.2015 Dienstag	3	Messberichte Zusammenfassen
22.09.2015 Dienstag	3	Evaluierung Optimierungsmaßnahmen → Sonnenschutzfolien
05.10.2015 Montag	7	Präsentation im OEAD über SOLARbrunn im Zuge des Young Science Projekts
06.10.2015 Dienstag	3	Anschreiben potentieller Firmen für die Beschattung des Obergeschosses
13.10.2015 Dienstag	3	Ausmessen der Fensterfront im Kindergarten
27.10.2015 Dienstag	3	Berechnen der Kühllast
3.11.2015 Dienstag	3	Berechnen der Kühllast
17.11.2015 Dienstag	3,2	Letzte Messung im Kindergarten + Fertigstellen der Kühllastberechnung
20.11.2015 Freitag	4	für Schwerpunktsarbeit Powerpoint und Poster erstellt
21.11.2015 Samstag	4,5	für Schwerpunktsarbeit Poster fertig gemacht und Protokoll erstellt
25.11.2015 Mittwoch	3	Messbericht für letzte Messungen im Kindergarten schreiben, Schwerpunktsarbeit Powerpoint weiter machen, Messwerte von letzter Messung vom HTL Dach herausgesucht
15.12.2015 Dienstag	2	Erstellen der Präsentation für 18.12.2015
16.12.2015 Mittwoch	2	Fertigstellen der Präsentation für 18.12.2015
18.12.2015 Freitag	3	Präsentationen im Edward Müller Saal mit Uni
28.12.2015 Montag	1	Einlesen in die Dokumentation und aufstellen von einer Übersicht
03.01.2016 Sonntag	3	Theorie: Schreiben der Einleitung und der englischen Fassung,
06.01.2016 Mittwoch	2	Theorie: Schreiben der Erläuterung und Inhaltsverzeichnis gemacht.
20.01.2016 Donnerstag	1	Theorie: Organisieren der Theorietemen (Einteilung und Strukturieren der Dokumentation)
22.01.2016 Freitag	2	Aufstellen des Messgeräts für den Messtag am 25.01.2016
25.01.2016 Montag	1,5	Anbringen des Durchflussmessgerätes im Kindergarten (für Elektrotechnik) im Zuge des Messtages

Begleitprotokolle

25.01.2016 Montag	3	Theorie: Nachhaltigkeit
29.01.2016 Freitag	2	Theorie: Nachhaltigkeit
30.01.2016 Samstag	2	Theorie: Lüftungsanlagen
31.01.2016 Sonntag	2	Theorie: Lüftungsanlagen
02.02.2016 Dienstag	1,5	Theorie: Lüftungsanlagen
07.02.2016 Sonntag	3	Theorie: CO2
09.02.2016 Dienstag	3	Theorie: CO2
11.02.2016 Donnerstag	2	Theorie Einleitung und Nachhaltigkeit überarbeitet
15.02.2016 Montag	3	Theorie: IST-Zustand und Einleitung
16.02.2016 Dienstag	4	Theorie: IST-Zustand und Einleitung
17.02.2016 Mittwoch	6	Theorie: Querdurchlüftung und IST-Zustand
18.02.2016 Donnerstag	2	Theorie: Querdurchlüftung
19.02.2016 Freitag	2,5	Theorie: Querdurchlüftung, IST-Situation und Nachhaltigkeit überarbeitet
09.03.2015 Mittwoch	2	Theorie: Präsentation im Eduard-Müller Saal
13.03.2016 Sonntag	1	Theorie Messgeräte
21.03.2016 Montag	2	Überarbeitung der Theorie (Abbildungen verweisen)
22.03.2016 Dienstag	1	Überarbeitung der Besprechungsprotokolle
02.04.2016 Samstag	2	Korrigieren der Diplomarbeit
03.04.2016 Sonntag	1	Korrigieren der Diplomarbeit
04.04.2016 Montag	2	Überarbeiten der Diplomarbeit
Summe	211	

