



DIPLOMARBEIT

Gesamtprojekt

NACHHALTIG, praktisch, gut – das grüne Grätzl der Zukunft

Individuelle Aufgabenstellung:

Digitalisierung des Masterplans inkl. BIM-Management der Siedlungsplanung

Niklas Wohlmuth

5BHBTU

Betreuer/in: Novoszel Johannes

Individuelle Aufgabenstellung:

Projektleitung für Mobilitätsplanung und Freiraumgestaltung

Lena Böhm

5BHBTU

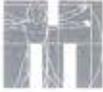
Betreuer/in: Novoszel Johannes

ausgeführt im Schuljahr 2019/20

Abgabevermerk:

Datum: 03.04.2020

übernommen von:



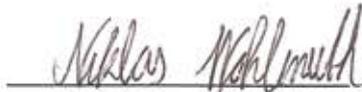
Eidesstattliche Erklärung über die Eigenständigkeit der Arbeit

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzen Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Mödling, am 03.04.2020

Verfasser/Verfasserinnen:

Niklas Wohlmuth



Unterschrift

Lena Böhm



Unterschrift



Vorwort

Wir möchten uns an dieser Stelle bei allen Menschen bedanken, die uns bei der Erstellung unserer Diplomarbeit tatkräftig unterstützt haben.

Der größte Dank gebührt unserem Betreuer, Herrn Prof. DI Dr. Johannes Novoszel. Er zeigte stets Verständnis für unsere Fragestellungen und führte uns mit unterschiedlichsten Hilfestellungen auf den richtigen Weg. Die zahlreichen Gespräche auf fachlicher aber auch auf persönlicher Ebene werden uns immer als bereichernder Austausch in Erinnerung bleiben. Wir haben die Gespräche stets als Ermutigung und Motivation empfunden.

Einen wichtigen Beitrag leisteten auch die Schüler und Schülerinnen der 4. und 5. Klassen des Jahrganges 2019/20, in dem sie im Unterricht die einzelnen Häuser für die Siedlung geplant haben. Danke auch an alle mitwirkenden Professoren und Professorinnen für die reibungslose Zusammenarbeit.

An dieser Stelle möchten wir uns auch bei unseren Eltern bedanken, die uns eine unbeschwerte Schulzeit ermöglicht haben und immer hinter uns stehen.

Ganz besonders möchten wir uns bei unseren Familien für das Korrekturlesen unserer Diplomarbeit und für die vielen hilfreichen Bemerkungen bedanken.

Niklas Wohlmuth, Lena Böhm

Mödling, 23.03.2020



Kurzfassung Deutsch

In der heutigen Zeit, in der globale Erwärmung und Naturkatastrophen auf der Tagesordnung stehen, ist es wichtig etwas zu Verändern. Denn je länger wir uns dafür Zeit lassen, umso mehr Tiere, Menschen und Ökosysteme werden darunter leiden. Deshalb beschäftigen wir uns in dieser Diplomarbeit damit, wie unsere Gesellschaft in Zukunft leben könnte oder müsste.

Ziel unseres Projektes war es, eine Stadt zu planen, in der man ein Leben im Einklang mit der Natur führen kann.

Um dies zu erreichen, wurde zum einen ein Energiekonzept erstellt. Unser oberstes Ziel dabei war, die Siedlung autark mit Strom zu versorgen. Dafür wurden Photovoltaikzellen auf den Hausdächern und Fassaden aufgestellt und Kleinwindkraftanlagen errichtet. Zur Deckung des Heizwärmebedarfs wurde ein Wärmepumpenkraftwerk geplant.

Zum anderen wurde ein Verkehrskonzept erstellt, das zum Ziel hat, den motorisierten Individualverkehr in der Siedlung zu reduzieren. Eine wichtige Maßnahme dafür war, auf fast allen Straßen eine Höchstgeschwindigkeit von 30km/h einzuführen. Die Hauptstraße der Siedlung wurde zur Begegnungszone. Ziel dieser Maßnahmen war, den motorisierten Verkehr in der Siedlung zu verlangsamen und somit die Benutzung des Fahrrades attraktiver zu machen. Auch die Stellplatzsituation in der Siedlung sollte ein weiterer Anreiz dafür sein. So stehen im Siedlungsraum nur eine geringe Anzahl an Stellplätzen für PKWs zur Verfügung. Der Großteil der Stellplätze für PKWs befindet sich in den beiden Parkhäusern am Rande des grünen Grätzls. Zur Fortbewegung innerhalb der Siedlung sollen die öffentlichen Verkehrsmittel oder das Fahrrad genutzt werden.

Um die Luftqualität in der Siedlung zu verbessern, wurden großzügige Grünflächen mit vielen Pflanzen und Bäumen geplant. Beispiele sind der Park im Zentrum oder die großzügig angelegten Gemeinschaftsgärten in den einzelnen Wohnblöcken. Des Weiteren findet man an allen Straßen einen mit Bäumen bepflanzten Grünstreifen. Ein Großteil der Gebäude hat zusätzlich begrünte Dächer oder Fassaden.

Neben den umwelttechnischen Schwerpunkten des Projektes wurde auch ein großes Augenmerk auf das soziale Leben im grünen Grätzl gelegt. So soll der große Park ein Ort sein, an dem man zusammen spielt, badet oder gemütlich im Kaffeehaus eine Tasse Kaffee trinkt.

Neben der Planung der Siedlung war die Zusammenarbeit mit den 60 Schülerinnen und Schülern der 4. und 5. Jahrgänge eine große Herausforderung. Denn jeder einzelne Schüler sollte im BPP Unterricht ein Gebäude der Siedlung planen. Von unserer Seite wurden nur wenige Vorgaben zu den einzelnen Gebäuden gegeben, um die Kreativität jedes einzelnen Schülers nicht einzuschränken.



Abstract

In a constantly growing world, with global warming and the danger of annual natural disasters, which kill more people, wildlife and parts of ecosystems every year, it is important to change something in our lives. That is why this diploma thesis is all about the way our society could live in the future.

Aim of the project was, to create a housing scheme, which is called “the green Grätzl”, where it is easy to live an environmentally friendly life. With that in mind, an energy concept was created, with the goal of self-sufficiency of the settlement. In order to reach that goal, there will be photovoltaic cells, which produce electric energy, on many of the roofs and fronts of the buildings in the housing estates. Additional to the photovoltaics a heat pump power station is planned, which will supply energy for heating the houses using the warmth of the ground.

Furthermore, a traffic concept was planned, with the purpose of less motor-powered traffic in the housing estate. That is why many of the streets in the settlement are one-way streets with a speed limit of 30km/h. The main street is even an encounter zone, where every participant of the traffic has the same priorities. Goal of that concept is to slow down the vehicles and encourage the inhabitants to use their bike or walk most of their ways. Another method to boost the use of bikes is the parking situation in the housing estate. There are two parking garages where the inhabitants can leave their car so that they can cover the remaining distances walking or biking. The parking slots in the settlement itself are limited.

Another way to keep the air in the housing estate clean and the air quality high is planting many trees and large green spaces. For example, there is a big park area in the middle of the settlement and huge gardens surrounding the terraced houses and housing complexes. Moreover, every street is framed with grass strips and trees. Additional to the green spaces and grass strips, most of the roofs in the housing estate are green roofs and even some of the fronts are planted with greenery.

But not only the environment should profit from the way of living in the green Grätzl. While planning the settlement the wellbeing and social interaction with one another was important. Parts of the social concept are the big park where you can drink coffee and exercise together as well as shared gardens where the children can play together.

Apart from planning the Grätzl managing the planning of the buildings in the housing estate was part of the final year project. Each building was planned by a pupil participating in a class-independent project. Only small specifications were done by the leaders of the project, in that case the authors of the diploma thesis.

DIPLOMARBEIT DOKUMENTATION

Namen der Verfasser/innen	Lena Böhm, Niklas Wohlmuth
Jahrgang/Schuljahr	2019/20
Thema der Diplomarbeit	Planung einer energieeffizienten und nachhaltigen Siedlung im Rahmen eines klassenübergreifenden Projektes im CAD-Unterricht der 4. und 5. Klassen der HTL Mödling, Bautechnik Umwelttechnik.
Kooperationspartner	4./5. Klassen der HTL Mödling - Abteilung Bautechnik Umwelttechnik, des Jahrganges 2019/20
Aufgabenstellung	<p>Aufgabe war es, eine funktionierende, umweltfreundliche und lebenswerte Stadt mit vielen sozialen Aspekten zu planen. Zudem sollte unsere Planung digitalisiert und in einem digitalen Masterplan dargestellt werden.</p> <p>Aus diesem Grund mussten für die einzelnen Bereiche Konzepte erstellt werden. Die Bereiche sind Begrünung, soziale Aspekte, Verkehr, Energie und Digitalisierung. In jedem wurde darauf geachtet, einen umwelttech. Aspekt einzubringen, um das grüne Grätzl lebenswerter zu machen.</p>
Realisierung	<p>Mit Hilfe der 3. und 4. Klassen der Abteilung Umwelttechnik wurden die einzelnen Gebäude auf ArchiCAD geplant. Diese wurden von den Diplomanden übernommen und via Hotlinks in die Hauptdatei eingefügt. In dieser wurden auch die Siedlung von den Diplomanden digital dargestellt und eigene Ansichten für die Konzepte Solar/Begrünung, Verkehr und Nutzung erstellt.</p> <p>Die reale Darstellung wurde in der Realisierungssoftware LUMION vorgenommen, wo dem Bereich um den Hauptplatz und allen dazugehörigen Gebäuden ein realistisches Aussehen gegeben wurde. Mithilfe der 360° Bilder aus dieser Software wurden anschließend eine 3D-Tour erstellt. Diese enthält sowohl optische als auch technische Informationen zu den einzelnen Gebäuden.</p>

Ergebnisse

Ein Ergebnis im technischen Bereich ist ein digitaler Masterplan, der sowohl als 2D- als auch als 3D-Model erstellt wurde. Weiters wurde ein digitaler Stadtrundgang mit einer Virtual Reality Brille als auch realistische Videos und Fotos erstellt.

Es wurde ein Konzept für eine lebenswerte und umweltfreundliche Stadt geplant. Verbesserung der Luftqualität und begrünte Flächen waren daher ein wichtiger Bestandteil, weshalb rund 60 000m² begrünte Fassade und Gründächer eingeplant wurden. Diese Flächen liefern 3,4 Mio. Liter O₂ für die Bevölkerung. Auf den Straßen des grünen Grätzls wurden rund 1100 Bäume gepflanzt, die zu einem schöneren Stadtbild beitragen sollen.

Auch eine Deckung des Strombedarfes mittels erneuerbarer Energien wurde angestrebt und auch tatsächlich erreicht. Mit der Hilfe von 1800 kWp installierter Nennleistung von Solarzellen und einer Produktion von 160.225 kWh/a Strom aus Kleinwindkraftanlagen konnten 130% des Strombedarfs gedeckt werden.

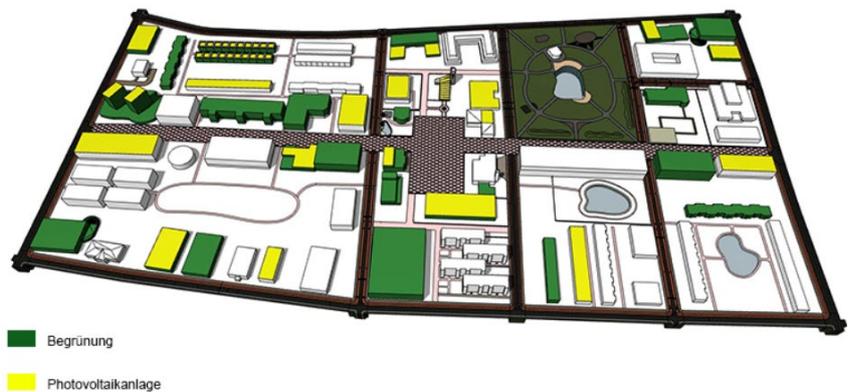
Ebenfalls wurde mit dem Bau von Passiv- und Niedrigenergiehäusern ein durchschnittlicher Heizwärmebedarf von 22,16 kWh/m²a erreicht.

Auf dem ersten Bild sieht man den großen Park, der den sozialen Aspekt unserer Siedlung sehr gut widerspiegelt. Hier wird durch das Aufeinandertreffen von Spielplätzen und Chill-Out Areas das soziale Leben in der Siedlung massiv gefördert.



Typische Grafik, Foto etc.
(mit Erläuterung)

Das 2. Bild zeigt das Begrünungs- und Photovoltaikkonzept des grünen Grätzls. Alle Gebäude mit PV-Anlagen sind gelb und alle Gebäude mit Begrünung sind grün eingefärbt.



Teilnahme an Wettbewerben, Auszeichnungen	Teilnahme am Energy Globe Award, Jugend Innovativ und Sustainability Award	
Möglichkeiten der Einsichtnahme in die Arbeit		
Approbation (Datum / Unterschrift)	Prüfer/Prüferin	Direktor/Direktorin Abteilungsvorstand/Abteilungsvorständin

DIPLOMA THESIS DOCUMENTATION

Author(s)	Böhm Lena, Niklas Wohlmuth
Form/Academic year	2019/20
Topic	Planning of an energy-sufficient and environmentally friendly settlement within the framework of a class-independent project of the 4 th and final classes of the vocational technical college in Mödling in the department of environmental engineering.
Co-operation partners	4 th and 5 th class of the vocational technical college in Mödling, department environmental engineering
Assignment of tasks	<p>The aim of the project was so planning an environmentally friendly settlement, with a focus on the social aspect of a city. Furthermore, the housing estate is digitized in a digital master plan.</p> <p>For that reason, it was necessary to create concepts for the topic city plantation, social environment, traffic, energy supply and digitalisation. In order to make the Grätzl as live worthy as possible the environment was always kept in mind.</p>
Realisation	<p>With the help of the other pupils in the class-independent project the buildings where planned. Via Hotlinks the buildings where pasted into a big general file, so that it was possible to digitalize the settlement.</p> <p>A realistic looking 3D-modell of the housing estate was generated by the Software LUMION. Using 360°-Images a 3D Tour was generated. This tour contains optic as well as technical Details of the Grätzl ant the buildings themselves.</p>
Results	<ul style="list-style-type: none"> • 2D and 3D masterplan of the city, as well as the city-tour using virtual reality goggles. • For better air quality: 60.000m² green roofs and fronts of the buildings which produce 3,4 litres of oxygen • 1100 surrounding the streets • Energy sufficiency with energy provided by photovoltaics and wind power stations

Illustrative graph, photo (incl. explanation)

This image shows the huge park which is symbol for the social aspect of the settlement. The park area boosts the social



environment with its chill-out areas and playgrounds.

The second image shows the green roofs and roofs with photovoltaics on them. (green roofs are coloured green, yellow stands for buildings with photovoltaics).



Participation in competitions Awards

Participating at the Energy Globe Awards, Sustainability Award and for Jugend Innovativ

Accessibility of Diploma Thesis

Approval
(date / signature)

Examiner

Head of College / Department



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung [Böhm]	1
1.1	Wachsende Bevölkerung	1
1.2	Verstädterung	2
1.2.1	Demographische Verstädterung	3
1.3	Landflucht	4
1.4	Verstädterung als Städteverdichtung	5
1.5	Freiburg	5
1.6	Grundkonzept des grünen Grätzls	8
2	Masterplan [Wohlmuth]	13
2.1	Was ist ein Masterplan	13
2.2	Der Bebauungsplan	14
2.3	Masterplan des „grünen Grätzls“	15
3	Begrünung [Böhm]	16
3.1	Urban Heat Islands	16
3.2	Gründächer	18
3.2.1	Gründach mit extensiver Begrünung	18
3.2.2	Gründach mit intensiver Begrünung	20
3.2.3	Kombination Gründach mit Solar/Photovoltaik	22
3.2.4	Konstruktion	23
3.2.5	Gründächer im grünen Grätzl	24
3.3	Fassadenbegrünung	25
3.3.1	Bodengebundene Begrünung mit Kletterhilfe	25
3.3.2	Bodengebundene Begrünung ohne Kletterhilfe	26
3.3.3	Fassadengebundene Begrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern	27
3.3.4	Fassadengebundene Begrünung mit teilflächigen Vegetationsträgern	27
3.3.5	Fassadenbegrünung des grünen Grätzls	28
3.4	Straßenbegrünung	28
4	Energie [Wohlmuth]	31
4.1	Energiehaushalt Österreichs	31
4.2	Erneuerbare Energien	32
4.2.1	Photovoltaik	32
4.2.2	Windenergie	33



4.3	Wieso sollte man erneuerbare Energien nutzen?.....	33
4.4	Energiekonzept des „grünen Grätzls“	34
4.5	Smart Grid.....	35
4.6	Speicherzentrale Kulturhaus	35
4.7	E-Ladestationen	36
4.8	Wärmepumpenkraftwerk.....	38
4.8.1	Pläne des Kraftwerkes	39
4.9	Energiebilanzberechnung	41
4.9.1	Berechnung der Photovoltaikzellen	41
4.9.2	Neigungswinkel	43
4.9.3	Berechnung der Leistung mit „klimaaktiv“- Rechner.....	44
4.9.4	Ergebnisse	45
4.10	Berechnung Kleinwindkraftanlagen.....	46
4.10.1	Ermittlung k- bzw. a-Wert	46
4.10.2	Berechnung der Leistung.....	49
4.10.3	Ergebnisse	49
4.11	Heizwärme- und Primärenergiebedarf	50
4.12	Vergleich mit Freiburg im Breisgau.....	51
5	Sozialkonzept [Böhm].....	53
5.1	Park der Generationen	55
5.1.1	Caféhaus „Oase“	56
5.1.2	Spielplatz	60
5.1.3	Schwimmteich	64
5.1.4	Leselichtung.....	65
5.1.5	Waldspielplatz	67
5.1.6	Baumlehrpfad.....	68
5.1.7	Urban Gardening	69
5.1.8	Sport-Pergola.....	70
5.1.9	Outdoor-Fitnessgeräte	72
5.2	Gemeinschaftsgärten	72
5.2.1	Reihenhauskomplex 1	73
5.2.2	Reihenhauskomplex 2	74
5.2.3	Wohnhausanlagen.....	74
6	Verkehr [Wohlmuth]	76



6.1	Historisches.....	76
6.2	Situation heute	76
6.3	Resultierende Probleme	78
6.3.1	Unattraktives Stadtbild	78
6.3.2	Behinderung des nicht motorisierten Individualverkehrs	78
6.3.3	Erhöhte Staugefahr auf innerstädtischen Straßen.....	79
6.3.4	Lärmbelastung für die Umgebung.....	79
6.3.5	Schadstoffbelastung für die Bewohner.....	80
6.3.6	Steigender Platzbedarf für Stellplätze und Fahrbahnen.....	81
6.3.7	Breite Straßenquerschnitte zur Bewältigung des Verkehrsaufkommens.....	82
6.3.8	Steigende Unfallzahlen auf überfüllten Straßen.....	82
6.3.9	Zerschneidung der Städte	82
6.4	Verkehrskonzept des grünen Grätzls.....	82
6.5	Geplante Maßnahmen.....	83
6.5.1	Stellplätze und Parkhäuser.....	83
6.5.2	ÖVPN Netz.....	84
6.5.3	Radwege und Bike-Sharing.....	85
6.5.4	Straßenquerschnitte.....	86
6.5.5	Geschwindigkeitsbegrenzungen und Fahrtrichtungen	91
7	Projektleitung und -management.....	93
7.1	Masterplanung [Böhm].....	93
7.2	PLUS-Benotungssystem [Böhm]	94
7.2.1	Projekt	95
7.2.2	Link	95
7.2.3	Use.....	96
7.2.4	Sustain	97
7.3	Ordnerstruktur [Wohlmuth].....	97
7.4	Speichern von Dateien [Wohlmuth].....	98
7.5	Abgabetermin [Wohlmuth]	99
7.6	Probleme im System [Wohlmuth]	99
8	Erstellen des Masterplans [Wohlmuth]	101
8.1	BIM - Workflow.....	101
8.1.1	Das BIM-System.....	101
8.1.2	Integration des BIM-Systems in das „grüne Grätzl“	102



8.2	Import des Geländes.....	102
8.3	Erstellen der Straßen	105
8.4	Arbeiten mit Hotlinks.....	107
8.4.1	Erstellen der Hotlinks	107
8.4.2	Aktualisieren der Hotlinks	108
8.5	Grafische Überschreibung	108
8.5.1	Erstellung einer BIM-fähigen Überschreibung	109
8.6	Visualisierung in Lumion.....	110
8.6.1	Einspielen des Modells.....	110
8.6.2	Bearbeitung der Gebäude	111
8.6.3	Erstellen von Videos	112
8.6.4	3D-Visualisierung.....	112
9	Zusammenfassung und Ausblicke [Böhm]	114
9.1	Begrünung.....	114
9.2	Energie	114
9.3	Sozialkonzept	114
9.4	Verkehr	115
9.5	Management	115
9.6	Digitalisierung.....	116
10	Verzeichnisse.....	117
10.1	Literaturverzeichnis	117
10.2	Abbildungsverzeichnis	121
11	Anhänge.....	101
11.1	Leitfaden PV Berechnung.....	125
11.2	Leitfaden Kleinwindkraftanlagen.....	129
12	Begleitprotokolle.....	130



1 Einleitung





1.1 Wachsende Bevölkerung

Die Weltbevölkerung wächst mit jeder Sekunde. Die Einwohnerzahl nimmt in jedem Land des Erdballs zu. Derzeit leben rund 7,7 Milliarden Menschen auf der Erde. Jede Minute kommen 2,6 Kinder zur Welt, und somit an einem Tag 225.690 Kinder. Auf ein Jahr hochgerechnet, entspricht dies der Einwohnerzahl Deutschlands. Laut Prognosen der UN wird man den Planeten im Jahr 2050 mit rund 9,7 Milliarden Menschen teilen müssen. Bis ins Jahr 2100 werden es 10,9 Milliarden sein.^{[1],[2]}

Dieses rasante Bevölkerungswachstum begann jedoch erst in der jüngeren Zeit. So lebten zu Beginn der Zeitrechnung vor 2000 Jahren schätzungsweise 300 Millionen Menschen auf der Erde. Ein rasanter Anstieg wird erst ab dem Beginn des 18. Jahrhunderts beobachtet. In diesem Jahrhundert wurde auch die erste Milliarde überschritten. Aufgrund der Entwicklung der Technik und der ab dem 19. Jahrhundert zunehmenden Industrialisierung dauerte es nur bis 1927 bis die zweite Milliarde erreicht war. Die Weltbevölkerung stieg ab dem 20. Jahrhundert allerdings noch viel rasanter. So lebten 33 Jahre später, im Jahr 1960, bereits 3 Milliarden Menschen auf der Erde. 1999 wurde bereits die Marke von 6 Milliarden Erdbürger geknackt und im Oktober 2011 erblickte der 7-milliardste Mensch das Leben.^[2]

Würde die Weltbevölkerung mit dieser Geschwindigkeit weiter wachsen, dann würden im Jahr 2100 bereits rund 20 Milliarden Menschen auf der Erde leben. Dieser Wert wird sich aufgrund sinkender Geburtenraten nicht bewahrheiten. Denn in Europa sank die Geburtenrate von 1950 bis 2019 um 50%, von 5 Kinder pro Frau auf durchschnittlich 2,5 Kinder. Vernachlässigen darf man jedoch nicht, dass die Geburtenrate in weniger entwickelten Ländern der Erde, wie beispielsweise in Afrika, wesentlich langsamer sinkt. So waren es im Jahr 1960 rund 6,6 Kinder pro Frau, derzeit sind es 5 Kinder pro Frau.^[2]

[1] Vgl. Overpopulation awareness.

[2] Vgl. BR Wissen. Online im Internet.



Mit jedem neugeborenen Menschen steigt der Bedarf an Nahrung, Wasser und Rohstoffen. Doch diese sind begrenzt. Den Lebensstandard der Europäischen Union kann die Erde nur mehr rund 2 Milliarden Menschen bieten. Doch der Mensch strebt nach Wohlstand, was sich in der steigenden Anzahl an PKWs und Kühlschränke widerspiegelt. Doch bei einer Weltbevölkerung von 9 oder 10 Milliarden, wie von der UN prognostiziert, wird der Lebensstandard global sinken. Immer mehr Menschen auf der Erde werden hungern und noch viele mehr werden durstig sein.^[1]

Im Bezug auf die Nahrung stellt der zunehmende Klimawandel ein enormes Problem dar. Denn durch das Abschmelzen von Gletschereis und den Polkappen, verursacht durch die steigenden Temperaturen auf der Erde, steigt der Meeresspiegel kontinuierlich. So ist dieser nur wenige Zentimeter davon entfernt, wichtige Ackerflächen zu überschwemmen und dadurch unnutzbar zu machen. Auch das Vorkommen an Phosphor, einer der wichtigsten Dünger in der Landwirtschaft, neigt sich dem Ende zu.^[1]

1.2 Verstädterung

Doch nicht nur für die Pflanzen sondern auch für den Menschen wird der Platz knapp, was mitunter einen der Gründe für die Verstädterung, also die Wanderbewegung der Menschen aus ländlichen Gegenden in die Stadt, darstellt.

Der Begriff Verstädterung hat zwei Bedeutungen. Zum einen kann der Anteil der Stadtbewohner im Vergleich zu jenen Menschen gemeint sein, welche am Land wohnen. Diese wird demographische Verstädterung genannt. Zum anderen kann die Tatsache beschrieben werden, dass Städte immer dichter besiedelt werden.^[3]

[1] Vgl. Overpopulation awareness.

[3] Vgl. GeoHilfe. Online im Internet.



1.2.1 Demographische Verstädterung

Begonnen hat die demographische Verstädterung im Zuge der Industrialisierung in den sogenannten Gründerjahren rund um das Jahr 1870. Zu einer regelrechten Welle der Verstädterung kam es dann nach dem Zweiten Weltkrieg. Die globale Verstädterung nimmt stetig zu, so wurde im Jahr 2015 die Zahl der Landbewohner von jener der Stadtbewohner überschritten. Der Anteil der in Städten lebenden Menschen stieg, wie man in Abbildung 1 sehen kann, von 33% im Jahr 1960 auf 54% im Jahr 2017.^{[3],[4]}

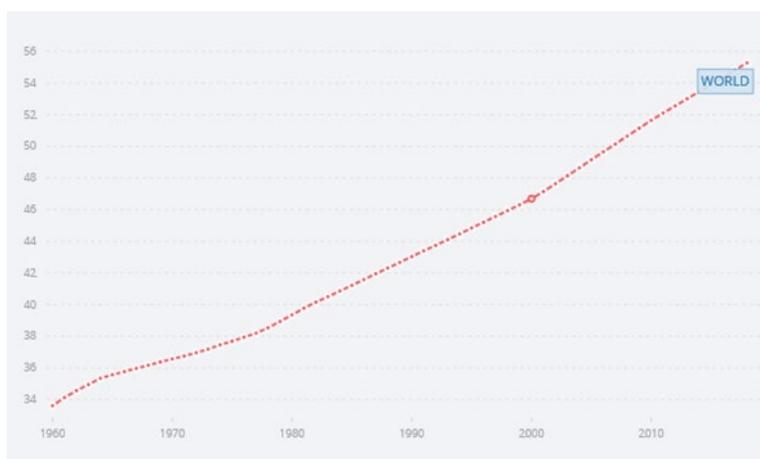


Abbildung 1 Anteil der Stadtbevölkerung in Prozent

Weltweit liegt der Verstädterungsanteil der Gesellschaft unterschiedlich hoch. Wie in Abbildung 2 ersichtlich gemacht wurde, liegt der Anteil der Stadtbewohner in Nordamerika sowie Teilen Europas bereits zwischen 80 und 100%. In manchen Ländern Afrikas hingegen erreicht dieser

Prozentsatz kaum die Zweistelligkeit. Allerdings kann im generellen gesagt werden, dass die Verstädterung in den Entwicklungsländern mit rasantem Tempo voranschreitet. In den Industriestaaten hingegen, wächst die Stadtbevölkerung wesentlich langsamer.^{[3],[5]}

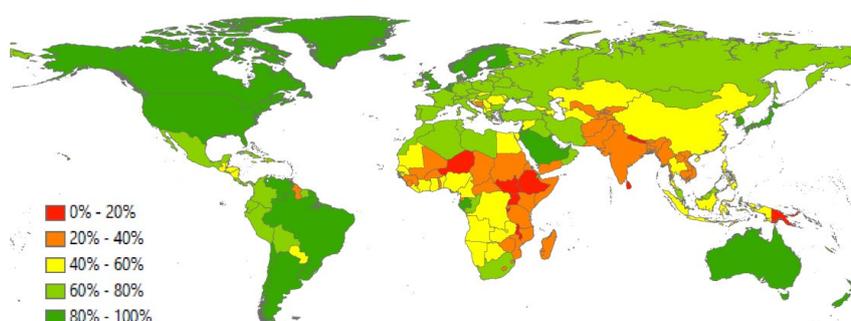


Abbildung 2 Verstädterungsgrad

[3] Vgl. GeoHilfe. Online im Internet.

[4] Vgl. Helpster Die Ratgeber-Redaktion. Online im Internet.

[5] Vgl. YaClass Ursachen und Prozesse der Verstädterung.

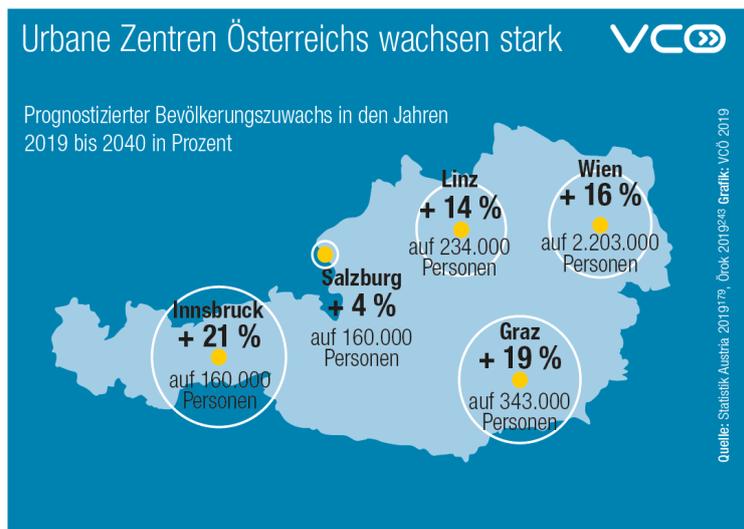


Abbildung 3 Wachstum urbaner Zentren Österreichs

In Österreich ist die Verstädterung ebenfalls spürbar, so finden urbane Zentren großen Zuwachs, was in Abbildung 3 zu sehen ist. In den Jahren von 2019 bis 2040 ist für Graz ein Zuwachs von 19% und für Innsbruck von 21% errechnet worden. Die Bundeshauptstadt soll im Jahr 2040 von 2.2 Millionen

Menschen bewohnt werden, das ist ein Zuwachs von 16%. Wenn man berücksichtigt, dass Österreich im Jahr 2040 rund 9,41 Mio. Einwohner haben soll, werden dann rund 33% der Menschen nur in den urbanen Zentren Wien, Linz, Salzburg, Graz und Innsbruck leben. [6],[7]

1.3 Landflucht

Grund für die rasche Verstädterung ist die Landflucht. Diese geschieht aus vielen verschiedenen Gründen. Der gravierendste ist die steigende Arbeitslosigkeit in den ländlichen Regionen. Ein Großteil der am Land lebenden Menschen verdiente seinen Lebensunterhalt mit dem Anbau von Gemüse oder der Aufzucht von Tieren. Mit zunehmender Mechanisierung nimmt der Bedarf an Arbeitern immer mehr ab, weshalb viele Menschen, vor allem in Entwicklungsländern, gezwungen sind, sich eine neue Arbeit zu suchen. Da große Unternehmen ihre Büros und Produktionsanlagen in Städten oder in der Nähe von Städten haben, werden Familien gezwungen, ihr Haus am Land für eine Wohnung in der Stadt aufzugeben.[5]

Jedoch endet der Traum von besseren Lebensbedingungen durch einen gut bezahlten Job in Entwicklungsländern leider in einem noch viel größeren Elend mit Gelegenheitsjobs, Kriminalität, Arbeitslosigkeit und Prostitution.[5]

[5] Vgl. YaClass Ursachen und Prozesse der Verstädterung.

[6] Vgl. Statistik: Bevölkerung Österreichs.

[7] Vgl. Wie Städte die Mobilitätswende voranbringen.



1.4 Verstädterung als Städteverdichtung

Von einer Stadt spricht man erst ab einer bestimmten Einwohnerzahl. Diese Zahl unterscheidet sich global nicht wenig. In Österreich wird ab 5000 Einwohnern von einer Kleinstadt gesprochen und ab 20.000 Einwohnern spricht man von Mittelstädten. In einer Großstadt leben in Österreich mindestens 100.000 Menschen.^[5]

Neben einem dichten Verkehrsnetz und einer Vielzahl an Ausbildungsmöglichkeiten zeichnen sich Städte durch das großzügige Angebot an Berufen, vor allem in Industrie- und Dienstleistungsbetrieben, aus. Aufgrund dieser und anderer Vorzüge finden Städte mehr und mehr Zuwanderung.^[5]

Durch die steigende Einwohnerzahl steigt auch der Bedarf an Wohnfläche. Dies führt zum einen zum Bau neuer Wohnungen und zum anderen allerdings auch zur Planung und Gründung neuer Städte. Bei der Planung dieser neuen Städte ist es besonders wichtig auf das Wohlbefinden der Bewohner und die Nachhaltigkeit der Stadt in Bezug auf deren Umwelt zu achten.

1.5 Freiburg

Ein best-practice-Beispiel für eine wachsende Stadt, bei deren Entwicklung nicht nur auf die Wirtschaft, sondern auch auf die Menschen und die Umwelt geachtet wird, ist Freistadt. Die 220.000 Einwohnerstadt wächst kontinuierlich, weshalb es notwendig war, zwei neue Stadtviertel (Rieselfeld und Vauban) zu errichten. Dabei konzentrierten sich die Freiburger auf drei Säulen.^[8]

- I. Keine Ausbeutung der Natur
- II. Sinnvolles Wirtschaften
- III. Soziale Leistungsfähigkeit der Gesellschaft

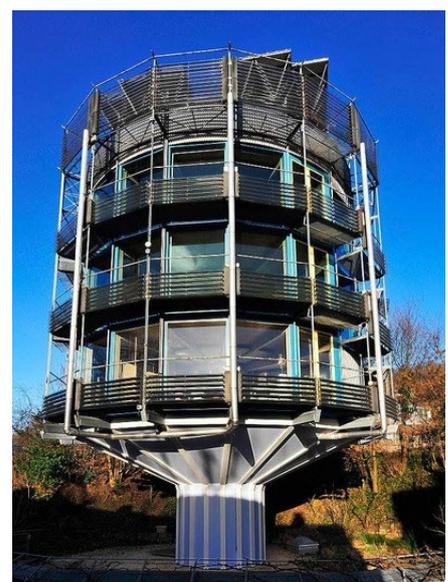


Abbildung 4 Heliotrop (Freiburg)

[8] Vgl. Frey, Wolfgang 2011-2013: Freiburg Green City.

[5] Vgl. YaClass Ursachen und Prozesse der Verstädterung.



Denn dass es wichtig ist, Ressourcen zu schonen und nachhaltig mit diesen umzugehen, war den Bewohnern Freiburgs schon lange klar. So setzten sich viele von ihnen in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts gegen den Bau eines Atomkraftwerks im französischen Wyhl ein. Sie gründeten das sogenannte „Freiburger Öko-Institut“, experimentierten mit den ersten Solarkollektoren (1972) und veröffentlichten Studien wie beispielsweise „Energiewende – Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran“. Nebenbei wurden sie von anderen Bürgerinitiativen unterstützt. Eine so engagierte Einwohnerschaft wie die der Stadt Freiburg lässt sich für viele Ideen begeistern, um den Planeten weniger zu schaden. [8]

Die Stadt produziert große Teile des Strombedarfs selbst. 2003 lag die Stadt bei 48% Eigenstromerzeugung. Ein Teil davon wird von 133 m hohen, aufgrund einer bedrohten Fledermausart, sehr umstrittenen Windrädern produziert. Weiters produzieren Photovoltaikanlagen Strom. Bei einer Anzahl von 1800 Sonnenstunden jährlich, kommt die Stadt auf 1.117kW/m² Boden. Um den Energieverbrauch der Siedlung im generellen zu senken, wurde der Gebäudestandard der Neubauten sowie renovierter Gebäude auf einen Heizwärmebedarf (HWB) von 65 kWh/m² pro Jahr gehoben. Im Zuge dieser Regelung wurden erstaunliche Gebäude errichtet. [8]

Ein Beispiel wäre das Heliotrop, zu sehen in obenstehender Abbildung. Bestückt mit PV-Anlagen dreht sich seine Fassade mit der Sonne und produziert so mehr Strom als das Gebäude selbst verbraucht (Plusenergiehaus). Der Überschuss wird in ein SmartGrid eingespeist.[8]

Auch das Rathaus setzt auf Nachhaltigkeit. Die Energie für Heizung und Kühlung wird aus Erdwärme bezogen und der Strom durch PV-Anlagen auf Dach und Fassade bereitgestellt.[8]

Doch nicht nur öffentliche Gebäude der Stadt können sich sehen lassen. Auch Wohngebäude wie die „Solarsiedlung“ oder das „Passivhochhaus“ bestehen zu größten Teilen aus nachwachsenden Rohstoffen. Dicke Wärmedämmungen mit einer Stärke von 20cm aufwärts garantieren einen Passivhaus- oder sogar Plusenergiehausstandard. [8]



Aber die Freiburger wohnen nicht nur nachhaltig, sie bewegen sich auch möglichst ressourcenschonend. So legen sie rund 24% ihrer Strecken zu Fuß und 28% mit dem Rad zurück. Dabei helfen zwei große Radrouten durch die Stadt. Das Auto benutzen sie nur für 28% ihrer Wege. Auch sonst greifen sie auf öffentliche Verkehrsmittel zurück, ermöglicht durch ein gut ausgebautes Straßenbahnnetz. Mithilfe von Carsharing wird den Bewohnern das Fahren von E-Autos ermöglicht.[8]

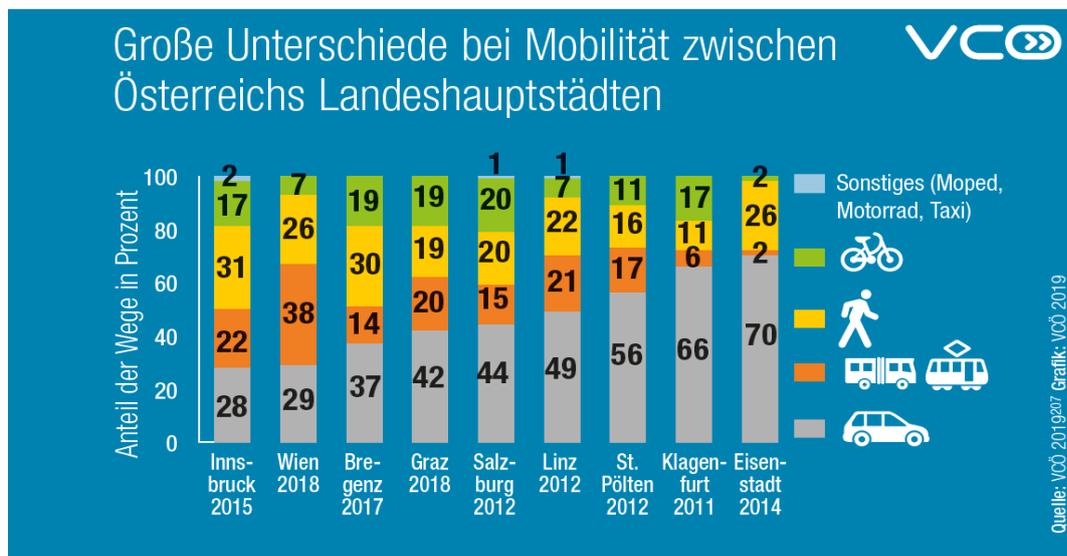


Abbildung 5 Unterschiede des Transports in Österreichs Landeshauptstädten

Vergleicht man das mit Wien, werden die Unterschiede im Stadtplanungskonzept deutlich sichtbar. Hierzulande legen nur rund 7% ihre Strecken mit dem Fahrrad zurück, 38% der Strecken werden mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt und 26% zu Fuß. Ein Auto-Anteil von 29% klingt im ersten Moment relativ gering, doch in anderen Städten Österreichs sieht dies schon ganz anders aus. In Klagenfurt liegt der Wert beispielsweise bei 66% und in Eisenstadt sogar bei 70%. [7]

Doch die ganzen Maßnahmen zahlen sich aus! Als die Freiburger im Jahr 2009 Bilanz zogen, wurde festgestellt, dass im Bezug auf das Jahr 1992 18,5% weniger CO₂ ausgestoßen wurde, dies entspricht einer Menge von 370 Tonnen jährlich. Das Ziel ist bis 2030 40% CO₂ einzusparen.[8]

[7] Vgl. Wie Städte die Mobilitätswende voranbringen.

[8] Vgl. Frey, Wolfgang 2011-2013: Freiburg Green City.



1.6 Grundkonzept des grünen Grätzls

Das grüne Grätzl der Zukunft ist ein klassenübergreifendes Projekt der 4. und 5. Klassen der HTL Mödling, der Abteilung Bautechnik Umwelttechnik unter der Leitung von Böhm Lena und Wohlmuth Niklas. Im BPP-Unterricht (Bauprojektplanung), mit einer Wochenstundenanzahl von 2 Stunden, wurde jedes Gebäude der Siedlung in Doppel- oder Einzelarbeit von den Schülern entworfen. Mit dem Zeichenprogramm ArchiCAD wurde von jedem Gebäude ein 3D-Modell erstellt, siehe Abbildung 6.



Abbildung 6 Grundriss Green Grätzl

Der an das best-practice-Beispiel angelehnte Bebauungsplan wurde von der Projektleitung erstellt. Hier wurde sich auf 5 verschiedene Bereiche spezialisiert.

1. **Nachhaltigkeit der Gebäude:** Die zum Bau verwendeten Baustoffe sollen möglichst aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWAROs) hergestellt worden sein. Auch auf eine Wiederverwendung oder leichtes Abbauen der Stoffe nach Abbruch der Gebäude wurde geachtet.
2. **Energie:** Mithilfe mächtiger Dämmschichten sollte der Energiebedarf der Gebäude mindestens auf Passivhausstandard oder höher gehoben werden. Große Teile der Energie sollten durch PV-Anlagen auf Dächern oder Fassaden gedeckt werden. Auch Kleinwindkraftanlagen sind vorgesehen.



3. **Begrünung:** Zur Verbesserung der Luftqualität in der Siedlung sind große Grünflächen vorgesehen. Weiters wurden Gebäudebegrünungen auf Dächern und Fassaden der Gebäude in einem Begrünungskonzept festgehalten.
4. **Verkehr:** Um die Luftqualität weiter zu verbessern und auch den Lärmpegel, für eine gute Lebensqualität in der Siedlung, zu senken, wurde ein Verkehrskonzept erarbeitet. Dieses sieht eine weitgehende 30iger-Zone in der Siedlung sowie eine zentrale Begegnungszone vor. Der Fokus liegt auf der nicht-motorisierten Fortbewegung.
5. **Sozialer Aspekt:** Um einen guten Umgang miteinander zu ermöglichen, wurden großzügige gemeinschaftlich genutzte Grün- und Gartenflächen vorgesehen. Diese umfassen beispielsweise einen Siedlungspark mit Kaffeehaus und Schwimmteich.