11.2 Zeitplan Marschall

Datum	Zeit in h	Beschreibung
27.04.2014 Montag	1	Erstbesprechung über Diplomarbeit mit der Fakultät für Physik
03.11.2014 Montag	4	Besprechung in der Fakultät für Physik in Wien
17.11.2014 Montag	2	Besprechung im Eduard-Müller Saal über die Präsentation und „unsere Vision“
21.11.2014 Freitag	1	Erstbesichtigung des Kindergartens + Begutachtung der Lüftung
28.11.2014 Freitag	3,5	Erstpräsentation des Projektes im Sparkassensaal Hollabrunn
16.11.2014 Dienstag	1	Besprechung mit Studenten
17.11.2014 Mittwoch	2	Vorlage in Excel für die Kühllastberechnung anhand eines Vorlageraumes erstellt
21.01.2015 Mittwoch	1,5	Kühllastberechnung für einen Raum des Kindergartens
25.01.2015 Sonntag	2	Präsentation für 27.01.2014 und Kühllastberechnung
27.01.2015 Dienstag	2	Präsentation über IST-Stand der Diplomarbeit
28.01.2015 Mittwoch	3	Besuch der Energy Base + Führung durchs Gebäude
03.03.2015 Dienstag	1	Einstellung des CO ₂ Messgerätes von Testo im Labor von Herr Striok
04.03.2015 Mittwoch	4	Messung von CO ₂ , Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Umgebungsdruck in der Klasse der 4AHMBU
10.03.2015 Dienstag	1	Installation der Testo480 Software
11.03.2015 Mittwoch	3	Messung von CO ₂ , Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Umgebungsdruck in der Klasse der 4AHMBU
26.03.2015 Donnerstag	4	Nachhaltigkeits-Workshop mit der UNI, Zukunftsplanung, Besprechung über Wohlbefinden
09.04.2015 Donnerstag	3,5	Diplomarbeitsstunde im Labor (Erstellung des persönlichen Zeitplanes)
16.04.2015 Donnerstag	3	Diplomarbeitsstunde im Labor (Einstellen der Messgeräte Testo480, für Messung im Kindergarten)
21.04.2015 Dienstag	1	Aufstellen der Messgeräte im Kindergarten (Erste Messung im Kindergarten)
23.04.2015 Donnerstag	3	Auswerten der Messergebnisse von der 1. Messung im Kindergarten

07.05.2015 Donnerstag	3	Anfertigen des ersten Messprotokolls
19.05.2015 Dienstag	1	Aufstellen der Messgeräte im Kindergarten (Zweite Messung im Kindergarten bis Freitag 22.05.2015)
28.05.2015 Donnerstag	2	Weiterschreiben des Messprotokolls, Vergleich von Luftfeuchtigkeit usw., Rolloüberlegung
09.06.2015 Dienstag	2	Fertigschreiben Messprotokoll + schreiben der Aufgabenstellung
10.06.2015 Mittwoch	2	Präsentation der Messwerte mit der Uni + Besprechung über Projektablauf
20.06.2015 Samstag	2	Erstellen der Präsentation für 24.06.2015
23.06.2015 Dienstag	2	Aufstellen der Messgeräte im Kindergarten(23.6 bis 27.6), auch im Obergeschoss
25.06.2015 Donnerstag	5	Präsentation über IST-Stand von allen 4.Klassen Maschinenbau
26.06.2015 Donnerstag	4	Im Zuge des Diplomarbeitstages die Aufgabenstellung nochmal überarbeitet da es eine neue Vorlage gibt
24.07.2015 Freitag	5	Abbauen der Messgeräte und anschließende Beratung über den weiteren Verlauf der DA
29.07.2015 Mittwoch	4	Messwerte von HTL für 21.7-25.7 heruntergeladen + Messprotokoll zu 21.7-25.7 erstellt
30.07.2015 Donnerstag	5	Fertigstellung des Messprotokolls zu 21.7-25.7
10.09.2015 Donnerstag	1	Anmelden und ausfüllen des Diplomarbeitsantrages
11.09.2015 Freitag	1	Bearbeiten des Diplomarbeitsantrages bzw. der Erklärung
15.09.2015 Dienstag	3	Messberichte Zusammenfassen
22.09.2015 Dienstag	3	Evaluierung Optimierungsmaßnahmen(Im Internet rausgesucht) --> Sonnenschutzfolien
29.09.2015 Dienstag	3	Evaluierung Optimierungsmaßnahmen(Im Internet rausgesucht) --> Sonnenschutzfolien
05.10.2015 Montag	7	Präsentation im OEAD über Solarbrunn im Zuge des Young Science Projekts
06.10.2015 Dienstag	3	Anschreiben potentieller Firmen für die Beschattung des Obergeschosses
13.10.2015 Dienstag	3	Ausmessen der Fensterfront im Kindergarten
20.10.2015 Dienstag	3	Berechnung der Kosten der Optimierungsmaßnahmen, Einlesen in Kühllastberechnung
27.10.2015 Dienstag	3	Berechnen der Kühllast