Grundstück und Bebauung									
Grundstück snr.	Grundstück sfläche m ²	Bebaute Fläche m ²	Anzahl Geschosse gesamt	Anzahl Geschosse Wohnen	Verkehrsflächen/ Wege m ²	Grünfläche m ²	Grünraumanteil %	Bebauungsdichte %	
1.1	3612	960	3	3	50	2602	72,0	26,6	
1.2	3480	168	1	0	75	3237	93,0	4,8	
1.4	4714	782	7	6	40	3892	82,6	16,6	
1.5	3837	1378	3	2	83	2376	61,9	35,9	
1.6	2256	1288	3	2	50	918	40,7	57,1	
1.7	1628	1147	4	3	18	463	28,4	70,5	
1.8	4101	1216	2	2	320	2565	62,5	29,7	
1.9	4210	658	2	2	124	3428	81,4	15,6	
1.10	5752	1487	2	2	270	3995	69,5	25,9	
1.11	3999	989	2	2	154	2856	71,4	24,7	
2.1	3626	1901	4	3	69	1656	45,7	52,4	
2.2	3666	2242	3	3	378	1046	28,5	61,2	
2.3	2455	1202	3	0	84	1169	47,6	49,0	
2.4	2617	450	1	0	120	2047	78,2	17,2	
2.5	2103	957	3	3	72	1074	51,1	45,5	
2.6	1874	960	3	3	94	820	43,8	51,2	
2.7	1929	457	3	3	87	1385	71,8	23,7	
2.8	2016	412	3	3	136	1468	72,8	20,4	
2.9	2762	980	3	3	128	1654	59,9	35,5	
2.10	2561	800	4	4	185	1576	61,5	31,2	
2.11	3509	2057	3	2	80	1372	39,1	58,6	
2.12	3342	1612	3	2	96	1634	48,9	48,2	
2.13	1682	173	2	0	154	1355	80,6	10,3	
GG	7982	0	0	0	963	7019	87,9	0,0	
3.1	735	454	3	0	84	197	26,8	61,8	
3.2	1641	524	2	0	95	1022	62,3	31,9	
3.3	3634	2856	3	3	136	642	17,7	78,6	
3.4	3985	1460	3	3	360	2165	54,3	36,6	
3.5	2663	1600	2	0	750	313	11,8	60,1	
3.6	2183	867	2	0	258	1058	48,5	39,7	
4.1	3023	3005	3	1	0	18	0,6	99,4	
4.2	2902	582	2	2	189	2131	73,4	20,1	
4.3	2169	1082	2	2	165	922	42,5	49,9	
4.4	2194	1082	2	2	178	934	42,6	49,3	
4.5	2774	1180	2	0	256	1338	48,2	42,5	
4.6	5972	0	0	0	456	5516	92,4	0,0	
5.1	1928	1076	3	0	165	687	35,6	55,8	
5.2	5278	730	2	2	256	4292	81,3	13,8	
5.3	4228	668	2	2	348	3212	76,0	15,8	
5.4	5238	700	2	2	178	4360	83,2	13,4	
5.5	1928	985	3	0	324	619	32,1	51,1	
6.1	1453	658	1	0	89	706	48,6	45,3	
6.2	4570	2200	3	3	184	2186	47,8	48,1	
6.3	2312	1202	4	0	165	945	40,9	52,0	
6.4	2350	1191	2	0	213	946	40,3	50,7	
6.5	4556	1500	3	0	360	2696	59,2	32,9	
6.6	4748	920	3	0	420	3408	71,8	19,4	
8.1	3234	1392	2	0	287	1555	48,1	43,0	
8.2	2016	935	3	0	164	917	45,5	46,4	
8.3	1166	205	2	0	92	869	74,5	17,6	
8.4	1289	537	2	0	123	629	48,8	41,7	
8.5	2816	1100	3	0	172	1544	54,8	39,1	
8.6	1675	366	1	0	177	1132	67,6	21,9	
8.7	3724	2020	4	4	432	1272	34,2	54,2	
9.1	20272	124	1	0	5573	14575	71,9	0,6	
BZ	12475	0	0	0	12475	0	0,0	0,0	
HP	5056	0	0	0	5056	0	0,0	0,0	
EBV	8115	0	0	0	6985	1130	13,9	0,0	
SV	3874	0	0	0	3240	634	16,4	0,0	
SV	9355	0	0	0	7381	1974	21,1	0,0	
SH	15475	0	0	0	14795	680	4,4	0,0	
SH	1405	0	0	0	1397	8	0,6	0,0	
						0			
	244124	57477				67808	118839	50,3	33,0
	Summe	Bebaute Fläche gesamt m ²			Summe	Grünfläche gesamt m ²	Grünfläche nanteil durchschnittlich %	Bebauungsdichte durchschnittlich %	

Abbildung 7 Grundstücksflächen und Bebauung des grünen Grätzls



Von den rund 244.000m² Grundstücksfläche werden 57.477m² mit Gebäuden bebaut. Was einer durchschnittlichen Bebauungsdichte der Grundstücke von 33% entspricht. Die Bebauungsdichte der gesamten Siedlung liegt bei einer Grundfläche von 251.023m² bei 22,9%. Werden die Verkehrswege auch dazugerechnet, erhält man einen Anteil der geschlossenen Flächen von 49,9%, wobei die Gründächer dabei nicht berücksichtigt wurden.

Die Funktionen der Gebäude können in Wohnen, Arbeiten, Konsum und Freizeit unterteilt werden.

Der durchschnittliche Anteil der Grünflächen pro Grundstück liegt bei 50,3%. Die Grünflächen der gesamten Siedlung liegt bei einem Wert von 167.902m², wobei die Fassadenbegrünungen von zusätzlich 17.777m² nicht dazugezählt wurden. Der Grünflächenanteil des geplanten Abschnittes in Hinsicht auf wirkliche Grünflächen, Gründächer und Straßenbegrünung liegt bei 66,89%.

Die Anzahl der Wohnungen der Siedlung und die Einwohneranzahl kann man aus der untenstehenden Tabelle entnehmen. Laut dieser Tabelle wird die Siedlung von 1472 Menschen bewohnt. Daher kann jeder Einwohner im Durchschnitt 34,4m² Wohnfläche nutzen. Somit würde beispielsweise eine vierköpfige Familie in einer fast 140m² großen Wohnung leben.

Die Anzahl der im grünen Grätzl verfügbaren Wohnungen liegt bei 615 Stück.



2 Masterplan





2.1 Was ist ein Masterplan

Der Masterplan ist der erste Planungsschritt bei einem Projekt. In ihm werden neue Ideen gesammelt und zusammengefasst. Zusätzlich sollen bereits vorhandene Ideen weiterentwickelt werden. Der Masterplan kann sowohl bei kleinen als auch bei größeren Projekten angewendet werden. So findet er sowohl bei Umplanungen in kleinen Gemeinden als auch bei Sozialreformen Anwendung. Die unten stehende Abbildung zeigt den Masterplan für die Umplanung des Bahnhofes in Liesing.

In dieser Art von Plan sind keine bautechnisch relevanten Informationen, wie z.B. Bebauungsart oder maximale Bebauungshöhe, vorhanden. Oft sind nur Straßengrundrisse und die vorhandene Bausubstanz in schwarz-weiß eingetragen. Aus diesem Grund hat der Masterplan auf dem behördlichen Weg der Projektabwicklung keine Relevanz. Um ihn in ein Planungsinstrument umzuwandeln, muss er in den Flächennutzungs- oder Bebauungsplan integriert werden.

In den meisten Fällen besteht er aus vielen Teilprojekten, die zusammen an großes Ganzes ergeben. Jedes einzelne Teilprojekt des gesamten Projektes wird farblich oder auf andere Art und Weise gekennzeichnet. Dadurch sind die einzelnen Bereiche in einem vielschichtigen Projekt besser zu erkennen und somit besser zu bearbeiten.

Neben einer groben Einteilung werden im Masterplan auch die einzelnen Projektabläufe diskutiert. Dadurch kann ein optimaler Projektablauf festgelegt wodurh später Zeit und Geld gespart werden kann.

Der Masterplan ist ein dynamischer Plan. Das heißt, dass er sich ständig verändert, weil immer neue Ideen und Denkansätze eingetragen werden.[9]

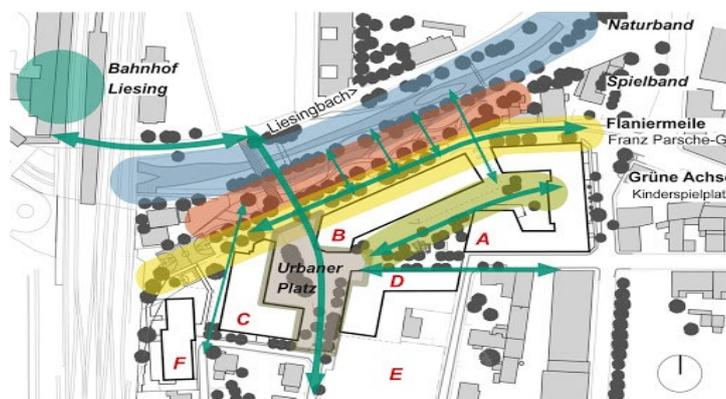


Abbildung 9 Beispiel eines Masterplans



2.2 Der Bebauungsplan

Der Bebauungsplan regelt im Unterschied zum Masterplan die bauliche Ausnutzbarkeit des vorliegenden Baulandes. In ihm wird unter anderem eine gewisse Bauweise (offen, geschlossen, ...), die maximale Bauhöhe (Bauklassen) sowie die Straßenerschließung der einzelnen Grundstücke festgelegt. Im Bauplan können auch bestimmte Materialien oder bautechnische Details (z.B. Dachvorsprünge) verboten oder verpflichtend vorgeschrieben werden.

Er wird von der zuständigen Behörde (Gemeinde, Magistrat,) erstellt und vertieft die im Flächenwidmungsplan enthaltenen Informationen. Da dieser Plan von einer Behörde erstellt wird, ist er auch baurechtlich gültig. Das bedeutet, dass die Vorschriften des Bebauungsplanes eingehalten werden müssen. In der unten stehenden Abbildung ist ein Beispiel eines Bebauungsplanes zu sehen.

Bestehende Bebauungspläne sind im Gegensatz zum Masterplan fix und können nachträglich nicht mehr aufgelöst werden. Änderungen sind nur mit einem triftigen Grund möglich.[10][11]



Abbildung 10 Ausschnitt eines Bebauungsplanes

[10] Vgl. Bebauungsplan.
[11] Vgl. Bauordnung.



2.3 Masterplan des „grünen Grätzls“

Der erste Schritt bei der Erstellung unseres Masterplanes war ein Brainstorming. Dabei wurden alle Ideen gesammelt und aufgeschrieben. Um eine optimale Planung zu ermöglichen, wurden die einzelnen Gebäude, in Bezug auf ihre Nutzung, in die Gruppen „Sozial, Öffentlich, Infrastruktur, Wohnen, Gewerbe, Büros und Nahversorgung“ eingeteilt.

Im Bereich Verkehr wurden zum Beispiel neue Straßenquerschnitte erstellt und in den Plan eingetragen (siehe Kapitel Verkehr). Auf die Bereiche Soziales und Begrünung wurde in diesem Masterplan ein großes Augenmerk gelegt. So wurden Konzepte für Wohneinheiten oder Reihenhäuser, öffentlich zugängliche Gemeinschaftsgärten sowie Parks entworfen.

Diese Ideen wurden anschließend händisch in eine Grundrisskizze eingetragen, um einen ersten Eindruck von unserem „grünen Grätzl“ zu erhalten. Diese Grundrisskizzen sind in den untenstehenden Abbildungen zu sehen. Dieser Plan wurde dann den Planern (Schülern) vorgelegt, damit sich jeder einzelne ein Grundstück aussuchen konnte.

Von den Planern wurden nun erste Grundrisse und Konzepte ausgearbeitet. Diese enthielten grundlegende Informationen über Größe und Form des Gebäudes als auch über Begrünungen und den Einsatz von PV-Anlagen. All diese Informationen wurden auch in den Masterplan übernommen.

Im Planungsverlauf wurden alle händisch erstellten Pläne in einem 3D Model digitalisiert und übersichtlicher dargestellt.



Abbildung 11 Handskizze Masterplan



3 Begrünung





3.1 Urban Heat Islands

Das Phänomen der Urban Heat Islands (UHI), zu Deutsch urbane Hitzeinseln, tritt vermehrt in Städten auf und gibt der Tatsache, dass die Temperatur in Städten höher ist als in ihrer ländlichen Umgebung, einen Namen. So ist die durchschnittliche Jahreslufttemperatur in Städten ab einer Million Einwohner tagsüber zwischen 1°C bis 3°C wärmer als in den Vororten. Der Temperaturunterschied bei Nacht kann bis zu 12°C zwischen Vorort und Innenstadt betragen. Im Zentrum von Barcelona ist es beispielsweise um 2,9°C wärmer als in seine Vororten. In London sind es 2,1°C.^[12]

Gründe für die Hitze in Städten sind zu einen die vielen Menschen und zum anderen die von ihnen bewohnten und bewirtschafteten Gebäude. So ist der Großteil der freigesetzten Energie in urbanen Gebieten Wärmeenergie, welche in der Bausubstanz der dicht an dicht stehenden Gebäuden gespeichert wird.

Aufgrund der vielen Bewohner ist auch die Luft- und Wasserqualität in den UHIs schlechter als jene in ihrer Umgebung. Aufgrund der vielen Fahrzeuge und der Industrie ist auch die Schadstoffbelastung der Luft in den UHIs höher.^[13]

[12] Vgl. Urban Heat Islands.

[13] Vgl. National Geographic: Urban Heat Islands.



Das Wasser stellt verschiedene Probleme dar. Zum einen kann es in den zubetonierten und zu asphaltierten Städten nirgendwo versickern, was zu enorm großen und komplizierten Kanalisationssystemen führt. Aber das ist nicht das einzige Problem im Bezug auf das Regenwasser, denn auf dem Weg in den Untergrund hat sich das Wasser durch die dunklen Oberflächen stark erwärmt und schädigt die Organismen und Tiere im Vorfluter der Kanalisation. Diese sind an kältere Temperaturen gewohnt und können unter natürlichen Verhältnissen die Selbstreinigung der Fließgewässer vollbringen.^[13]

Dies sind nur wenige Aspekte, von der Vielzahl an Problemen großer Städte und alle können durch eine Maßnahme eingedämmt oder gar gelöst werden. Und das ist die BEGRÜNUNG von Städten.

Dies zeigt auch nebenstehende Grafik. In dieser kann man gut erkennen, dass jene Bereiche mit intensiver Vegetation wesentlich kühler sind als jene ohne Begrünung.^[13]

Um Probleme dieser Art zu vermeiden, wurde für das Grüne Grätzl ein Begrünungskonzept erstellt. Dieses umfasst nicht nur den Park und die großzügigen öffentlichen Grünflächen und Gärten, sondern auch die Begrünung der Fassaden, Dächer und Grünstreifen neben den Straßen anstelle von Parkstreifen, siehe Abbildung 13.

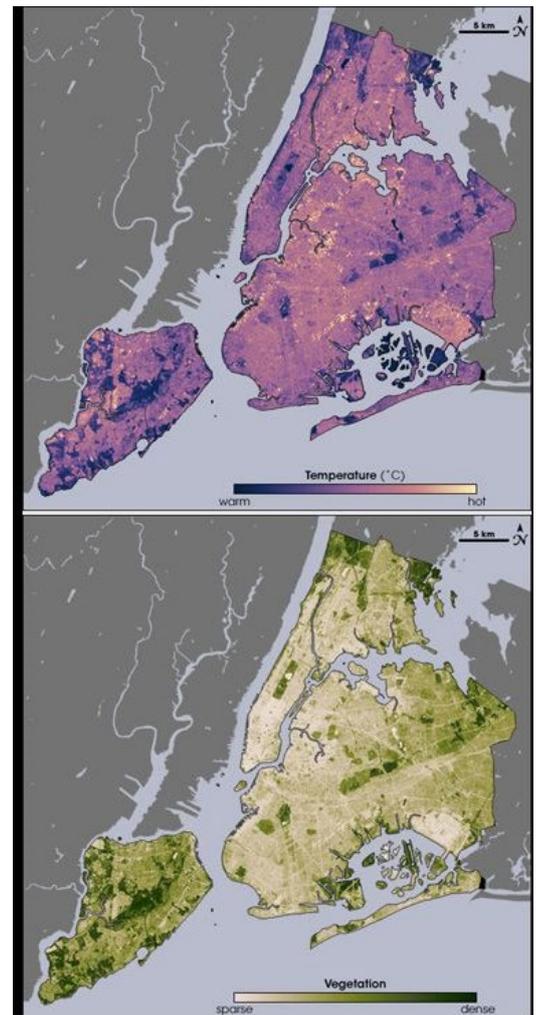


Abbildung 12 New York City Temperaturen und Begrünung

[13] Vgl. National Geographic: Urban Heat Islands.

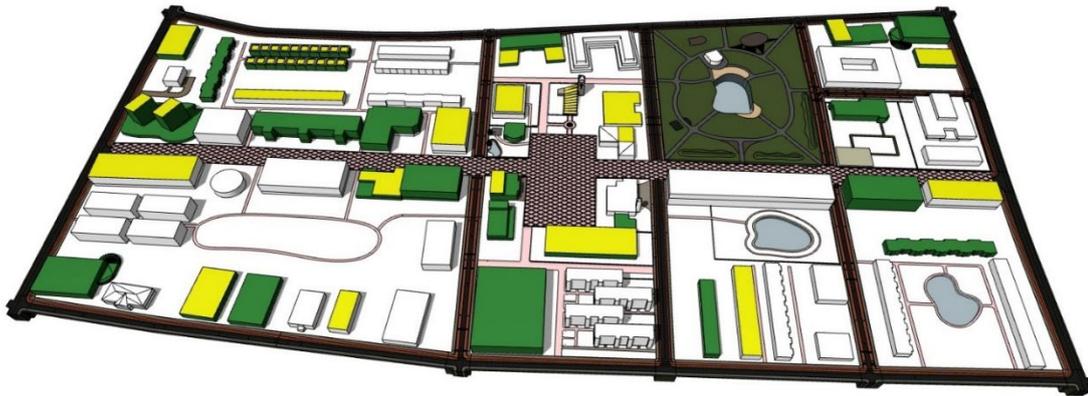


Abbildung 13 Grünes Grätzl Begrünung (dunkelgrün) und Solar (gelb)

3.2 Gründächer

Nahezu alle Dächer des Grünen Grätzls werden als Gründach ausgeführt. Hierbei muss allerdings zwischen zwei Arten der Nutzung und somit auch zwei Arten des Gründachs unterschieden werden.

- Gründach mit extensiver Begrünung
- Gründach mit intensiver Begrünung
- Gründach mit extensiver Begrünung und PV-/Solaranlage

3.2.1 Gründach mit extensiver Begrünung



Abbildung 14 Gründach mit extensiver Begrünung

Gründächer mit extensiver Begrünung sind begrünte Dächer mit kleinen Vegetationsschichten ohne Gartennutzung (Abb.14). Vorteile dieser Art der Begrünung sind zum einen das geringe Gewicht der Konstruktion und somit keine zusätzliche statische Anforderung. Außerdem sind extensive Gründächer sehr pflegeleicht.



Der Wasserrückhaltewert solcher Dächer liegt bei 0,5. Auch bei der Berechnung des U-Werts haben extensive Gründächer Vorteile, denn sie erhöhen die Dämmstärke um 10mm. [14]

Angewendet können Gründächer bei Dachneigungen von 2° bis 30° werden.

Bepflanzt können sie mit Moos und verschiedenen Kraut- und Trockenrasen werden.[14]

3.2.1.1 Aufbau

- Auf die Wärmedämmung des konventionellen Warmdachs kommt, wie man in Abbildung 15 erkennen kann, eine wurzelfeste Abdichtung. Diese wird aufgebracht, damit die Wurzeln der Pflanzen die Abdichtung des Flachdachs nicht beschädigen und kein Wasser in die Dachkonstruktion eindringen kann.
- Als nächstes folgt eine Trennlage aus PAE-Folie.
- Zur Abfuhr des überflüssigen Wassers wird eine Dränschicht angebracht. Diese besteht meist aus einem Vlies.
- Damit die Pflanzen immer Wasser zur Verfügung haben, ist es manchmal notwendig eine Speicherschicht einzuplanen. Diese besteht aus starkretentionsfähigen Materialien, wie beispielsweise Steinwolle.
- Auf die Speicherschicht folgt die Wachstumsschicht aus Wachstumssubstrat. Das Substrat soll wasser- und luftdurchlässig, nährstoffarm und frostbeständig sein. Weitere Anforderungen sind hohes Speichervolumen, ein pH-Wert von 6-8 und kein allzu großes Angebot an Nährstoffen. Materialien wie Rindenhumus, Lavaschrot, Ton und Bims bieten sich dazu an.[14]

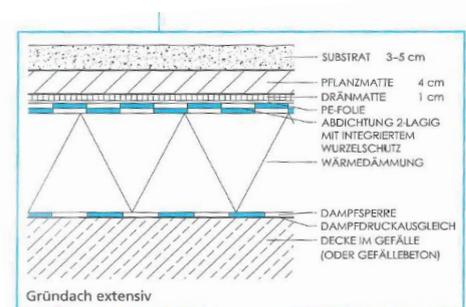


Abbildung 15 Gründach extensiv Aufbau



Je nach Art der Bepflanzung auf dem Dach (Abb.16) ist die Substratschicht unterschiedlich hoch. 2-5cm ist die Stärke bei Moos-Sedum. Bei Sedum-Moos-Kraut ist sie 5-8cm hoch und bei Sedum-Gras-Kraut 8-12cm. Die mächtigste Substratschicht erfordert eine Begrünung mit Trockenrasen, denn hierbei muss eine Substratschicht von mehr als 15cm eingeplant werden.[14]



Abbildung 16 Gründach extensiv Aufbau

Wichtig ist, die Brandgefahr derartiger Dachkonstruktionen im Blick zu behalten. So soll die Substratschicht nicht niedriger als 3cm sein und aus maximal 20% organischer Substanz bestehen. Weiters muss ein Abstand von 50cm zwischen Begrünung und Dachrand, sowie Lichtkuppeln, eingehalten werden.[14]

3.2.2 Gründach mit intensiver Begrünung



Abbildung 17 Gründach mit intensiver Begrünung

Intensiv begrünte Gründächer sind begehbare Flachdächer, die, wie in Abbildung 17 ersichtlich, wirklich als Garten genutzt werden können. Die mit Büschen und Bäumen bepflanzten Dächer haben einen Wasserrückhaltewert von 0,3, der somit besser als jener von extensiv begrünten Dächern ist und sie erhöhen zusätzlich die rechnerische Dämmschicht um 20mm. [14]

Allerdings ist aufgrund des hohen Gewichts der Dächer (150kg/m^2 - 800kg/m^2) oft eine mächtigere Dachkonstruktion oder zumindest eine zusätzliche statische Berechnung erforderlich.[14]



3.2.2.1 Aufbau

- Ähnlich wie bei extensiven Gründächern muss auch hier die Dachabdichtung vor Wurzeldurchbrüchen geschützt werden. Im Falle der intensiven Dachbegrünung erfolgt dies mit Kupferfolieneinlagen, wie in Abbildung 18 zu sehen ist.

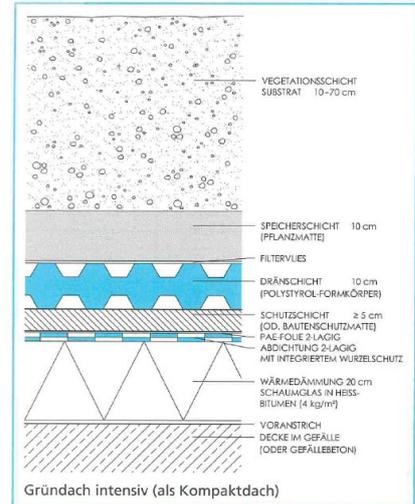


Abbildung 18 Gründach intensiv Aufbau

- Als nächstes kommt eine PAE-Folie als Trennlage.
- Eine Bautenschutzmatte aus Gummigranulat oder ein Schutzestrich ist bei Bepflanzung mit großen Pflanzen notwendig, damit die Dachkonstruktion beim Umgraben und Umstechen im Zuge von Gartenarbeiten nicht beschädigt wird.
- Die nächste Schicht stellt die Dränschicht dar. Diese ist rund 10cm hoch und kann entweder aus Rundkiesel (16/32), welcher sehr schwer ist, oder aus Polysterol-Formkörpern bestehen.
- Damit keine Substratfeinteile in die Dränschicht eingeschwemmt werden, wird diese mit einem Vlies abgedeckt.
- Als Wasserspeicher dient eine 4cm starke Steinwolle-Pflanzenmatte.
- Als Substratschicht wird bei intensiver Dachbegrünung einfache Gartenerde mit mineralischen Bestandteilen verwendet.[14]

Auch hier kommt es bei der Dicke der Substratschicht auf die Art der Bepflanzung an, siehe Abbildung 19.

- Rasen mehr als 15cm
- Stauden mehr als 20cm, höhere Stauden bis zu 25cm
- Sträucher mehr als 35cm
- Bäume (kleiner 10m) brauchen mindestens 65cm, Bäume (bis 15m) brauchen mindestens 100cm Substratschicht.[14]



Art	Veg.-Schicht	Dränschicht	Summe Aufbau
Extensiv	4–8 cm	2–6 cm	6–12 cm
Rasen	8 cm	5–7 cm	15 cm
Stauden	15 cm	7–10 cm	25 cm
Sträucher	25 cm	10–15 cm	35 cm
Bäume < 10 m	65 cm	35 cm	100 cm
Bäume < 15 m	100 cm	50 cm	150 cm

Abbildung 19 Schichtstärken intensiv begrüntes Dach

3.2.3 Kombination Gründach mit Solar/Photovoltaik

Da jede Photovoltaikzelle einen gewissen Schattenwurf mit sich bringt, könnte man denken, dass eine Kombination aus Bepflanzung und Nutzung der Sonne nicht möglich ist. Doch da nur bei gewissem Stand der Sonne, das gesamte Dach im Schatten liegt, ist das nicht der Fall. [15]



Abbildung 20 Extensivbegrünung in Kombination mit solarer Energiegewinnung

Durch die Unterschiede in der Wasserversorgung können die Pflanzen in Kombination mit Solaranlagen sogar besser gedeihen als ohne, da sich die Pflanzen auf den normalerweise extremen Trockenstandorten sehr schwer tun. Durch den Schattenwurf der Zellen kann sich auf kombinierten Dächern eine ausgeprägte Tier- und Pflanzenwelt etablieren, wie man in obenstehender Abbildung erkennen kann. [15]

Bei Studien stellte sich sogar heraus, dass sich Dachbegrünungen gut auf Photovoltaikzellen auswirken, da sie die Oberflächentemperatur des Dachs senken und somit eine Steigerung des Wirkungsgrades der Photovoltaikanlage bewirken. [15]

[15] Vgl. Hamburg: Behörde für Umwelt und Energie.



In der Regel steigert extensive Dachbegrünung die Leistung der Energiegewinnungsanlagen um 4% im Vergleich zu konventionellen Flachdächern. Die Anlagen arbeiten nämlich bei 27°C am besten. Umso höher die Temperaturen umso niedriger wird der Wirkungsgrad. Auf Gründächern herrschen wesentlich kühlere Temperaturen als auf nackten Dächern, was die Leistungssteigerung hervorruft.[15]

3.2.4 Konstruktion

Der Aufbau solcher Kombinationsdächer ist gleich jener der extensiv begrünten Dächer. Die Aufständering der Solar- und Photovoltaikzellen erfolgt in der Dränschicht der Begrünung, was in Abbildung 21 zu erkennen ist. Das Auflastsystem der Anlagen wird durch das Substrat und die Wurzeln der Begrünung ersetzt. Dies ist sehr vorteilhaft, da somit die Dachhaut nicht durchbohrt werden muss. [15]

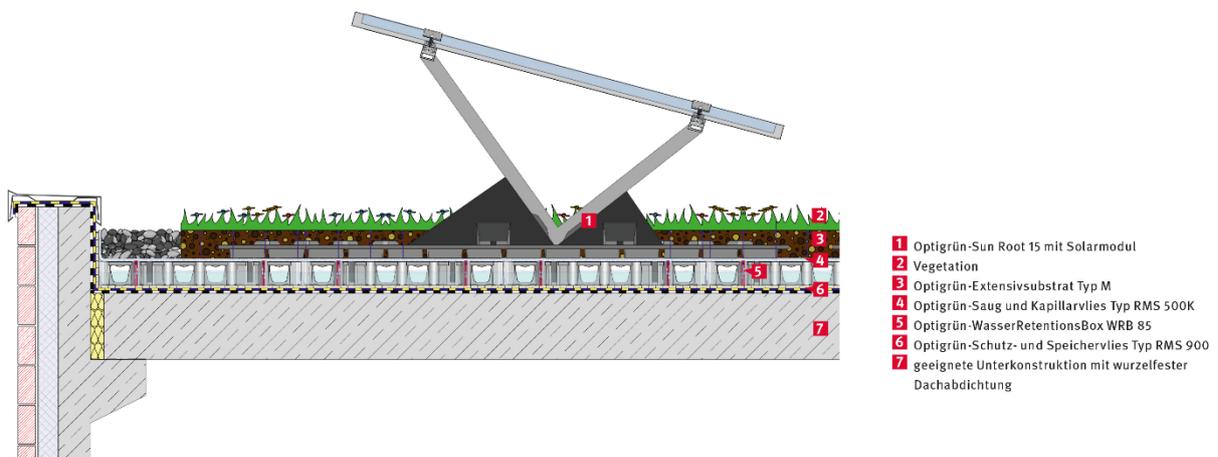


Abbildung 21 Solarzelle auf Gründach



3.2.5 Gründächer im grünen Grätzl

Dachbegrünung			
Gst.NR	Dachfläche [m²]	PV	keine PV
1.4	782		782
1.5	1378		1378
1.6	1288		1288
1.7	1147	1147	0
1.9	658		658
1.10	1487	1487	0
2.1	1901	1900	1
2.2	2242		2242
2.5	957	957	0
2.6	960		960
2.7	457		457
2.8	412		412
2.11	2057	2057	0
2.12	1612		1612
3.3	2856		2856
3.4	1460		1460
3.5	1600	1600	0
4.1	3005		3005
4.2	582		582
4.4	1082	1082	0
4.5	1180		1180
5.1	1076		1076
5.2	730		730
5.3	668		668
5.5	985	985	0
6.1	658	658	0
6.2	2200		2200
6.5	1500	1500	0
6.6	920		920
8.1	1392	1392	0
8.2	935	935	0
8.4	537	537	0
8.5	1100	1100	0
8.7	2020		2020
	43824	17337	26487

Abbildung 22 begrünte Dachflächen



In der obenstehenden Tabelle sind die begrünten Dachflächen des grünen Grätzls ersichtlich. Unterteilt nach Grundstücksnummer wurden jene Flächen in Kombination mit Solar- und PV-Anlagen aufsummiert und jene ohne. Geht man davon aus, dass alle Häuser mit Energiegewinnungsanlagen extensiv begrünt sind, entspricht dies einer Fläche von 17.337m². Diese Fläche produziert täglich bis zu 3.4 Millionen Liter Sauerstoff, was dem täglichen Sauerstoffbedarf von mehr als 277 Menschen entspricht.^[16]

Bei den restlichen 26.487m² wird von einer intensive Dachbegrünung mit Bäumen und Sträuchern ausgegangen. Diese Pflanzen sind in der Lage wesentlich mehr O₂ zu produzieren und vor allem auch den Kohlenstoff des CO₂ zu speichern. Wird davon ausgegangen, dass auf jedem der intensiv begrünten Dächer 3 Bäume stehen, sind dies 60 zusätzliche Bäume in der Siedlung. Jeder dieser Bäume wäre in der Lage 700kg Kohlenstoff im Jahr zu speichern. Wird der Wert auf das durchschnittliche österreichische Auto mit den durchschnittlich gefahrenen Kilometern umgerechnet, können 16 Autos CO₂-neutral fahren.^{[17],[18],[19]}

3.3 Fassadenbegrünung

Aber nicht nur Dächer können bepflanzt werden, nein auch Fassadenelemente oder gar ganze Gebäudehüllen können als Luftfilter fungieren. Ähnlich wie bei den Gründächern, kann man auch bei begrünten Fassaden zwischen verschiedenen Systemen unterscheiden.

3.3.1 Bodengebundene Begrünung mit Kletterhilfe

Bei bodengebundenen Begrünungen wachsen die Pflanzen im gewachsenen Boden vor der Fassade oder in Pflanztrögen. Die Kletterpflanzen sind schonender zur Fassade und optisch ansprechender, wenn sie, wie in Abb.23, entlang einer Kletterhilfe gedeihen. Diese Kletterhilfe kann starr oder flexibel sein. Weiters kann ihre Anordnung flächig oder linear erfolgen. [20]



Abbildung 23 Bodengebundenen Fassadenbearünung (linear mit Kletterhilfe)

[16] Vgl. Schmitt. Online im Internet.

[17] Vgl. Cermeter.

[18] Vgl. Spiritrechner. Online im Internet.

[19] Vgl. Die Presse: Fahrverhalten.

[20] Vgl. Mezera Karl und Riccabona Christof, 2018: Baukonstruktion



Verwendet werden, siehe Abbildung 24:

- Netze oder netzartige Konstruktionen
- Stahlseile
- Stahl- oder Carbonstäbe
- Holzkonstruktionen [20]

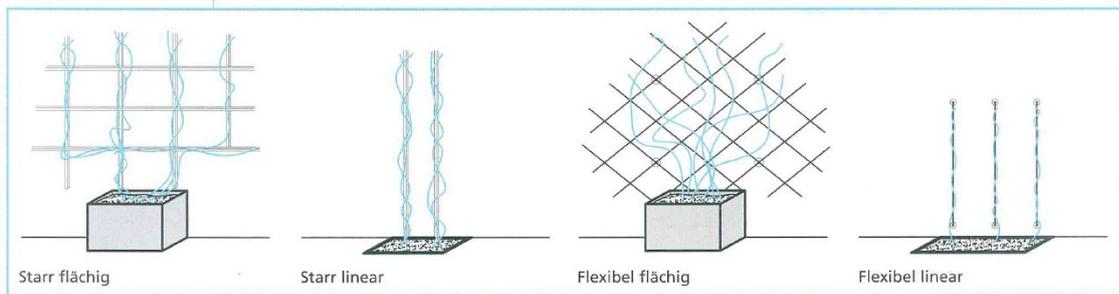


Abbildung 24 Varianten der Kletterhilfen für bodengebundene Fassadenbegrünung

3.3.2 Bodengebundene Begrünung ohne Kletterhilfe

Die Bodengebundene Begrünung kann auch ohne Kletterhilfe erfolgen, siehe Abbildung 25. Hierzu klettern die Kletterpflanzen von allein die Fassadenkonstruktion entlang. Es muss aber bedacht werden, dass die Fassade durch die Pflanzen beschädigt werden kann und generell in guten Zustand sein muss, um die hohe Last der Pflanzen aufnehmen zu können. [20]



Abbildung 25 Bodengebundene Fassadenbegrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)



3.3.3 Fassadengebundene Begrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern



Abbildung 26 Fassadenbegrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern

Optisch sehr ansprechend ist eine Begrünung der Fassade mithilfe von Vegetationsträgern, wie in Abbildung 26. Bei diesen sind die Pflanzen nicht an den gewachsenen Boden gebunden, sondern an eine Substratschicht direkt an der Fassade.

Vollflächige Vegetationsträger sind Module (60x100) oder ganze Elemente, welche an der Fassade befestigt werden, erkennbar in Abb.27. Vor Ort werden die Träger mit Substrat befüllt und im 90° Winkel mit Pflanzen nahezu jeder Art bepflanzt. Zwar ist diese Art der Fassadenbegrünung optisch sehr ansprechend, sie ist jedoch sehr pflegeaufwändig (Substrataustausch, Düngen, Rückschnitt) und sehr kostspielig. [20]

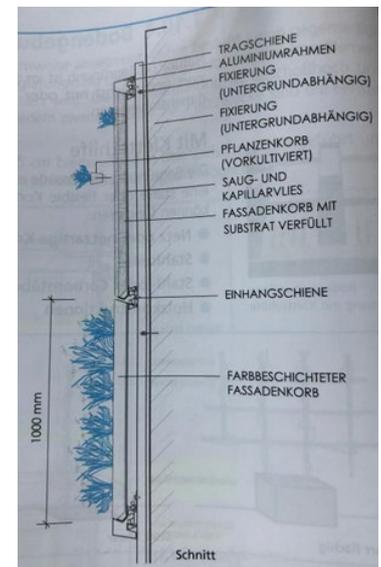


Abbildung 27 Anbringung Vegetationsträger

3.3.4 Fassadengebundene Begrünung mit teilflächigen Vegetationsträgern



Abbildung 28 Begrünung der Fassade mit Pflanzenträgern

Eine weniger kostenintensive Art der Begrünung erfolgt mit teilflächigen Vegetationsträgern (Abb.28). Hierbei werden Tröge an der Fassade befestigt und bepflanzt. Verwendet man dazu Kletterpflanzen kann auch mit dieser Methode eine vollflächige Begrünung erzielt werden. [20]



3.3.5 Fassadenbegrünung des grünen Grätzls

In der nebenstehenden Tabelle wurde die Fassadenbegrünung des grünen Grätzls zusammengefasst. Insgesamt kommt man dann auf eine Fläche von 17.777m². Die Art der Begrünung wurde nicht erfasst.

Fassadenbegrünung		
Gst.NR	Länge [m]	Fläche [m ²]
1.5	84	1092
1.8	60	780
1.9	75	525
1.10	91	1183
1.11	90	630
2.10	60	780
2.11	77	1001
2.12	60	780
3.4	120	1560
3.5	65	845
4.1	120	1560
4.2	60	420
4.4	77	539
5.1	70	910
5.3	76	532
5.5	65	845
6.1	50	650
6.2	100	1300
8.2	60	780
8.5	65	845
9.1	22	220
		17777

Abbildung 29 Fassadenbegrünung

3.4 Straßenbegrünung

Neben Bauten, können auch die Verkehrswege positiv zum Grünflächenanteil der Siedlung beitragen. So werden in der Begegnungszone Bäume nicht nur für gute Luft, sondern auch für eine angenehme Atmosphäre und damit eine längere Aufenthaltszeit sorgen.

Entlang den Straßen der Siedlung werden, neben den 0,5-1m breiten Grünstreifen beidseits der Fahrbahn, Bäume im Abstand von 7m gepflanzt. Wodurch nur durch die Begrünung der Verkehrswege mehr als 1000 zusätzliche Bäume im geplanten Abschnitt gepflanzt wurden. Je nach Straßentyp wird die Fahrbahn von verschiedenen breiten Grünstreifen gesäumt.



- Innere Straßen (einspurig): 2 Grünstreifen a 0,5m
- Innere Straße (zweispurig): 2 Grünstreifen a 0,5m
- Umfahrungsstraße (einspurig): 2 Grünstreifen a 1m
- Umfahrungsstraße (zweispurig): 2 Grünstreifen a 1m

Die Grünstreifen sind in Summe 5239m² extra an Grünfläche, wie in Abbildung 30 errechnet wurde.

Straßenbegrünung				
Typ	Länge	geschlossen	begrünt	Bäume
	[m]	[m ²]	[m ²]	[Stk.]
Begegnungszone	626	11894	Bäume	179
Hauptplatz	50	5000	Bäume	15
Innere Straße Einbahn	762	8382	762	218
Innere Straße zweispurig	317	3487	317	91
Umfahrungsstraße Einbahn	1409	14794,5	2818	403
Umfahrungsstraße zweispurig	671	7381	1342	192
		Summe:	5239	1096

Abbildung 30 Straßenbegrünung und Anzahl der Bäume

Wird angenommen, dass die gesamte Siedlung mit Linden oder Buchen bepflanzt wird, nehmen die Bäume jährlich mehr als 767.200kg CO₂ auf, das entspricht rund 700kg pro Baum. Als Beispiel: Der durchschnittliche Österreicher fährt 13900km im Jahr mit dem Auto. Dies entspricht einem Ausstoß von rund 2580kg/a, siehe Abb.31. Somit können quasi 297 Autos CO₂-neutral fahren. Wobei bedacht werden muss, dass die Bewohner des grünen Grätzls weniger Kilometer jährlich mit dem Auto fahren werden.^{[17],[18],[19]}

<p>CO₂-Ausstoß für Benzin berechnen</p> <p>Kraftstoffverbrauch pro 100 km</p> <input type="text" value="7,8"/> <p>Gefahrene Kilometer</p> <input type="text" value="13900"/> <p>Berechnen</p> <p>Ergebnis:</p> <p>Spezifische CO₂-Emission: 185.64000000000001 g CO₂/km</p> <p>Absolute CO₂-Emission: 2580.396kg</p>	<p>CO₂-Ausstoß für Diesel berechnen</p> <p>Kraftstoffverbrauch pro 100 km</p> <input type="text" value="7,0"/> <p>Gefahrene Kilometer</p> <input type="text" value="13900"/> <p>Berechnen</p> <p>Ergebnis:</p> <p>Spezifische CO₂-Emission: 185.5 g CO₂/km</p> <p>Absolute CO₂-Emission: 2578.45kg</p>
---	---

Abbildung 31 CO₂ Ausstoß Fahrzeuge

[17] Vgl. Cermeter.

[18] Vgl. Spiritrechner. Online im Internet.

[19] Vgl. Die Presse: Fahrverhalten.



Aber auch die Grünstreifen helfen der Siedlung. So produzieren beispielsweise 250m² Rasen den Sauerstoffbedarf einer vierköpfigen Familie. Mit dieser Rechnung liefern die Grünstreifen der Verkehrsflächen den Sauerstoff für 83 Personen.^[16]

[16] Vgl. Schmitt. Online im Internet.



4 Energie





4.1 Energiehaushalt Österreichs

Betrachtet man die Stromerzeugung in Österreich, so produziert Österreich, wie in der untenstehenden Abbildung zu sehen ist, 73,1% des verbrauchten Stromes aus erneuerbaren Energien. Damit liegt Österreich beinahe um das Doppelte über dem europäischen Durchschnitt und belegt damit Platz 2 in Europa.[21]

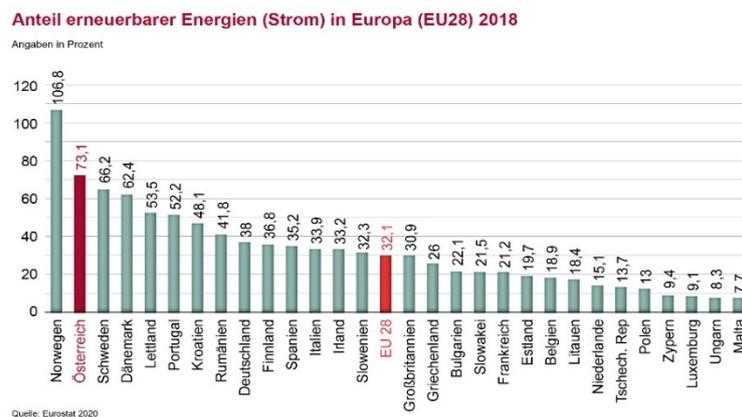


Abbildung 32 Anteil an Erneuerbaren Energien in Europa

Sieht man sich das Jahr 2017 an, so wurden in Österreich rund 100 TWh Strom verbraucht. Von dieser Energiemenge entfallen rund 54 TWh auf die erneuerbaren Energiequellen, wie Wasserkraft, Windkraft, PV und Geothermie. Damit konnte Österreich im Jahr 2017 mehr als 50% seines Strombedarfs aus erneuerbaren Quellen decken. Weiters zeigt das nebenstehende Kreisdiagramm, dass 16 TWh aus fossilen Quellen und rund 30 TWh aus Importen aus dem Ausland stammen.[22]

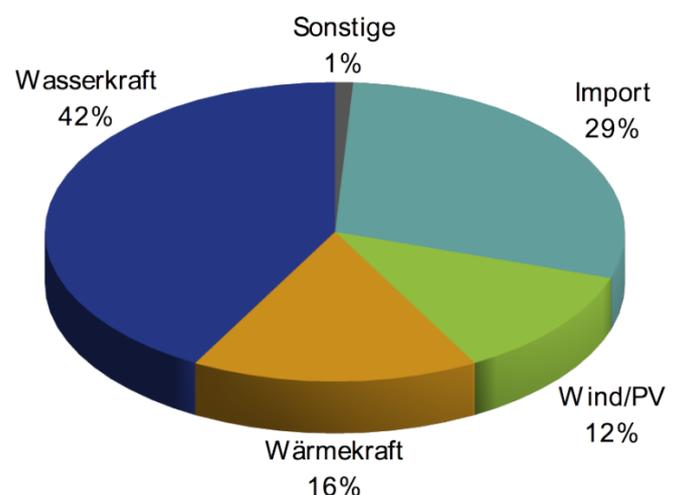


Abbildung 33 Anteil an erneuerbaren Energien in Österreich

[21] Vgl. Fakten zur Stromerzeugung.

[22] Vgl. Der Strom-Filz in Österreich.



4.2 Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien sind regenerativ. Sie stammen aus Quellen, die sich selbst schnell erneuern (z. B. Biomasse) oder die Quelle der Energie nicht endlich ist (z.B. Sonne, Wind oder Wasser). Wie in der Abbildung zusehen ist, können sie in die 5 Kategorien Erdwärme, Bioenergien, Wasserkraft, Windenergie und Solarenergie eingeteilt werden.