03.11.2015 Dienstag	3	Berechnen der Kühllast
10.11.2105 Dienstag	3	Evaluierung Optimierungsmaßnahmen(Im Internet rausgesucht) -->Reflektol
17.11.2015 Dienstag	3,5	Letzte Messung im Kindergarten, Fertigstellen der Kühllastberechnung(noch nicht die Endversion)
20.11.2015 Freitag	4	für Schwerpunktsarbeit Powerpoint und Poster erstellt
21.11.2015 Samstag	4,5	für Schwerpunktsarbeit Poster fertig gemacht und Protokoll erstellt
25.11.2015 Mittwoch	3	Messbericht für letzte Messungen im Kindergarten schreiben, Schwerpunktsarbeit Powerpoint weiter gemacht, Messwerte von letzter Messung vom HTL Dach herausgesucht
26.11.2015 Donnerstag	1	Fertigstellung der Präsentation (Powerpoint) und des Protokolls der Schwerpunktsarbeit
15.12.2015 Dienstag	2	Erstellen der Präsentation für 18.12.2015
16.12.2015 Mittwoch	2	Fertigstellen der Präsentation für 18.12.2015
18.12.2015 Freitag	3	Präsentationen im Edward Müller Saal mit Uni
20.01.2016 Donnerstag	1	Organisieren der Theorietemen (Einteilung und Strukturieren der Dokumentation)
22.01.2016 Freitag	2	Aufstellen des Messgeräts für den Messtag am 25.01.2016
25.01.2016 Montag	3	Theorie: Green Building
26.01.2016 Dienstag	2	Theorie: Green Building
27.01.2016 Mittwoch	2	Theorie: Green Building
01.02.2106 Montag	6	Theorie: Green Building fertiggestellt, Theorie: Temperatur
02.02.2016 Dienstag	4	Theorie: Luftfeuchtigkeit
03.02.2016 Mittwoch	2,5	Theorie: Sonnenschutz
04.02.2016 Donnerstag	3	Theorie: Sonnenschutz
05.02.2016 Freitag	1	Überarbeitung der Theorie
09.02.2016 Dienstag	1	Bearbeitung der Dokumentation der Messungen im Kindergarten
10.02.2016 Mittwoch	2	Bearbeitung der Dokumentation der Messungen im Kindergarten

22.02.2016 Montag	3	Bearbeitung der Dokumentation der Messungen im Kindergarten
23.02.2016 Dienstag	1	Ergebnisse: Sonnenschutzfolie
24.02.2106 Mittwoch	2	Ergebnisse: Refleksol
25.02.2016 Donnerstag	3,5	Korrektur: Theorie
01.03.2016 Dienstag	2	Korrektur: Messungen im Kindergarten
03.03.2016 Donnerstag	1,5	Korrektur: Messungen im Kindergarten
09.03.2016 Mittwoch	2	Präsentation im Eduard-Müller Saal
10.03.2016 Freitag	1,5	Besprechung über Enersol Wettbewerb
12.03.2016 Samstag	2	Korrektur: Messungen im Kindergarten
22.03.2016 Dienstag	1,5	Überarbeitung der gesamten Dokumentation, Erstellen von zwei Besprechungsprotokollen
23.03.2016 Mittwoch	1	Fertigstellen der Besprechungsprotokolle
03.04.2016 Sonntag	2	Überarbeitung der Dokumentation
04.04.2016 Montag	2	Korrekturlesen
05.04.2016 Dienstag	3	Korrekturlesen

Summe 201

12 Anhang

12.1 Projektdokumentation

12.1.1 Besprechungsprotokolle

Betreuungsprotokoll zur Diplomarbeit

lfd. Nr.:

Themenstellung: Optimierung der Behaglichkeit in einem Kindergarten in Hollabrunn
 Kandidaten/Kandidatinnen: Heindl Marco, Marschall Thomas

Jahrgang: 5AHMBU
 Betreuer/in: Martin Striok

Ort: 5AHMBU
 Datum: 16.11.2014
 Zeit: 08:00

1

Besprechungsinhalt: Über die nächsten Schritte mit dem Studenten der Universität Wien
 Tom Heiss

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Kühllastberechnung	10.01.2015
Marschall	Kühllastberechnung	10.01.2015

Ort: 5AHMBU
 Datum: 27.01.2015
 Zeit: 13:00

2

Besprechungsinhalt: weiterer Verlauf der Diplomarbeit, Anschaffung der Messgeräte + was gemessen werden soll (Temperatur, ...), Optimierung der Kühllastberechnung,

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Messungen im Kindergarten, Anschließend an Messungen erstellen der Messprotokolle	10.06.2015
Marschall	Messungen im Kindergarten, Anschließend an Messungen erstellen der Messprotokolle	10.06.2015