Diese Formen der Energie haben den großen Vorteil, dass sie nicht von einer begrenzten Ressource abhängig sind, wie z.B. Erdöl oder Kohle. Weiters verursachen sie keine oder nur wenige Emissionen. Diese werden wiederum durch den Lebenszyklus des Materials aufgehoben. So bauen Bäume während ihrer Lebenszeit CO₂ ab, welches sie bei der Verbrennung wieder freisetzen. Daher sind Stoffe CO₂ neutral.^[23]



Abbildung 34 Arten der erneuerbaren Energie

4.2.1 Photovoltaik

Hierbei handelt es sich um ein technisches Verfahren, in dem die von der Sonne ausgehende Strahlung direkt in elektrische Energie umgewandelt wird. Die Photovoltaik sollte nicht mit Solaranlagen verwechselt werden. Solaranlagen wandeln, die von der Sonne ausgehende Energie, in Wärme um und heizen damit ein Medium (meistens Wasser) auf.^[24]

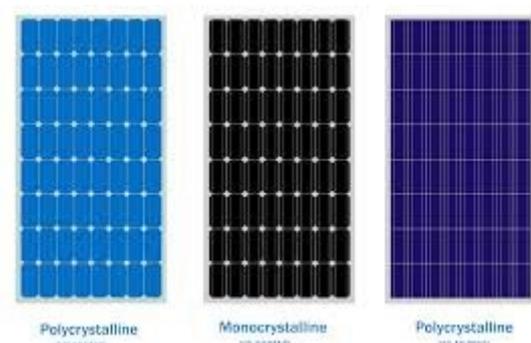


Abbildung 35 Unterschied mono- u. polykristalline Module

[23] Vgl. Erneuerbare Energien in Österreich.

[24] Vgl. Energielexikon.



Eine Photovoltaikanlage besteht grundsätzlich aus sogenannten Modulen, die auf Dächern oder Fassaden befestigt werden. Man unterscheidet zwischen monokristallinen und polykristallinen Modulen. Monokristalline Module erzielen Wirkungsgrade von 20-22%, wohingegen polykristalline Module einen Wirkungsgrad von rund 15-20% erzielen. Ein weiterer Bestandteil einer Photovoltaikanlage ist ein Wechselrichter, welcher den von den einzelnen Modulen erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt. Optional können auch Batterien zur Zwischenspeicherung verwendet werden. [25]

4.2.2 Windenergie

Die Windenergie ist, wenn man sie genauer betrachtet, eine indirekte Energieform der Sonnenenergie. Bei der Gewinnung dieser Energieform wird die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umgewandelt. Die kinetische Energie wird mithilfe der Rotorblätter aufgenommen und von einem Generator in elektrische Energie umgewandelt. Diese Umwandlung wird schematisch in der rechtsstehenden Abbildung dargestellt [26]

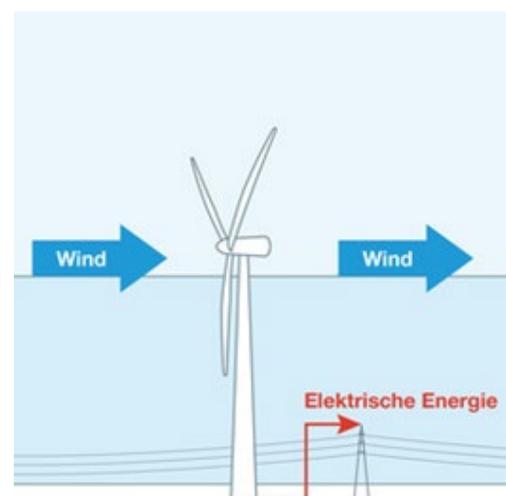


Abbildung 36 Windenergie

4.3 Wieso sollte man erneuerbare Energien nutzen?

Erneuerbare Energien sind im Gegensatz zu anderen Energiequellen nicht endlich und können weiter ausgebaut werden. Sie sind weiters nicht abhängig von Ressourcen wie Kohle, Erdöl oder Uran, die bei steigendem Energiebedarf in den nächsten Jahrzehnten nicht mehr zur Verfügung stehen werden.

[25] Vgl. Photovoltaik.

[26] Vgl. Windenergie.



Vor allem tragen sie aber nicht zur globalen Erderwärmung bei, da sie bei der Erzeugung keinen gebundenen Kohlenstoff in Form von CO₂ freisetzen. Dies ist jedoch bei fossilen Brennstoffen der Fall.

Von enormer Bedeutung ist auch, dass in jedem Land zumindest eine erneuerbare Energiequelle zur Verfügung steht. So haben Länder in Äquatornähe ein hohes Potenzial, um Solarenergie zu nutzen, wohingegen weiter nördlich gelegene Länder auf Geothermie oder Windenergie setzen können.

4.4 Energiekonzept des „grünen Grätzls“

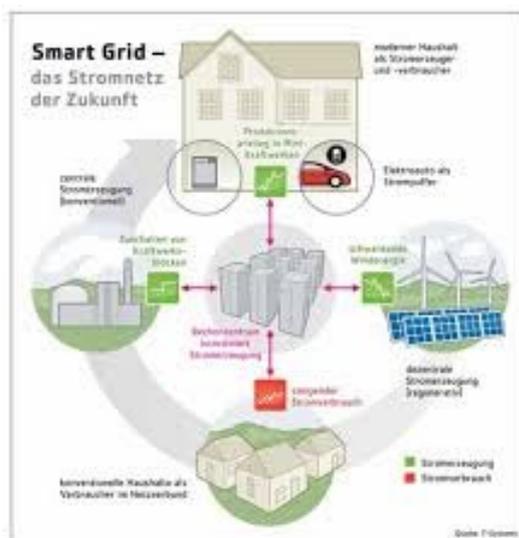


Abbildung 37 Konzept Smart Grid

Ein wichtiges Ziel war, das grüne Grätzl so umweltfreundlich wie möglich zu machen. Ein besonderes Augenmerk wurde daher auf die Energieversorgung des grünen Grätzls gelegt. Der gewählte Ansatz war es, ein einheitliches Stromnetz mit zentraler Speichermöglichkeit zu schaffen, um die überschüssige Energie aus den Solaranlagen der Hausdächer speichern zu können, um sie für einen gemeinschaftlichen Zweck oder zu einem späteren Zeitpunkt nutzen zu können. So soll das grüne Grätzl hinsichtlich auf die Stromversorgung autark sein. Dieser Ansatz wird schematisch in der links stehenden Abb. dargestellt



Weiters soll durch bautechnische Maßnahmen der Heizwärmebedarf (HWB) jedes einzelnen Hauses dem eines Niedrigenergiehauses entsprechen. Dieser beträgt im Durchschnitt 40 kWh/m²a. Kleinere Häuser sowie Reihenhäuser werden als Plusenergiehäuser und Passivhäuser ausgeführt, da diese einen weitaus kleineren HWB aufweisen als Niedrigenergiehäuser. Durchschnittliche Werte für diese Haustypen sind in der nebenstehenden Abb. herauszulesen.

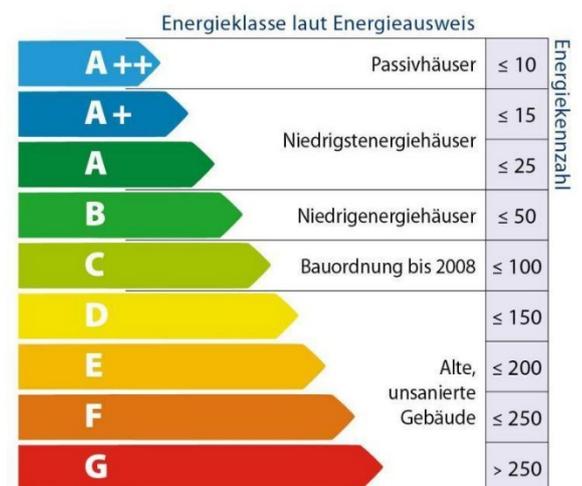


Abbildung 38 Energieklassen Gebäude

4.5 Smart Grid

Unter „Smart Grid“ versteht man die Idee eines einheitlichen Netzes. Nahezu 80% des grünen Grätzls verfügen über eine nachhaltige Energiequelle. Dies können zum Beispiel Photovoltaikzellen auf den Hausdächern als auch Kleinwindkraftanlagen sein.

Die überschüssige Energie soll nicht in den Kellern der einzelnen Gebäude in Batterien, sondern an einem zentralen Ort in der Siedlung (siehe Speicherzentrale Kulturhaus) gespeichert werden. Von dort kann die Energie entweder auf die einzelnen E-Ladestationen in der Siedlung (siehe E-Ladestationen) verteilt oder für den Abend- und Nachtverbrauch zwischengespeichert werden.

Sollte es im Winter oder an kalten Tagen zu einem Überschuss kommen, so kann dieser zum Betreiben von Wärmepumpen im Wärmepumpenkraftwerk des Grätzls herangezogen werden (siehe Wärmepumpenkraftwerk).

4.6 Speicherzentrale Kulturhaus

Der Keller des Kulturhauses bietet über 200m² Platz, um eine funktionierende Speicherzentrale einzurichten. Hier sollen je nach benötigter Speicherkapazität Batterien aufgestellt werden. Ein wichtiger Punkt hierbei ist, dass durch den Einsatz von größeren Batterien eine effizientere Speicherung möglich ist.



Die Kleinstproduzenten, also die einzelnen Haushalte, liefern die Überschüsse ihrer Photovoltaikanlagen zu den Peak-Zeiten zur Speichereinheit. Die abgegebene Strommenge wird erfasst und dem Erzeuger in gleicher Menge zu einem späteren Zeitpunkt kostenlos wieder zur Verfügung gestellt.

Die abgegebene Energie wird nun an die öffentlichen Ladestationen für E-Bikes oder Elektroautos weitergegeben. Sollte hier ebenfalls kein Bedarf vorhanden sein, wird sie für den Nachtverbrauch zwischengespeichert.

Für die technische Ausstattung des Raumes sollten die Wände einen Brandschutz von REI 60-90 aufweisen, damit im Brandfall genügend Zeit bleibt, um das Gebäude zu evakuieren. Zusätzlich sollte eine Belüftung des Raumes mittels Kühlung vorhanden sein, da im Keller wenige bis keine Fenster vorhanden sind. Der Boden muss als Doppelboden ausgeführt werden, um für die Verlegung der Kabel den nötigen Platz zu schaffen. Ein Beispiel für einen Batterieraum ist in der untenstehenden Abb. zu sehen.



Abbildung 39 Batterieraum

4.7 E-Ladestationen

In der Siedlung soll es sowohl Ladestationen für E-bikes als auch für Elektroautos geben. Sie sollen, wenn möglich aus den Überschüssen der Photovoltaikanlagen und Kleinstwindkraftanlagen betrieben werden. Deshalb ist es wichtig, dass auch diese Stationen mit der Speicherzentrale im Gemeindeamt verbunden sind.



In den beiden Parkhäusern sollen E-Ladestationen für 400 Elektroautos errichtet werden (200 pro Parkhaus). Zusätzlich sollen beim Gemeindeamt als auch bei den Parkstreifen rund 100 dieser Ladestationen (siehe Abbildung) aufgestellt werden. Dies entspricht ca. 0,3 Ladestationen pro Person.



Abbildung 40 E-Tankstelle für PKW

Im gesamten Bereich, aber vor allem an zentralen Punkten sollen E-Ladestationen für Fahrräder (siehe Abb. E-Ladestation Fahrrad) errichtet werden. Der Hauptplatz oder auch die Eingänge zu den einzelnen Wohnungen/Reihenhäuser könnte so ein zentraler Punkt sein. Insgesamt sollen in der Siedlung rund 850 Ladestationen für E-Bikes errichtet werden. Daher stehen rund 0,6 Stationen pro Person zur Verfügung.



Abbildung 41 E-Ladestation für Fahrräder



4.8 Wärmepumpenkraftwerk

Die Deckung des Heizwärmebedarfs soll siedlungsintern geregelt werden. Als Wärmequelle sollen drei große Wärmepumpen dienen, die je nach Bedarf ein- oder ausgeschaltet werden können. Die einzelnen Häuser, Wohnungen und Geschäfte sind mit dem Kraftwerk (Lage siehe Abbildung rechts) verbunden und decken so ihren HWB mit Fernwärme.

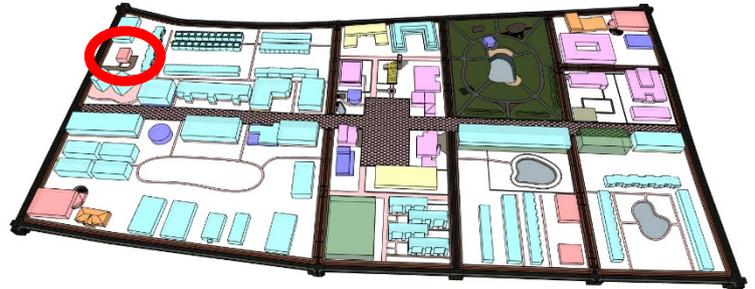


Abbildung 42 Lage Wärmepumpenkraftwerk

Für den Hochbetrieb soll ein 50-100m² Tank als Pufferspeicher dienen. Theoretisch kann das Wärmepumpenkraftwerk, wenn genügend Strom aus den Photovoltaikzellen vorhanden ist, ausschließlich mit grünem Strom arbeiten. Sollte nicht genügend Strom zum Betreiben der Pumpen vorhanden sein, wird Strom aus einer externen Quelle verwendet. In der nachstehenden Abbildung ist eine solche Wärmepumpe zu sehen. Diese befindet sich in Wien Simmering.



Abbildung 43 Wärmepumpen

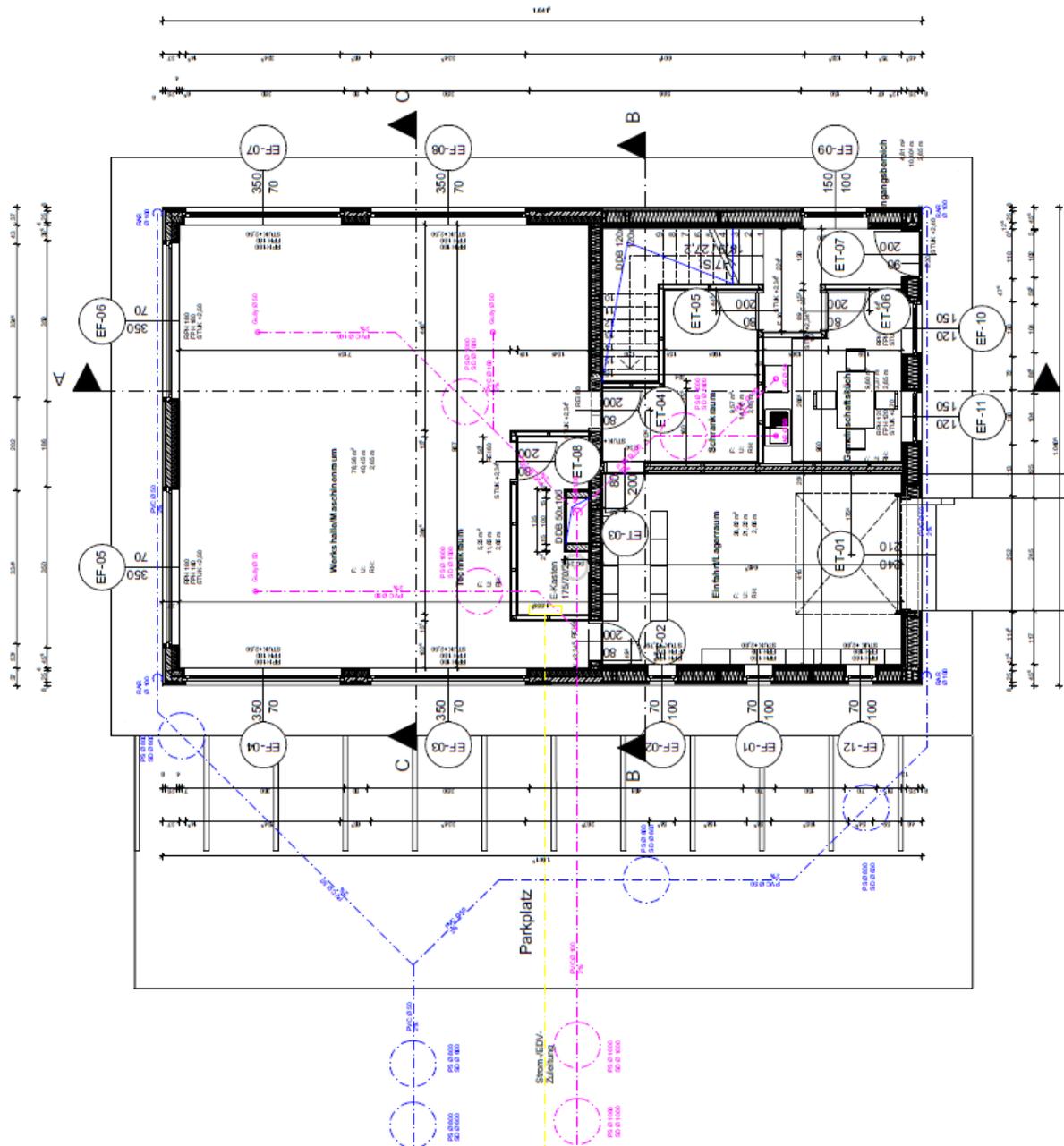


Abbildung 45 Polierplan Wärmepumpenkraftwerk



4.9 Energiebilanzberechnung

Um die Effizienz dieses Netzes beurteilen zu können, war es von enormer Bedeutung eine Energiebilanz für die Siedlung aufzustellen. Im ersten Schritt wurde dafür die zur Verfügung gestellte Leistung der Photovoltaikanlagen und der Kleinwindkraftanlagen ermittelt. Im Anschluss wurde der Deckungsgrad, der Heizwärmebedarf als auch der Primärenergiebedarf (PEB) ermittelt.

4.9.1 Berechnung der Photovoltaikzellen

Für die Berechnung wurde der PV-Rechner von klimaaktiv (Erscheinungsjahr 2019) verwendet, da dieser extra für Österreich entwickelt wurde und somit die genauen Einstrahlwinkel jedes Ortes in Österreich für die Berechnung verwendet werden konnten.



4.9.1.1 Ermittlung der nutzbaren Dachfläche

Für die Dimensionierung der Solaranlage kann nicht die gesamte Dachfläche für PV-Module herangezogen werden. Auf Flachdächern muss ein bestimmter Abstand zwischen den einzelnen Modulen berücksichtigt werden, da sie abhängig von der Modulneigung einen großen/kleinen Schattenwurf (ersichtlich in untenstehender Abbildung) erzeugen. Weiters muss der Schattenwurf von der Attika berücksichtigt werden.[27]

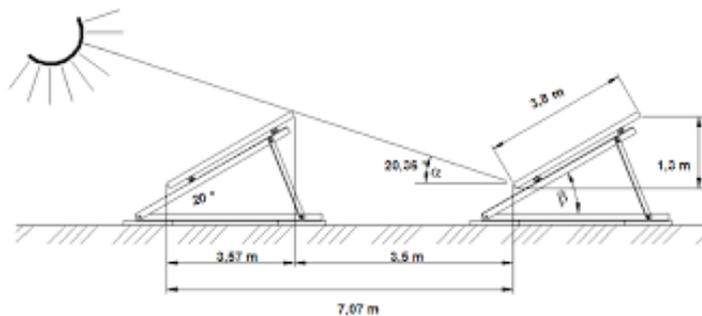


Abbildung 46 Verschattungswinkel

Bei Steildächern muss auf die Himmelsrichtung geachtet werden. Nach Norden ausgerichtete Module erzielen kaum Leistung, wohingegen nach Süden ausgerichtete Module Peak Leistungen erzielen. Daher können nach Norden ausgerichtete Dachflächen nicht verwendet werden. Bei Steildächern, muss wie in der Abbildung ersichtlich ist, zudem der Schattenwurf von Schornsteinen und Dachgauben beachtet werden.[27]

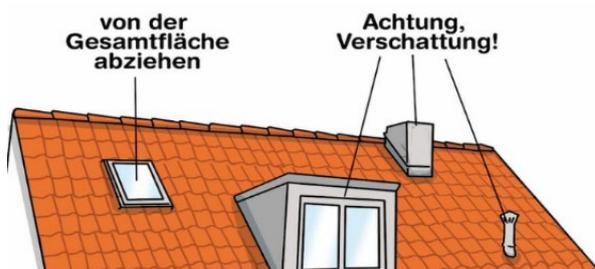


Abbildung 47 Schattenwurf von Objekten

m ² Dach	nutzbare Dachfläche m ²	verwendete Fläche m ²
960	480	480
168	84	0
782	391	0
1378	689	0
1288	644	0
1147	573,5	573,5
1216	608	0
658	329	0
1487	743,5	743,5
989	494,5	494,5
1901	950,5	950,5
2242	1121	0
1202	601	0
450	225	0
957	478,5	478,5
960	480	0
457	228,5	0
980	490	0
800	400	0
2057	1028,5	1028,5
1612	806	0
173	86,5	0
454	227	227
524	262	0
2856	1428	0
1460	730	0
1600	800	800
867	433,5	0
3005	1502,5	0
582	291	0
1082	541	541
1082	541	0
580	290	0
-	0	0
1076	538	0
730	365	0
668	334	0
700	350	0
985	492,5	492,5
658	329	329
2200	1100	0
1202	601	0
1191	595,5	0
1500	750	750
920	460	0
1392	696	696
935	467,5	467,5
205	102,5	0
537	268,5	268,5
1100	550	550
366	183	0
2020	1010	0
124	62	0
56465	28232,5	9870,5

[27] Vgl. Photovoltaikanlage Dimensionierung.



Da eine genaue Ermittlung der nutzbaren Dachfläche den Rahmen der Arbeit gesprengt hätte, wurde die Ermittlung vereinfacht. Nach Norden ausgerichtete Flächen wurden in der Berechnung nicht berücksichtigt. Um den Schattenwurf von Objekten zu berücksichtigen, wurde die Dachfläche mit dem Faktor 0,5 multipliziert.

Insgesamt stehen mit diesem Verfahren rund 28.000 m² nutzbare Dachfläche zur Verfügung. Von dieser werden 32% für die Installation von PV-Anlagen verwendet.

4.9.2 Neigungswinkel

Der Neigungswinkel beeinflusst den Wirkungsgrad des PV-Modules beträchtlich. Die Lage des Neigungswinkels ist in der Abbildung ersichtlich. Der optimale Neigungswinkel ist standortabhängig und kann für Österreich mit rund 30° angenommen werden. Bei einer Abweichung von 15° zum optimalen Winkel wird um 5% weniger Energie erzeugt. Weicht man jedoch mehr als 30° ab, so hat die Anlage einen Wirkungsgrad von <85% im Vergleich zum Optimalwinkel.

Bei Flachdächern wurde der Neigungswinkel auf 15° gesetzt. Diese Annahme bewirkt einen großen Platzgewinn, da weniger Fläche verschattet wird. Diese zusätzliche Fläche macht die Anlage trotz kleinerem Wirkungsgrad wirtschaftlicher.

Bei Steildächern bestimmt die Dachneigung den Neigungswinkel der Module. Für PV-Anlagen an Fassaden wird ein Neigungswinkel von 90° herangezogen. Trotz des 35%igen Leistungsverlustes durch den Winkel kann sich diese Art der Energiegewinnung über die große Fläche rentieren. [27]

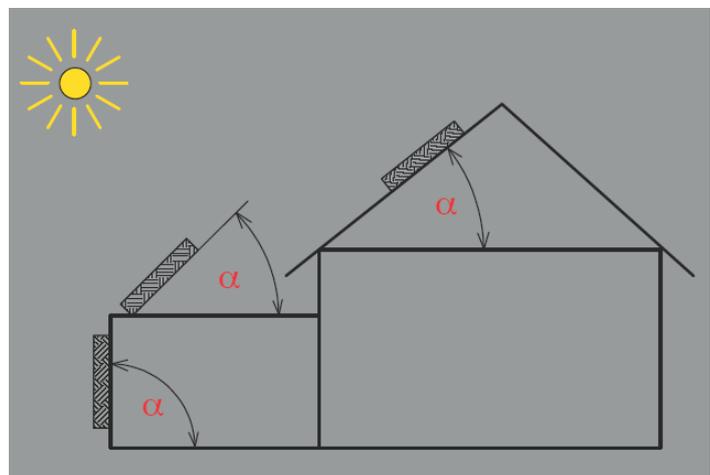


Abbildung 48 Neigungswinkel



4.9.3 Berechnung der Leistung mit „klimaaktiv“- Rechner

Als Ortsangabe wurde Baden verwendet. Hier beträgt die Leistung eines 1m² Moduls bei optimalen Neigungswinkel 1323,5kWh/a.

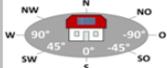
Ort des Gebäudes: Baden	
PLZ:	2500
Einstrahlung (horizontale Fläche):	1125,0 kWh/m ² a
Einstrahlung nach Angabe der Ausrichtung:	1323,5 kWh/m ² a
Moduldaten:	
Modulfläche:	0,9715 [m ² /Modul]
Nennleistung:	0,15 [kWp/Modul]
Modulwirkungsgrad (STC-Bedingungen):	15,44 [%]

Abbildung 49 Fixwerte für die Berechnung

Als Modul wurde ein polykristallines Modell mit 0,915m² Fläche und einer Nennleistung 0,15kWp herangezogen. Diese Werte waren bei allen Berechnungen Fixwerte und wurden nicht mehr verändert. (Siehe Abbildung Fixwerte für die Berechnung).[28]

Für die Dimensionierung eines Gebäudes wurde der richtige Neigungswinkel und die Ausrichtung des Gebäudes eingegeben. Die Anlagenleistung wurde nun angepasst bis die Gesamtfläche 20m² unter der nutzbaren Dachfläche des Gebäudes lag. Nach dieser Eingabe konnten der Energieertrag in kWh/a und die CO₂-Einsparung abgelesen werden. (Siehe folgende Abb.).[28]

Die Dimensionierung wurde von den einzelnen Schülern durchgeführt. Dafür wurde ein Leitfaden, der im Anhang ersichtlich ist, erstellt.

Ausrichtung:  Die Angabe der Ausrichtung der Anlage erfolgt von Osten nach Westen von -90° bis +90° (z.B.: -45° = SO)

Aufstellung:  Die Angabe zur Neigung der Anlage erfolgt von 0° bis 90° (z.B.: 90° = Fassadenanlage)

Größe der Anlage:

Anlagenleistung:	119,00 [kWp]
Gesamtfläche:	770,72 [m ²]
Gesamtwirkungsgrad:	14,82 [%]
Systemnutzungsgrad:	12,75 [%]
Anzahl der Module:	793 [Module]

Abbildung 50 Gebäudespezifische Werte

Energie:	Spezifischer Energieertrag:	1.092,7 [kWh/kWp]
	Energieertrag (1. Jahr):	130.032 [kWh/a]
	Energieertrag nach 25 Jahren:	3.063.927 [kWh]
Kosten:	Investitionskosten:	127.877 [€]
	Mehreinnahmen nach 25 Jahren:	150.612 [€]
	Amortisationsdauer:	11 [Jahre]
CO₂:	CO₂-Einsparungen nach 25 Jahren:	1.378.767 [kg CO ₂]

Abbildung 51 Ergebnisse

[28] Vgl. Klimaaktiv PV-Rechner.



In der gesamten Siedlung besitzen 23 Gebäude eine PV-Anlage. Siebzehn davon haben eine PV-Anlage auf dem Dach und die restlichen sechs haben PV-Module auf dem Dach.

Die Gesamtleistung dieser 23 Anlagen beträgt mit 1791 kWp, 1.766.411 kWh/a. 87% der erzeugten Leistung entfallen auf die am Dach positionierten Anlagen.

Das gesamte System erzielt über einen Zeitraum von 25 Jahren eine CO₂-Ersparnis von 18.717 t-CO₂. Das entspricht einer jährlichen Ersparnis von rund 750 t-CO₂, was einem Ausstoß von einer 3.210.000 km langen Strecke, die mit einem Auto zurückgelegt wird, entspricht. Diese Ergebnisse sind auch aus der vorhergegangenen Tabelle zu entnehmen.

4.10 Berechnung Kleinwindkraftanlagen

Für die Auslegung der Kleinwindkraftanlagen wurde der Kleinwindkraftanlagenrechner von *klein-windkraftanlagen.com* verwendet. Für die Berechnung mussten jedoch erst der k- bzw. a-Wert für Baden ermittelt werden, da es auf dieser Seite nur Werte für Deutschland gab.

4.10.1 Ermittlung k- bzw. a-Wert

Sowohl der a-Wert als auch der k-Wert werden über die Weibullverteilung ermittelt. Hierfür wurde der Online-Rechner von *wind-data.ch* verwendet.

Um mit diesem die Werte berechnen zu können, musste eine Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten über den Zeitraum eines Jahres erstellt werden. Hierfür wurden über *ventusky.com* (ZAMG leider kostenpflichtig) die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten von 2018 täglich abgelesen und mittels einer Excel-Tabelle den einzelnen Kategorien zugeordnet. Anschließend wurde die Wahrscheinlichkeit, dass diese Kategorie innerhalb eines Jahres Auftritt, ermittelt. Diese wurden in den Online-Rechner übertragen.^[29]

Für Baden wurden daraus ein a-Wert von 2,65m/s und ein k-Wert von 1,12 ermittelt. Diese Werte könnten jedoch ungenau sein, da nicht klar war, wo sich die Messstation genau befindet (Höhenlage, Stadtgebiet, etc.).^[29]

[29] Vgl. Weibull Rechner.



Höhe [m]	Windgeschw. [km/h]		Windgeschw. [m/s]													
	0-1	Windgeschw. [km/h]	0-1 [m/s]	1-2 [m/s]	2-3 [m/s]	3-4 [m/s]	4-5 [m/s]	5-6 [m/s]	6-7 [m/s]	7-8 [m/s]	8-9 [m/s]	9-10 [m/s]	10-11 [m/s]	11-12 [m/s]	12-13 [m/s]	13-14 [m/s]
1	1	3,83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	19	5,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	24	5,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	31	6,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	34	6,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	24	5,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	18	5,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	11	2,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	2,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	1,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	6	1,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	14	3,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	16	3,78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	20	5,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	8	2,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	7	1,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	7	1,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	13	3,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	13	3,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	13	3,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	1	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	15	4,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	12	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	5	1,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	1	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	8	2,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	4	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	1	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	6	1,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	6	1,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	13	3,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	14	3,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	7	1,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	7	1,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	11	2,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	10	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Abbildung 53 Häufigkeitsberechnung 1/2



4.11 Heizwärme- und Primärenergiebedarf

Der Heizwärmebedarf (HWB) gibt die Energiemenge in kWh an, die ein Gebäude benötigt, um eine festgelegte Innentemperatur halten zu können. Dabei wird berücksichtigt, dass das Gebäude ständig Energie an seine Umgebung abgibt. Der Heizwärmebedarf wird im Zuge des Energieausweises errechnet. Er hängt größtenteils mit der baulichen Ausführung und den Aufbauten der einzelnen Bauteile zusammen. Umso kleiner die U-Werte der Bauteile, desto kleiner wird auch der Heizwärmebedarf. [31]

Aus diesem Grund haben Passiv- oder Energieplushäuser sehr gute U-Werte. Deshalb ist auch der HWB im Vergleich zu anderen Häusern sehr gering. Passivhäuser haben einen durchschnittlichen HWB von 15 kWh/m²a und Energieplushäuser einen HWB von 13 kWh/m²a oder besser. [31]

Niedrigenergiehäuser hingegen haben „nur“ einen HWB von rund 40 kWh/m²a. [31]

Da es zeitlich nicht möglich war für jedes Haus einen eigenen Energieausweis zu erstellen, wurden diese Werte stellvertretend für die Haustypen verwendet. Im grünen Grätzl sind 34% der Häuser Niedrigenergiehäuser, 41% Passivhäuser, und 27% Plusenergiehäuser.

Multipliziert man den charakteristischen HWB mit der beheizten Gebäudefläche so erhält man den HWB des Gebäudes in kWh/a. Der Heizwärmebedarf der Siedlung beträgt 2.197.960 kWh/a.

Zur ökologischen Beurteilung wird der Primärenergiebedarf herangezogen. Hierbei wird nicht nur, der im Haus benötigte Energiebedarf berücksichtigt, sondern auch die für den Transport notwendige Energie. Er errechnet sich mit dem Energiebedarf des Gebäudes multipliziert mit einem Primärenergiefaktor. Dieser Faktor ist abhängig von der Energiequelle. [31]

Heizwärme und Primärenergiebedarf				
NEH	PH	PEH	HWB kWh/m ² a	HWB [kWh/a]
	1		15	15840
1			40	7600
1			40	91800
1			40	52120
1			40	99600
1			40	202720
	1		12	13680
	1		12	44244
	1		12	16896
	1		12	20520
				0
1			15	63360
				0
	1		12	10464
1			15	27090
1			15	27270
1			15	37485
1			15	27180
1			15	33510
1			40	76240
1			40	258480
1			40	14400
1			15	8565
1			15	15450
1			40	114240
1			15	60480
1			40	61360
1			40	31720
1			40	120720
		1	12	15552
		1	12	15552
		1	12	15552
		1	12	7200
				0
1			40	46720
	1		12	15552
	1		12	15552
	1		12	17520
1			40	37800
1	1		15	9210
1			40	178560
				0
1			15	24420
1			15	45255
1			15	20085
1			15	29220
1			15	26040
1			15	5610
	1		12	9936
1			15	15240
1			15	0
1			15	88350
1			40	6000
				0
		1	12	0
16	20	14	22,2	2197960
Anzahl NEH	Anzahl PH	Anzahl PEH	Heizwärmebedarf durchschnittlich kWh/m ² a	HWB der Siedlung

Abbildung 58
Heizwärmebedarf der Siedlung

[31] Vgl. Heizwärmebedarf.



Primärenergiefaktoren:	Heizöl	1,1
	Erdgas	1,1
	Steinkohle	1,1
	Holz	0,2
	Strom	2,7
	Umweltenergien	0,04
	Fernwärme	0,1-1,1

Aus diesen Faktoren und den verwendeten Energieformen, Fernwärme (0,5), Solar (0,0) und Erdgas (1,1), ergibt sich ein Primärenergiebedarf von 941.519 kWh/a. (Siehe untenstehende Tabelle) [31]

2197960	475255	941519
HWB der Siedlung	HWB- Deckung durch Stromüberschüsse [kWh/a]	PEB (Fernwärme 0,6 50% ; Solar 0,0 x%; Erdgas 1,1 50-x%) [kWh/a]

Abbildung 59 Primärenergiebedarf der Siedlung

4.12 Vergleich mit Freiburg im Breisgau

Vergleicht man das Photovoltaiknetz des grünen Grätzls, das über eine Nennleistung von 1791 kWp verfügt, mit dem 530 kWp starken Photovoltaiknetz des Stadtteils Rieselfeld der Stadt Freiburg im Breisgau, so ist das Netz des grünen Grätzls um das 3-fache größer.

Hinsichtlich des Heizwärmebedarfs in den beiden Städten ist vorweg zu erwähnen, dass es im grünen Grätzl nur Neubauten und in Freiburg im Breisgau auch alte und unsanierte Gebäude gibt.

Der Heizwärmebedarf des grünen Grätzls liegt bei ca. 22,3 kWh/m²a. Dies ist ein sehr niedriger Wert, der darauf zurückzuführen ist, dass die Neubauten unter Einhaltung der neuesten Energiestandards errichtet wurden. Freiburgs jüngste Bezirke Vauban und Rieselfeld besitzen relativ moderne Häuser.

[31] Vgl. Heizwärmebedarf.



In der folgenden Abbildung wird veranschaulicht, dass der durchschnittliche HWB der nicht sanierten Häuser in den Bezirken Vauban und Rieselfeld (Stand 2007) rund 60 kWh/m²a beträgt und der durchschnittliche HWB der sanierten Gebäude bei rund 46 kWh/m²a liegt. Der HWB des grünen Grätzel ist aufgrund dieser Daten nur halb so groß.

Rang	Stadtbezirk	Mittlerer Jahres-Heizwärmebedarf
1.	Mundenhof	184 kWh/m ² a
2.	Kappel	159 kWh/m ² a
3.	Mittel-Wiehre	152 kWh/m ² a
4.	Brühl-Industriegebiet	150 kWh/m ² a
5.	Waldsee	150 kWh/m ² a
6.	Herdern-Süd	149 kWh/m ² a
7.	Unter-Wiehre-Nord	148 kWh/m ² a
8.	Mooswald-West	147 kWh/m ² a
9.	Altstadt-Ring	147 kWh/m ² a
10.	Herdern-Nord	146 kWh/m ² a
...
40.	Hochdorf	105 kWh/m ² a
41.	Vauban	62 kWh/m ² a
42.	Rieselfeld	61 kWh/m ² a

Rang	Stadtbezirk	Jahres-Heizwärmebedarf pro m ² [kWh/m ² a]
1.	Kappel	71,3
2.	Mundenhof	60,1
3.	Mittelwiehre	59,2
4.	Unterwiehre-Nord	58,8
5.	Altstadt-Ring	57,4
6.	Herdern-Süd	57,2
7.	Munzingen	55,7
8.	Altstadt-Mitte	55,6
9.	Brühl-Industriegebiet	55,3
10.	Oberwiehre	55,2
...
40.	Weingarten	47,6
41.	Betzenh.-Bischofslande	46,9
42.	Landwasser	45,9

Abbildung 60 HWB Freiburg unsaniert (li.); Neubau (re.)

Die Abbildung: Jährlicher HWB Freiburg im Breisgau zeigt, dass Freiburg 462 GWh/a zum Beheizen ihrer Neubauten benötigt. Die Stadt erstreckt sich über eine Fläche von rund 150km². Bricht man diesen HWB nun auf die Fläche des grünen Grätzls herab, benötigt Freiburg 3,1 GWh/a. Das grüne Grätzel benötigt ca. 2/3 (2,1 GWh/a) zum Heizen seiner Gebäude.

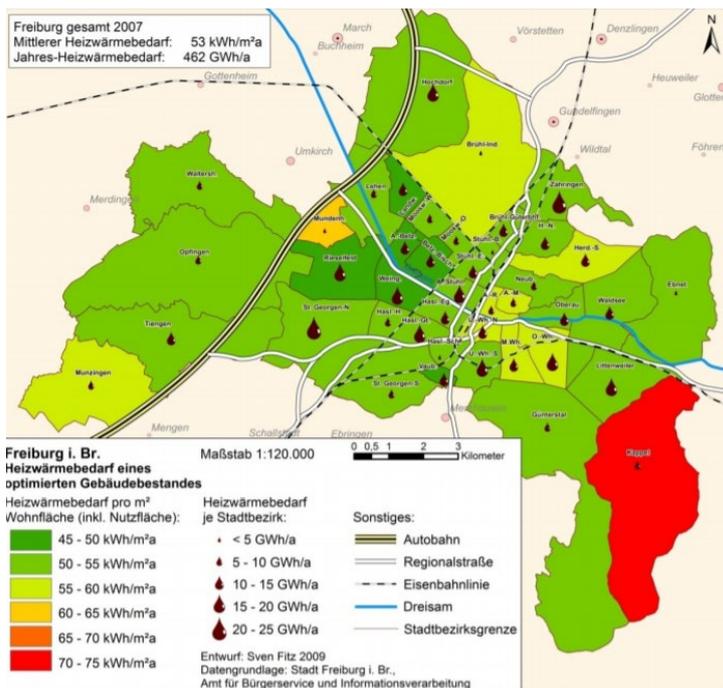


Abbildung 61 Jährlicher HWB Freiburg im Breisgau



5 Sozialkonzept





Bereits vor rund 200 Jahren, zur Zeit der französischen Revolution, wurden Freiheit, Gleichheit und Brüderlichkeit gefordert. Diese Forderung ist eigentlich die Definition von sozialem Zusammenhalt, ohne welchen niemand in der Gesellschaft glücklich ist. Ziel ist es nämlich, mit sozialer Gerechtigkeit, einem Sicherheitsnetz und gegenseitigem Respekt, ein glückliches und ruhiges Miteinander zu schaffen. Mittel, um dieses Miteinander sicher zu stellen, ist bei der Planung des grünen Grätzls das Schaffen von gemeinsam genutzten Freiflächen zur Entspannung und zum gegenseitigem Kennenlernen.[32]

Es kann wissenschaftlich nachgewiesen werden, dass ein Mangel an Erholung einen Risikofaktor für die Gesundheit und Produktivität des Menschen darstellt, siehe Abb. 62. So fanden Wissenschaftler heraus, dass die Ermüdung und Erschöpfung des Körpers nicht linear, sondern exponentiell steigt. Durch mehrere kurze Pausen profitieren, laut den Forschern, Gesundheit und Produktivität. Doch das Maß an Erholung in einer Pause, oder durch die Freizeit von der Arbeit, hängt stark mit der Qualität dieser Zeit zusammen. Am besten erholt sich der Mensch bei körperlichen und sozialen Aktivitäten, die er gerne macht. [33]

13



Abbildung 9 Abendliche Erschöpfung über die Woche in Abhängigkeit von sozialen Stressoren (Konflikte, soziale Spannungen; Elfering, Grebner & Semmer, 2008).

Abbildung 62 Erschöpfung am Abend

[32] Vgl. Was ist sozialer Zusammenhalt?.

[33] Vgl. Auswirkungen von Freizeit auf Gesundheit und Produktivität.



Außerdem wurde festgestellt, dass Ferien, sprich in den Urlaub fahren, zwar kurzfristig Abhilfe schaffen und sozusagen wie ein „Reset-Knopf“ bei Ermüdung wirken können, langfristig gesehen können jedoch nur mehrere kleine aber effektive Pausen oder ein freier Tag großer Ermüdung vorbeugen.[33]

Ein weiterer wichtiger Punkt, um eine erholsame Zeit verbringen zu können, ist weitgehender Friede und Stressfreiheit. Eine Steigerung dieser Aspekte wird bewirkt, wenn sich die Menschen untereinander kennen und einander vertrauen. Kommt eine gestresste Mutter beispielsweise von der Arbeit nachhause und weiß, dass ihr Kind gerade Zeit im Freien in einer sicheren Umgebung mit den Kindern der Nachbarschaft verbringt, kann sie sich viel besser zurücklehnen und von ihrem anstrengenden Arbeitstag erholen, als wenn sie nicht weiß, wo ihr Kind gerade ist.

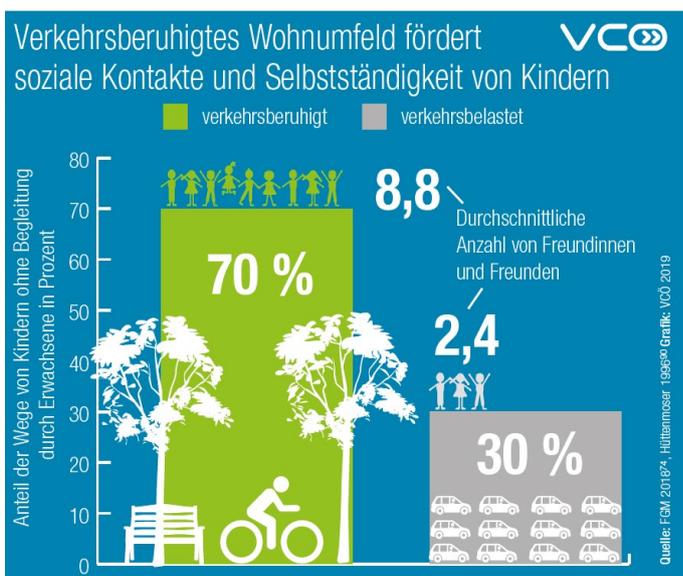


Abbildung 63 Verkehrsberuhigten Wohnumfeld im Vergleich zu verkehrsbelasteten Wohngebieten

Durch das verkehrsberuhigte Umfeld der Kinder in der Siedlung sind sie in der Lage, Wege ohne Aufsicht von Erwachsenen zurückzulegen (Abb.63). Bei einer Studie des VCÖ stellte man fest, dass Kinder in einem verkehrsberuhigten Wohnumfeld 70% ihrer Wege selbständig zurücklegen. In Gebieten mit einem hohem Verkehrsaufkommen liegt der Anteil bei 30%.

Diese Selbständigkeit macht sich auch bei der Anzahl der Freunde bemerkbar. So haben Kinder in verkehrsberuhigten Gebieten um rund 6,6 Freunde mehr als jene in viel befahrenen Gebieten.

Mit diesen Überlegungen im Hinterkopf, wurde versucht, den Bewohnern des grünen Grätzls Orte zur Verfügung zu stellen, an welchen sie qualitativ hochwertige Zeit miteinander verbringen können. Hierzu zählen unter anderem ein Park der Generationen,

[33] Vgl. Auswirkungen von Freizeit auf Gesundheit und Produktivität.



gemeinschaftlich genutzte Gärten und Spielplätze zwischen den Reihenhäusern und Wohnhausanlagen aber auch Erholungsecken auf den Gründächern der Bürogebäude.

5.1 Park der Generationen

Das mit 20.300m² größte Erholungsgebiet des grünen Grätzls ist der Park der Generationen. Dieser wurde in untenstehender Abbildung visualisiert. So werden jedem Bewohner der Siedlung 20m² Parkfläche zur Verfügung gestellt. Er liegt in unmittelbarer Nähe zum Altersheim, dem Kindergarten und der Schule, deshalb auch der Name „Park der Generationen“, da er einen Ort für das Zusammentreffen aller Generationen darstellt.