Ort: 5AHMBU
 Datum: 29.01.2015
 Zeit: 13:10

3

Besprechungsinhalt: Besprochen wurde die Vorlage für die Kühllastberechnung welche zuvor ausgearbeitet wurde

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Kühllastberechnung optimieren	24.02.2015
Marschall	Recherchieren über Beschattung	24.02.2015

Anhang

Ort: 5AHMBU
 Datum: 10.03.2015
 Zeit: 12:20

4

Besprechungsinhalt: Kennenlernen der Messgeräte und der Testo Software

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Installieren der Software	15.03.2015
Marschall	Aufstellen der Messgeräte im Kindergarten für eine erste Messung	24.04.2015

Ort: 5AHMBU
 Datum: 24.06.2015
 Zeit: 09:00

5

Besprechungsinhalt: Besprechung über die weiteren Messungen im Kindergarten, wie können Messungen am besten analysiert werden, Erste Überlegungen für Optimierungsmaßnahmen nach → ausfahrbare Beschattung in Zusammenarbeit mit Studenten (Photovoltaik)

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	
Student Senk	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Weitere Messungen im Kindergarten, Anschließend an Messungen Messprotokoll Erstellung	30.07.2015
Marschall	Weitere Messungen im Kindergarten, Anschließend an Messungen Messprotokoll Erstellung	30.07.2015

Ort: EDV 4
 Datum: 06.05.2015
 Zeit: 10:35
 Besprechungsinhalt: Auswerten der Messungen

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Erstellen der Präsentation der Messergebnisse	10.06.2015
Marschall	Auswerten der Messergebnisse	10.06.2015

Ort: 5AHMBU
 Datum: 20.06.2015
 Zeit:
 Besprechungsinhalt: Überarbeitung der Präsentation für den Vortrag vor den anderen 4.Klassen

Besprechung über Arbeitsaufträge für die Ferien

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Durchführung einer Messung im Sommer (im Zuge des Praktikums)	10.09.2015
Marschall	Auswertung dieser Messung	10.09.2015

Ort: 5AHMBU
 Datum: 26.09.2015
 Zeit: 13:10

Besprechungsinhalt: Präsentation im OEAD erstellt und besprochen

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Präsentation	05.10.2015
Marschall	Anschreiben potentieller Firmen für Refleksol und Sonnenschutzfolie, Fensterfläche ausmessen	10.10.2015

Ort: 5AHMBU
 Datum: 20.10.2015
 Zeit:

Besprechungsinhalt: genaue Berechnung der Kühllast, Besprechung darüber was im Protokoll der Schwerpunktsarbeit (Teil der Diplomarbeit) stehen soll,

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Berechnen der Kühllast (genauen Rechengang aufschreiben), Schwerpunktsarbeit Präsentation	16.12.2015
Marschall	Noch eine Messung durchführen, Schwerpunktsarbeit Protokoll + Poster	16.12.2015

Anhang

Ort: 5AHMBU
 Datum: 28.12.2015
 Zeit:

10

Besprechungsinhalt: Besprechung über allgemeines zur Dokumentation (Zitatregeln, Format),
 Besprechung über Messtag

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Schreiben der Einleitung der Diplomarbeit	25.01.2016
Marschall	Anbringen des Messgerätes für Messtag, aufstellen des Durchflussmessgerätes im Kindergarten	25.01.2016

Ort: 5AHMBU
 Datum: 25.01.2016
 Zeit:

11

Besprechungsinhalt: Erstellen der Theorie Themen + Aufteilung der Theorie Themen

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Schreiben (seiner) der Theorie Themen	09.02.2016
Marschall	Schreiben (seiner) der Theorie Themen	09.02.2016

Ort: 5AHMBU
 Datum: 09.02.2016
 Zeit:

Besprechungsinhalt: Besprechung über Dokumentation der Messungen, Einteilung des Dokumentationspunktes Ergebnisse,

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Fertigstellung der Theorie und der Einleitung,	24.02.2016
Marschall	Beginnen mit Dokumentation der Messungen,	24.02.2016

Ort: 5AHMBU
 Datum: 24.02.2016
 Zeit:

Besprechungsinhalt: Erste Zwischenkontrolle der Dokumentation

Name	Notiz
Heindl	
Marschall	

Aufgaben:

Name	Notiz	zu erledigen bis
Heindl	Korrektur der Theorie und Einleitung, Schreiben der Ergebnisse (Querdurchlüftung)	29.03.2016
Marschall	Korrektur der Theorie und Einleitung, Schreiben der Ergebnisse (Einleitung, Reflektol und Sonnenschutzfolie), Fertigstellen der Dokumentation der Messungen	29.03.2016