Es werden eine Vielzahl an Aktivitäten und Beschäftigungsmöglichkeiten für Groß und Klein geboten. Dazu zählen:

- Ein Caféhaus
- Ein Spielplatz
- Ein Schwimmteich
- Eine Pergola für körperliche Aktivitäten, wie beispielsweise Yoga oder Pilates

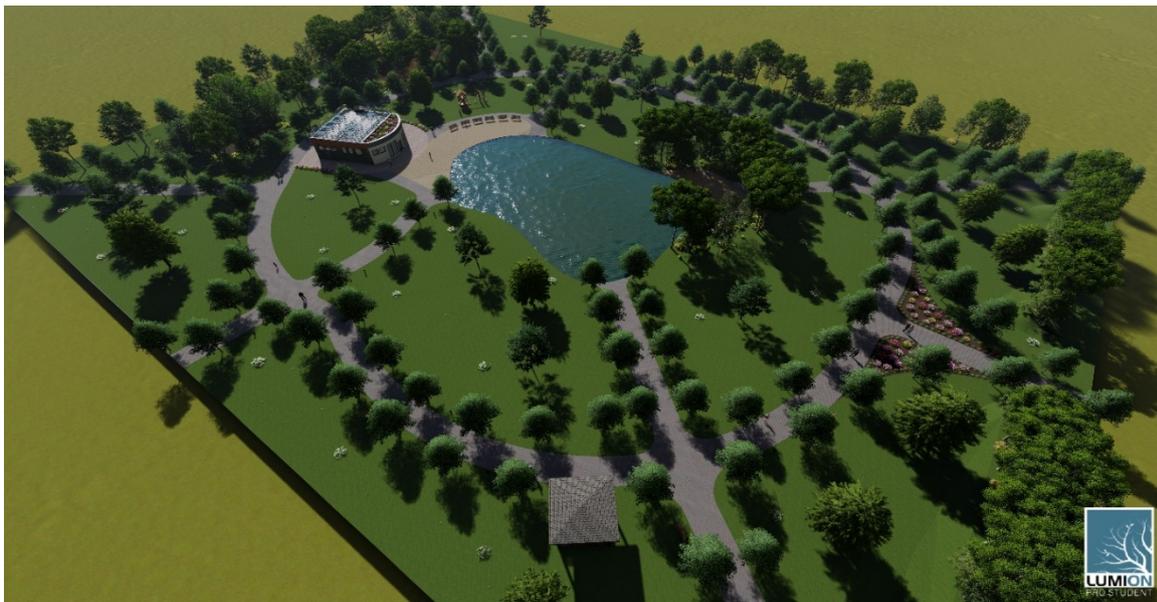


Abbildung 64 Park Gesamtansicht (LUMION)

- Outdoor Fitnessgeräte
- Ein Baumlehrpfad



- Hochbeete für urbanes Gardening
- Eine Lichtung zum Lesen und Entspannen

5.1.1 Caféhaus „Oase“

Das Caféhaus "Oase" befindet sich 165m vom Altersheim entfernt. Es ist ein perfekter Ort um nach einem harten Arbeitstag oder nach einem kleinen Spaziergang während eines Besuchs im Altersheim zu entspannen.

5.1.1.1 Bauliche Details

Im Erdgeschoß des Cafés befinden sich ein Gastraum, Toiletten, die Küche, die Patisserie und die Waschstraße sowie ein Kühlraum und das Lager. Bei warmen Wetter können die Besucher auch im Freien auf der zweigeteilten Dachterrasse oder im Gastgarten Platz nehmen.

Vom Gastgarten haben die Gäste nicht nur einen wunderschönen Ausblick auf den Naturschwimmteich und den Park, sondern sie sitzen auch in unmittelbarer Nähe zum Spielplatz. So können sich die Kinder auf dem Spielplatz austoben, während sich die Erwachsenen gemütlich bei Kaffee und Kuchen unterhalten können.

Ein besonderes Highlight, vor allem im Sommer, stellt die zweigeteilte Dachterrasse des Cafés dar. An der Ostseite des Hauses führt eine Holzterrasse aus heimischer Lärche auf das Dach. Die nördliche Hälfte dieses Daches ist wie im Erdgeschoß ein ansprechend gestalteter Gastgarten. Der südliche Teil der Dachfläche steht 10 - 15cm unter Wasser und kann im Sommer zur Abkühlung der Füße genutzt werden. Die Schuhe können die Besucher auf Regalen nahe der Stiege abstellen.

Bei der Errichtung des Gebäudes wurde vor allem auf die verwendeten Baustoffe geachtet. So soll der Großteil der Baustoffe aus NAWAROs geschaffen werden und auch die Entsorgung soll weitgehend durch biologischen Abbau vollzogen werden können. Weiters sollen als Baustoffe möglichst regionale Stoffe verwendet werden, wie beispielsweise heimische Hölzer für Treppen und Fußböden im Gastraum sowie Dämmstoffe wie Flachs oder Hanf, welche in Österreich angebaut und produziert werden.



Im untenstehenden Schnitt können die Aufbauten eingesehen werden. Die U-Werte dieser Aufbauten entsprechen den Passivhausstandards, was einen niedrigen Energiebedarf mit sich bringt.

Aufbau	U-Wert [W/m²K]
Fundament	0,177
Außenwand Erdgeschoß	0,111
Zwischenwand tragend	0,14
Flachdach Terrasse	0,117
Gründach	0,111

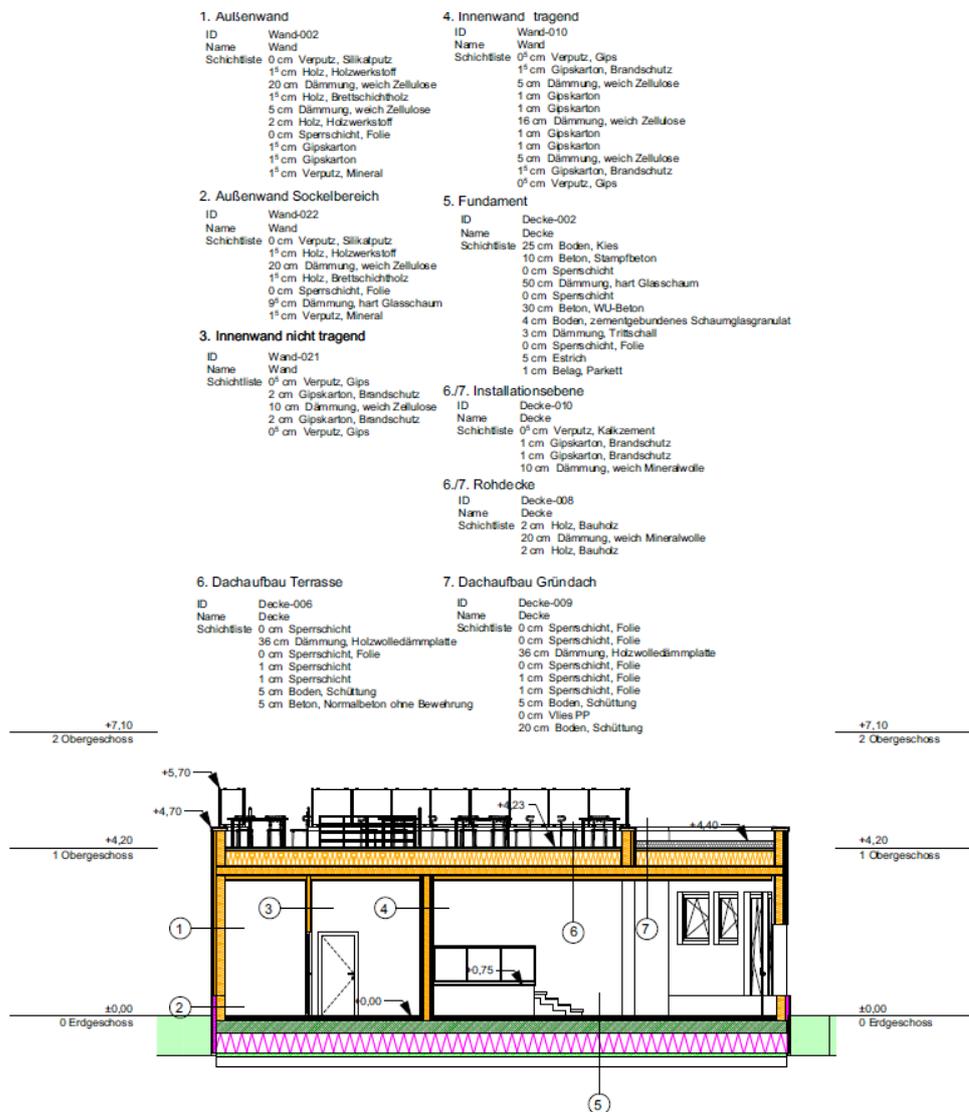


Abbildung 65 Schnitt Kaffeehaus



Den gesamten Einreichplan, siehe auch in der untenstehenden Abbildung, des Kaffeehauses findet man in Anhang der Arbeit. In diesem sind genaue Maße und Höhen herausgelesen werden.

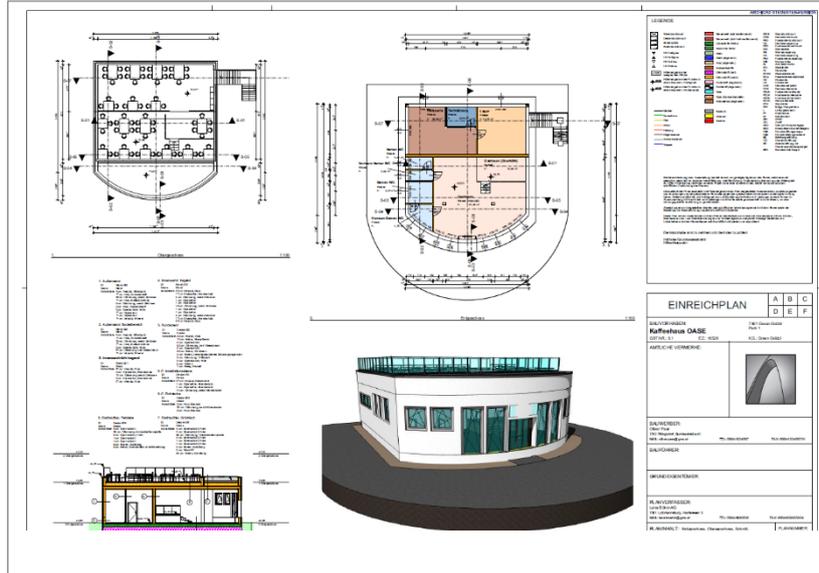


Abbildung 66 Einreichplan Kaffeehaus



Ein weiterer Punkt, der die Nachhaltigkeit des Gebäudes unterstreicht, sind die Wände auf der Nord-, Ost- und Westseite. Diese sollen nämlich eine begrünte Fassade erhalten. Dies soll mit dem System einer fassadengebundenen Gebäudebegrünung erfolgen.

Es ist geplant, die drei Wände mit vollflächigen Vegetationsträgern auszustatten, wie in untenstehender Abbildung zu sehen ist. Bei diesem System der Gebäudebegrünung werden keine Kletterhilfen benötigt oder Kletterpflanzen verwendet, welche die Fassade beschädigen könnten. Weiters wird keine Pflanzgrube für das Substrat benötigt, da auf allen bepflanzten Teilen der Vegetationsträger eine Substratschicht aufgetragen ist. Für die leichtere Anbringung und auch das Auswechseln entschied man sich für das Baukastensystem, bei welchem 60x100cm große, rechteckige Vegetationsträger mithilfe einer Trag- und einer Einhängeschiene an der Fassade befestigt werden.^[20]

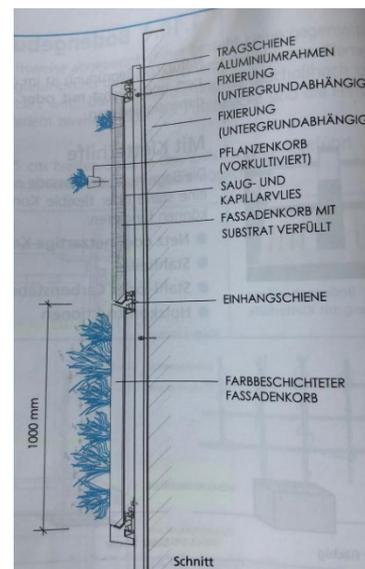


Abbildung 67 li. Beispielbild: Vegetationskörper und rechts. Schnitt Fassadenbegrünung

Auch der Betrieb des Caféhauses soll nach Möglichkeit sehr umweltschonend ablaufen. Aus diesem Grund wird das Café vom Greißler der Siedlung mit Hilfe von Lastenfahrrädern beliefert. Dieser bezieht seine Produkte von einem Bio-Bauernhof, welcher sich etwas abseits der Siedlung befindet.



5.1.2 Spielplatz

Während Erwachsene ihren Tag bei einem Tee oder Kaffee ausklingen lassen, können die jungen Besucher des Parks der Generationen ihre letzte Energie nach dem Kindergarten oder der Volksschule auf dem Spielplatz des Parks verbrauchen.

Bei den Spielgeräten auf dem Spielplatz wird besonders darauf geachtet, die Kinder zum gemeinsamen Spielen anzuregen. So sollen neben Schaukel und Rutsche, welche man allein benutzen kann, vor allem Spielgeräte zur Verfügung stehen, welche die Kinder nur miteinander nutzen können, wie beispielsweise Wippen oder Ringelspiele, bei denen sie sich gegenseitig anschubsen müssen.

Außerdem wurde darauf geachtet, dass auf dem Spielplatz Kinder verschiedener Altersgruppen ihren Spaß haben können. So wurden gleich neben dem Caféhaus, in direkter Nähe der Erwachsenen, eine Sandkiste und eine Rutsche geplant, welche vor allem von kleineren Kindern genutzt werden. Anspruchsvollere Spielgeräte, wie beispielsweise eine Seilbahn befinden sich im hinteren Teil der Spielplatzanlage. Die Anlage besteht aus drei verschiedenen Bereichen, einem Bereich auf Sand, einem auf Kies und einem auf Rindenmulch. In diesen Bereichen können folgende Geräte und Anlagen bespielt werden:

Sandkiste

Im südwestlichen Teil des Spielplatzes befindet sich eine große Sandkiste. Die Sandspielzeuge wie Siebe, Kübel und Formen können sich im Caféhaus ausleihen und wieder zurückgegeben werden. Dies hat den Vorteil, dass kein Neid unter den Kindern entsteht, und sie lernen zu Teilen. Außerdem müssen die Eltern nicht andauernd neue, bessere Spielsachen kaufen.

„Wasserspiele“

Gleich neben der Sandkiste findet man die sogenannten „Wasserspiele“. Diese bestehen aus einer kurbelbetriebenen Pumpe, welche Wasser aus dem Naturschwimmteich pumpt, und leicht schrägen, wannenartigen Bahnen aus Holz, in denen das Wasser entlanglaufen kann. Die Kinder können das Wasser in dem Netzwerk umleiten, indem sie durch Schließen von Klappen einzelne Bahnen versperren.



Auch diese Wasserspiele machen nur gemeinsam wirklich Spaß, da während einer Wasserkurbelt, die anderen das Wasser umleiten oder aufstauen können.

Vogelnest-Schaukel

Die Vogelnest-Schaukel, welche neben der Sandkiste auf kiesigem Untergrund aufgestellt ist, kann ebenfalls nur von einer Gruppe von zwei Kindern genutzt werden, wie in nebenstehender Abbildung zu sehen ist. Sind viele Kinder auf einmal am Spielplatz, können sich sogar bis zu 6 Kinder in der Vogelnest-Schaukel aufhalten (4 in der Schaukel und 2 können Antauchen).



Abbildung 68 Vogelnestschaukel

Schaukel und Rutsche

Ist im Park mal weniger los, können die Kinder sich alleine auf den normalen Schaukeln austoben. Neben den Schaukeln befindet sich auch eine Rutsche mit einem kleinen Häuschen. Die Rutsche ist über eine Leiter zu erreichen. Unterhalb der Rutsche befindet sich das kleine Häuschen mit Eingang und Fenster, in welchem die Kinder verschiedene Rollenspiele spielen können.

Ringenspiel

Das letzte Spielgerät im mit Kies befülltem Teil des Spielplatzes ist das Ringenspiel. Um das Ringenspiel nutzen zu können, müssen wiederum mehrere Kinder gemeinsam spielen. Dieses Spielgerät ist außerdem ein großartiges Beispiel für das Upcycling, da nicht mehr nutzbare Reifen verarbeitet werden.



Wippen Ensemble

Diese Wippe im Rindenmulch-Teil des Spielplatzes ist eine spezielle Designer-Wippe. Sie wurde speziell für das gleichzeitige Wippen von 4 Personen entworfen (Abb.69). Hierbei sind die Wippenarme so ineinander verkeilt, dass immer zwei Personen gleichzeitig am Boden und zwei in der Luft sind.^[34]



Abbildung 69 Wippe für 4 Personen

Abenteuerturm



Abbildung 70 Beispielbild Abenteuerturm

Das Highlight des Spielplatzes ist der Abenteuerturm, ähnlich wie jener in nebenstehender Abbildung, nördlich im Rindenmulch-Teil des Platzes. Hierbei handelt es sich um einen 4m hohen Holzturm mit einem Podest. Dieses Podest kann man sowohl über eine Leiter als auch über eine Kletterwand erreichen. Vom Podest aus kann man eine Seilbahn ans östliche Ende des Spielplatzes benutzen oder sich über einen Baumstamm auf ein anderes Podest hanteln.

Neben der Möglichkeit der gemeinsamen Nutzung der Spielgeräte für eine Steigerung der Teamfähigkeit und des Zusammenhalts, wird bei der Planung auch auf die Verwendung von viel Holz Wert gelegt. Holz ist ein nachwachsender, langlebiger Baustoff, welcher nach seiner Verwendung biologisch abgebaut werden kann. Somit ist er aus ökologischer Sicht sehr dankbar.

Eine händische Skizze jenes Spielplatzes sieht man in der untenstehenden Abbildung.

[34] Vgl. Kristallturm.

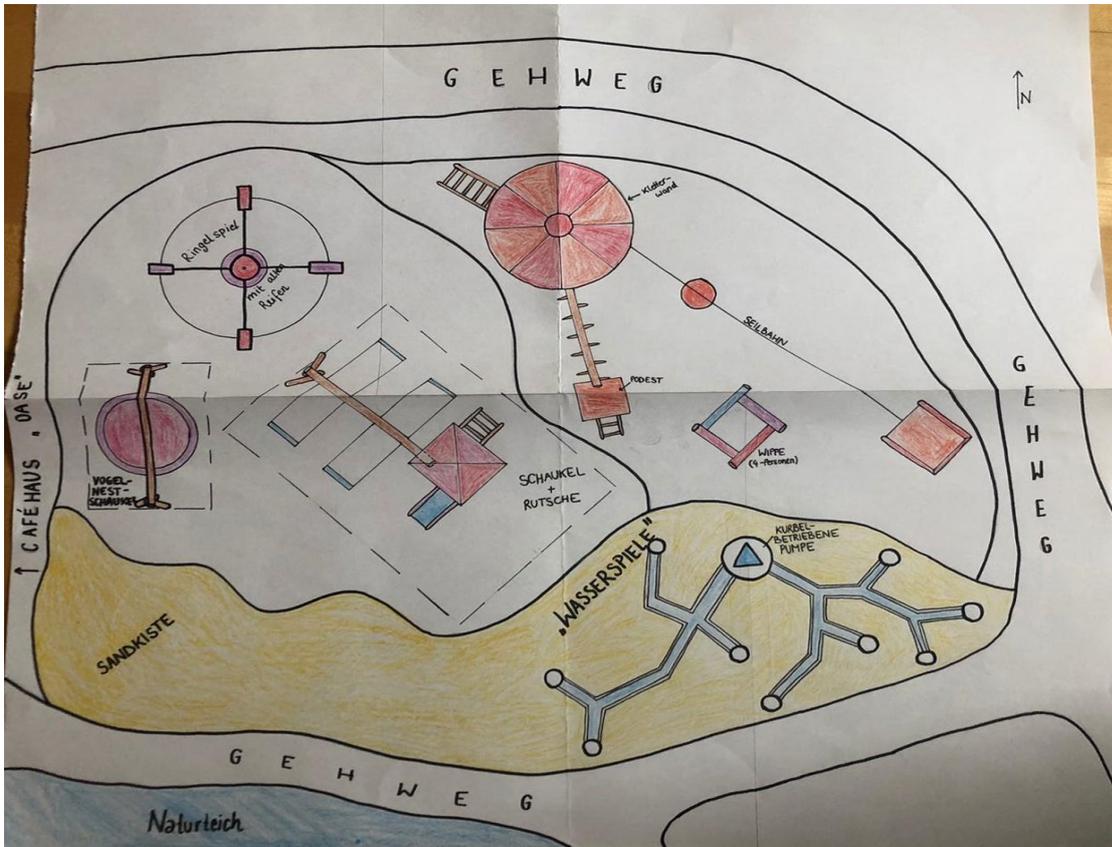


Abbildung 71 Handskizze Spielplatz



5.1.3 Schwimmteich

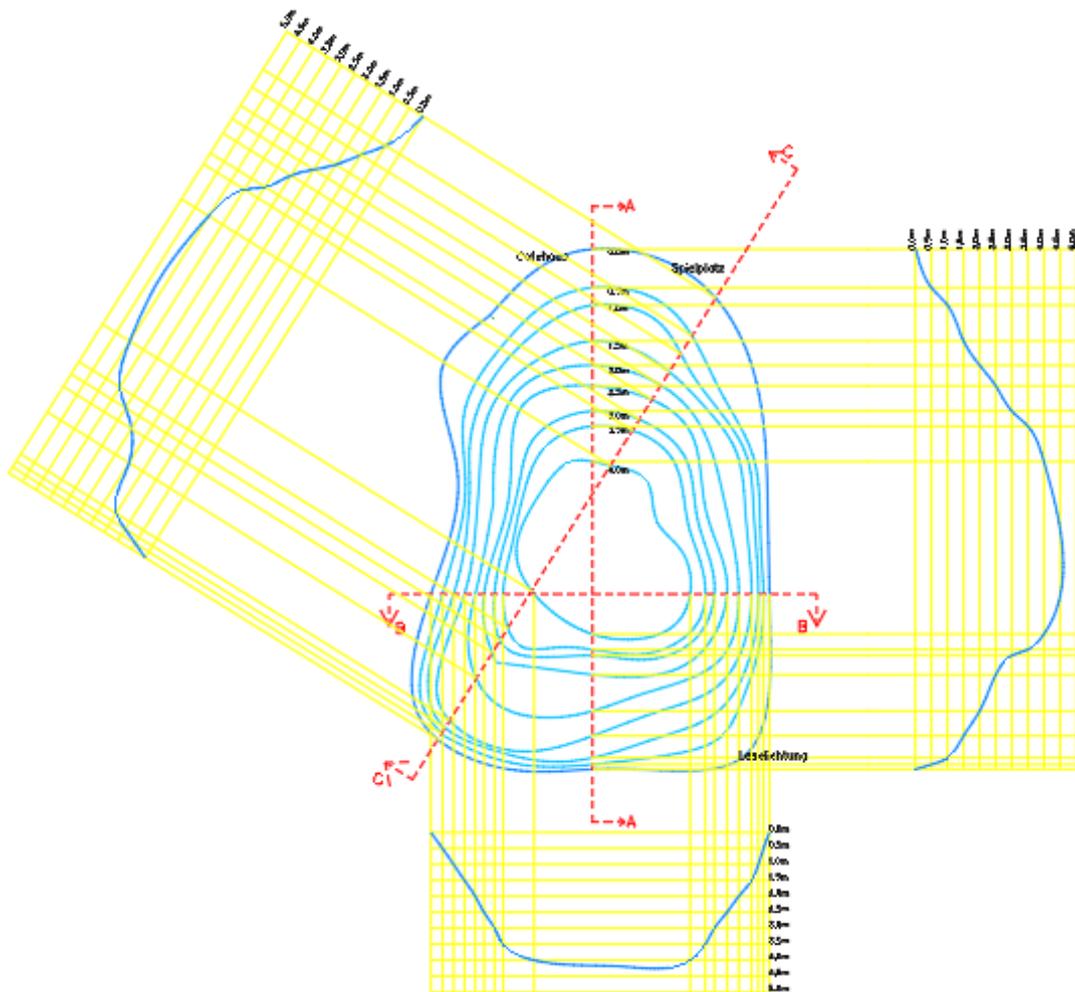


Abbildung 72 Planausschnitt Schwimmteich

Besonders in den immer heißer werdenden Sommern ist Abkühlung sehr wichtig. Diese findet man unter anderem im Schwimmteich des Generationen-Parks. Er ist zentral gelegen und von nahezu jeder Stelle des Parks zu sehen. Dadurch hat man einen schönen Ausblick und erzielt eine gute Atmosphäre zur Entspannung.

Die Tiefe des Schwimmteichs wurde so gewählt, dass in Bereichen, in welchen vermehrt Kinder baden oder Ballspiele gespielt werden, wie beispielsweise in der Nähe des Caféhauses, des Spielplatzes oder der Leselichtung, das Wasser mit einer Höhe von 0,5-1,5m besonders seicht ist.



In anderen Bereichen, wo man in den Teich einsteigen kann um zu schwimmen, wird das Wasser schnell tief. Die maximale Tiefe in der Mitte beträgt 4m, dort wo Fische und andere Wasserlebewesen die Wasserqualität des Teichs steigern.

Am Rand des Teichs, sind neben sandigen Bereichen, in denen man leicht ins Wasser steigen kann, Pflanzen angeordnet. Teich- und Seerosen in der Schwimmblattzone des Teichs und Binsen und verschiedene Kolbenarten in der Sumpfzone, können den Sauerstoffgehalt des Sees erhöhen und so vor Eutrophierung und der damit verbundenen Algenbildung schützen. In tieferen Bereichen des Teichs, in der Tauchblattzone, werden Pflanzen wie Hornkraut und Tausendblatt gepflanzt.

Am Rand des Teichs, im eher seichten Bereich (0,5-1m), werden auch Trittsteine angeordnet, auf welchen die Kinder balancieren können.

5.1.3.1 Bauliche Details

Aus nachhaltigen Gründen erfolgt die Abdichtung des Teichs mit Lehm und Ton. Besitzt dieser einen k_f -Wert von mindestens 10^{-8} kann er mithilfe einer Schafffußwalze schichtweise aufgetragen, als Dichtmaterial fungieren. Die Aufbringung erfolgt in zwei Lagen von je 25cm.

Stehen Bäume nahe dem Wasserspiegelrand des Teiches, müssen die Wurzeln vor Beginn der Tonschicht fachmännisch abgeschnitten werden. Damit der Baum darunter nicht leidet wird eine Wundpasta aufgetragen. Anschließend wird ein Betonschutzkeil errichtet, der verhindert, dass die Wurzeln die Tonschicht durchbrechen und somit ein Loch in die Abdichtung des Teichs bohren, durch welches Wasser entweichen kann. Im generellen ist zu sagen, dass der Stamm des Baumes mindestens zwei Meter vom Rand des Schwimmteichs entfernt sein muss.

5.1.4 Leselichtung

Einer der Stressfaktoren Nummer 1 ist Lärm. Zu viel Krach wirkt gesundheitsschädigend auf Gehirn und Körper. Ist ein Mensch beispielsweise während des Schlafens einer Lärmbelastung



von 55dB, das entspricht zirka der Lautstärke leiser Gespräche oder eines Kühlschranks, ausgesetzt, ist das Risiko von Bluthochdruck doppelt so hoch als bei einer Lärmbelastung von unter 50dB.

Auch das Herzinfarkttrisiko ist bei Menschen, welche auf viel befahrenen Straßen (Lärmbelastung >65dB) wohnen oder arbeiten um vieles höher als bei Menschen, welche in ruhigen Gegenden wohnen. Lärm ist unter anderem so gesundheitsschädlich, da der Körper bei hohem Geräuschpegel vermehrt Stresshormone ausschüttet. Darum ist es sehr wichtig, in der Freizeit ausreichend Ruhe und Erholung zu finden. Diese Ruhe findet man auf der Leselichtung des Parks.[35],[36]

Geschützt vor Wind und Lärm durch Bäume und Büsche hat man auf der Lichtung mit Sandstrand die Möglichkeit, in aller Ruhe ein Buch zu lesen oder sich mit Freunden bei Gesprächen auszutauschen, was in untenstehender Abbildung visualisiert wurde. Gelegent ist



Abbildung 73 Leselichtung (Lumion)

die Lichtung am südöstlichen Rand des Schwimmteichs. Bänke mit Blick auf den Teich und das dahinterliegende Caféhaus dienen als Sitzgelegenheit. Sie sind durch die Nähe zum Altersheim auch ein wunderbares Ziel für einen kleinen Spaziergang.

[35] Vgl. Voll auf die Ohren.

[36] Vgl. Wenn aus Geräuschen Lärm wird: Dezibel Übersicht.



Das Wasser des Teichs ist im Bereich der Leselichtung mit 0,5-1m relativ seicht und somit perfekt zum Planschen für kleine Kinder geeignet, während ihre Eltern Ausspannen können. Auch für das Bauen kleiner Sandburgen ist der leicht abfallende „Strand“ ausgezeichnet geeignet.

5.1.5 Waldspielplatz



Abbildung 74 Anregung Waldspielplatz

Wer sich im Sommer vor der Sonne schützen oder im Frühling und Herbst der Natur besonders Nahe sein möchte, kann seine Zeit am Waldspielplatz verbringen. Die Anlage wird in nordöstlichen Teil des Parks auf einer Lichtung zwischen den Bäumen errichtet. Für eine besonders spannende und mystische Optik soll diese Lichtung etwas tiefer als der Rest des Parks liegen.

Die Kinder können auf dem Spielplatz mitten im Wald nicht nur frische Luft atmen, sondern auch ihre motorischen Fähigkeiten verbessern, ähnlich wie in obenstehender Abbildung. Denn neben einem kleinen Häuschen als Rückzugsort, wie man oben im Bild sehen kann, soll es eine Vielzahl von verschiedenen Klettermöglichkeiten geben. Im Niederseilgarten des Waldspielplatzes bauen die Heranwachsenden Muskelmasse am gesamten Körper auf und fördern die Beweglichkeit der Wirbelsäule sowie den Gleichgewichtssinn.^[37]

[37] Vgl. meinbezirk.at, „Kraxel rauf“.



Es kann nachweislich bewiesen werden, dass Klettern gesundheitsfördernd auf Kinder wirkt und so Haltungsschäden verringert oder sogar verhindert werden können. Besonders in einer Gesellschaft, die den Großteil ihrer Zeit am Schreibtisch verbringt, ist eine gute Haltung und eine starke Rückenmuskulatur von großem Vorteil.^[37]

Neben verschiedenen Klettergeräten, aus Holz mit aus Hanffasern gefertigten Tauen, soll auch eine Sitzgarnitur für die Eltern Platz auf dem Waldspielplatz finden. Denn auch wenn das Verletzungspotential beim Fall aus einer Höhe von rund 50cm nicht besonders hoch ist, kann es durch gelegentliche Kontrollen der Eltern um ein Vielfaches gesenkt werden.

Gemeinsam mit Gleichaltrigen kann die Mobilität aber auch das Immunsystem der Kinder gesteigert und gefördert werden.

5.1.6 Baumlehrpfad

Wer sich in seiner Freizeit weiterbilden möchte, hat diese Möglichkeit im nordwestlichen Teil des Parks der Generationen, dem Baumlehrpfad. Leicht über einen kleinen Trampelpfad ist die kleine Lichtung, welche heimelig und gemütlich in einer Senke gelegen ist, zu erreichen.

Rund um die Lichtung, deren Boden mit Rindenmulch bedeckt ist, sind heimische Bäume gepflanzt. Vor jedem Baum wird ein Schild mit dessen Namen und einigen Grundinformationen, wie beispielsweise durchschnittliche Höhe, Alter sowie ein Bild aufgestellt. So lernen die Kinder schon früh die einheimischen Bäume kennen.

Folgende Bäume sollen gepflanzt werden:

- Tanne
- Fichte
- Lärche
- Kiefer
- Weißdorn
- Schlehe
- Eiche
- Bergahorn
- Birke
- Buche

[37] Vgl. meinbezirk.at, „Kraxel rauf“.



- Rosskastanie
- Linde
- Hainbuche
- Ulme
- Pappel
- Trauerweide

Windgeschützt, im Schatten der Bäume kann man in zwei Hängematten Energie tanken. Für sehr heiße Tage haben die Hängematten ein integriertes Sonnensegel. Besucht man den Baumlehrpfad mit einer größeren Gruppe, kann man auf zwei Garnituren mit Parkbänken und Tischen Platz nehmen.

Die verschiedenen Baumarten sollen nicht nur gute Luft liefern sondern auch eine angenehme Atmosphäre schaffen, in welcher man gerne seinen Feierabend mit Freunden ausklingen lassen und sich entspannen kann. Visualisiert wurden diese Überlegungen in der untenstehenden Abbildung.



Abbildung 75 Baumlehrpfad (Lumion)

5.1.7 Urban Gardening

Jeder Mensch entspannt sich und baut Stress ab auf unterschiedliche Art und Weise. Für viele Menschen wirkt Gartenarbeit entspannend, was mit unserer stressfreien Vergangenheit in der freien Natur zu tun hat. So wird beispielsweise durch die Beschäftigung mit Kräutern und bunten Blumen die Produktion von Glückshormonen massiv angekurbelt. [38]

[38] Vgl. Ab in den Garten.



Weiters wird durch nur 8 min Arbeit im Garten der Puls ruhiger, die Herzfrequenz gleichmäßiger und der Blutdruck um 10% gesenkt. [38]

Vor allem Menschen, welche mit ihrem Berufsleben überfordert sind, bauen beim Arbeiten in der Natur seelische Verspannungen ab und finden innere Ruhe wieder. Auch die Aufmerksamkeit nimmt bei einer Pause in der frischen Luft deutlich zu. [38]

Diese Art neue Kraft aufzubauen, ist vor allem für Bewohner von Städten problematisch, weshalb die Bewohner des grünen Grätzls, die Möglichkeit des Urban Gardening, also das Anbauen von Gemüse in Hochbeeten auf Hausdächern oder öffentlichen Plätzen, haben.



Abbildung 76 li. Urban Gardening (Lumion), re. Inspiration Urban Gardening (Prinzessinnengärten)

Neben dem Spielplatz des Parks können die Bewohner in drei Reihen zu je acht Hochbeeten ihr eigenes Gemüse und Obst anbauen, visualisiert in obenstehender Abbildung. Neben Gurken und Kürbissen, werden vor allem Beeren für Kinder zum Naschen angebaut. Die Organisation der Gärten, im Sinne von Sanierung der Hochbeete und der Bereitstellung der Gartengeräte, erfolgt durch das Caféhaus in direkter Nähe der Anlage.

5.1.8 Sport-Pergola

Stressventil Nummer eins ist der altbekannte Sport! Dabei werden Stresshormone abgebaut und Endorphine, also Glückshormone ausgestoßen. Darum gibt es im Park der Generationen eine Sport-Pergola, in welcher verschiedene Sportarten angeboten werden. Täglich von 17:00-18:00 und 18:00-19:00 Uhr soll ein/e TrainerIn Sportstunden abhalten.[39]

[38] Vgl. Ab in den Garten.

[39] Vgl. Mit Sport gegen Stress.



Als Sportarten sind beispielsweise Yoga oder Pilates angedacht. Diese helfen Rastlosen nach einem stressigen Arbeitstag mit Gleichgesinnten ihre innere Ruhe zu finden. Weiters können Bauch-Beine-Po Training oder ähnliche muskelaufbauende Trainings angeboten werden. Aber auch Selbstverteidigungs- und Tanzkurse können in der Pergola stattfinden. [19]

Wichtig ist außerdem, dass neben den jungen und kräftigen auch die älteren Einwohner an den Kursen teilnehmen können. Darum soll auch ein Rückenkräftigungsprogramm angeboten werden.

In der Pergola mit Ziegeldach, gefertigt aus heimischem Buchenholz können Jung und Alt miteinander Sport machen und den stressigen Arbeitsalltag vergessen. Die Pergola ist am südwestlichen Rand des Parks leicht erhöht, über Stufen und eine Rampe erreichbar, gelegen. Neben ausreichend Platz, um Yoga-Matten auszubreiten verfügt die Pergola außerdem über einen kleinen Raum in welchem Matten, Hanteln und ähnliches verstaut werden können. Weiters wird die Pergola ans Stromnetz angeschlossen, um diese beleuchten zu können und gegebenenfalls auch über eine eingebaute Stereoanlage Musik abspielen zu können. Inspirationen zum Aussehen der Pergola sind in untenstehender Abbildung zu sehen.

In den Wintermonaten werden die Sportkurse im Saal des Kulturzentrums am Hauptplatz des grünen Grätzls abgehalten.



Abbildung 77 Inspiration Pergola



5.1.9 Outdoor-Fitnessgeräte

Möchte man zu anderen Tageszeiten körperlich aktiv sein, hat man diese Möglichkeit bei den Outdoor-Fitnessgeräten vis-a-vis der Pergola. Auf einem gepflasterten Platz befindet sich die



Anlage aus feuerverzinktem und pulverbeschichtetem Stahl, zu sehen in nebenstehender Abbildung.

Ziel des Trainings ist das Dehnen und der Kraftaufbau. Dabei helfen eine Klimmzugsstange, ein Beinheber sowie eine Barrenstütze.

Abbildung 78 Outdoor-Fitnessgerät

Damit es beim Sport nicht zu Verletzungen kommt, ist es von enormer Wichtigkeit, sich davor aufzuwärmen. Dies kann man bei einer Runde um den Schwimmteich des Parks der Generationen machen. Auf der rund 330m langen Strecke durch den Park kann man nicht nur Laufen sondern auch Spaziergehen, Inlineskaten oder Radfahren.

5.2 Gemeinschaftsgärten

Wichtig für eine funktionierende Siedlung ist ein guter Zusammenhalt der Bürger. Um diesen zu stärken, sind in der Siedlung insgesamt drei Gemeinschaftsgärten angeordnet, in welchen die Kinder der Nachbarschaft spielen können. Diese kann man in der untenstehenden Abbildung sehen.



Abbildung 79 Plan Gemeinschaftsgärten



5.2.1 Reihenhauskomplex 1



Abbildung 80 Hochbeete

Einer der gemeinschaftlich genutzten Gärten befindet sich im nordöstlichen Teil der Siedlung zwischen 4 Reihenanlagen. In diesem Garten stehen jedem Haus 2 Hochbeete von 1,20x1,70m für den Anbau von eigenem Obst und Gemüse zur Verfügung, ähnlich jener in nebenstehender Abbildung.

Außerdem soll ein kleiner Grillplatz errichtet werden, wo man die Möglichkeit erhält, neben einem kleinen Lagerfeuer gemeinsam mit Freunden den Tag ausklingen zu lassen.

Die Kinder können sich auf einem kleinen Spielplatz vergnügen. Dieser besteht aus Schaukeln, einer Rutsche sowie einer großzügigen Sandkiste. Außerdem sollen auf einem Kork-Hartplatz ein Basketballkorb sowie zwei kleine Fußballtore Platz finden.

In diesem Garten kann man sich bei der Gartenarbeit miteinander austauschen und anschließend auf einer der Terrassen der Reihenhäuser einen Kaffee trinken. Die Kinder können sich sportlich betätigen und fernab technischer Geräte Zeit mit ihren Freunden am Spielplatz vor ihrer Haustüre verbringen.



5.2.2 Reihenhauskomplex 2

Einen weiteren Gemeinschaftsgarten findet man im südöstlichen Teil der Siedlung. Zwischen 3 Komplexen aus Reihenhäusern wird auch hier jedem Haus zwei Hochbeete zur Verfügung gestellt.

Einen ähnlichen Spielplatz wie bei dem zuvor angeführten Gemeinschaftsgarten findet man auch hier. Nur soll bei diesem neben Schaukel und Rutsche auch ein Klettergerüst, wie in der Abbildung rechts, und eine Vogelnestschaukel errichtet werden. Abwechslung ist sehr wichtig, da Kindern in der schnellen und hektischen Welt, in der wir leben, schnell der Geduldsfaden reißt und Langeweile aufkommt, welche sie veranlasst, wieder Zeit am Smartphone zu verbringen.



Abbildung 81 Klettergerüst

In den Sommermonaten können sich die Bewohner der Anlagen im gemeinsamen Pool abkühlen. Dieser soll 8x16m groß sein. In einem kleinen Pumpenhäuschen neben dem Schwimmbecken können die technischen Anlagen sowie Mittel zur Reinhaltung des Wassers gelagert werden.

Instandgehalten wird sowohl der Pool, der Spielplatz als auch der Rasen vom Eigentümer der Reihenanlage. Somit müssen sich die Bewohner weniger Gedanken um den Garten machen und können diesen besser genießen und in ihm entspannen.

5.2.3 Wohnhausanlagen

Eine Kombination beider Gärten ist zwischen den Wohnhausanlagen im südwestlichen Teil der Siedlung zu finden. Da in diesem Teil der Siedlung die meisten Bürger wohnen, ist das Angebot an Tätigkeiten in diesem Garten auch am größten.

Statt eines kleinen Hartplatzes soll der Garten über ein kleines Fußballfeld verfügen, auf dem Kleinfeldturniere ausgetragen werden können. Für weniger fußballbegeisterte Kinder gibt es einen großen Spielplatz mit Seilbahn, Klettergerüst, Ringelspiel, Sandkiste aber auch eine Vogelnestschaukel und eine Rutsche.



Für ruhige Abende gibt es Grillplätze, ähnlich wie jene in der linken Abbildung, welche gemeinsam verwendet werden können, um miteinander bei einem Gläschen Wein Gespräche zu führen. Sofern es warm genug ist, können die Kinder währenddessen im Schwimmteich des Gemeinschaftsgartens planschen. Dieser ist bis zu 2m tief und soll über ein kleines Sprungbrett verfügen.



Abbildung 82 Grillplatz

Der Garten wird von der Gemeinde gepflegt und dient den Bewohnern somit ausschließlich zur Erholung.



6 Verkehr





6.1 Historisches

Durch die, Ende des 18. Jahrhunderts in ganz Europa, einsetzende Industrialisierung, trat zum ersten Mal das Phänomen der Landflucht auf. Städte begannen rasant und unkontrolliert zu wachsen.

Um dieses Problem zu lösen, wurde im 19. Jahrhundert von einer Gruppe von Architekten ein „Leitfaden für den Städtebau“ entwickelt. 1942 wurde er vom Architekten LeCorbusier in Form von 95 Thesen in der „Charta von Athen“ veröffentlicht und hatte nun einen großen Einfluss auf die Stadtplanung in dieser Zeit.

Diese planerischen Maßnahmen führen heute jedoch zu großen Problem. [41] [42]

6.2 Situation heute

Die Städte im 20. Jahrhundert haben, was den Verkehr betrifft, vor allem mit einem Anstieg des motorisierten Individualverkehrs zu kämpfen. Dieser Anstieg ist mit dem Stadtlayout eng verbunden. Hier spielt die 77. These „Allem Städtebau liegen die vier Funktionen des Wohnens, der Arbeit, der Erholung“ [43] eine wichtige Rolle. [41] [44]

Sie teilt die Stadt in 4 Sektoren auf und verursacht so, lange Wege, die den motorisierten Individualverkehr begünstigen. Zudem nimmt die Verkehrsleistung durch die steigenden Bevölkerungszahlen stetig zu. Bis 2025 wird ein Anstieg auf rund 1400 Mrd. Personenkilometer (Pkm) prognostiziert. Das ist ein Anstieg von rund 18% im Vergleich zum Jahr 2004. [41] [44]

Sieht man sich die Verkehrssituation in den europäischen Klein- und Großstädten an, so wird dieser Anstieg vor allem auf den Bereich des motorisierten Individualverkehrs entfallen. Dieser erreicht, wie die nachstehende Abb. zeigt, in Städten zwischen 50% und 60% aller zurückgelegten Strecken. Wobei ÖVPN und Radfahrer zusammen nur etwa 20% der zurückgelegten Strecken umfassen. [41] [44]

[41] Vgl. Charta von Athen. Die Entwicklung der Stadtplanung im 20. Jahrhundert.

[42] Vgl. Die Charta von Athen.

[43] Vgl. Nachhaltige Verkehrskonzepte.

[44] Vgl. Mobilität in Deutschland.

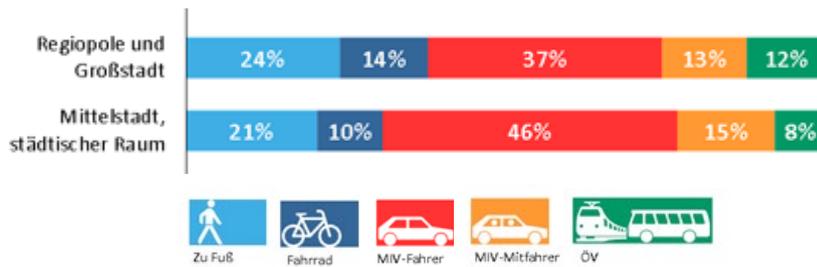


Abbildung 83 Aufteilung der zurückgelegten km in Städten

Diese Entwicklung wird in den wachsenden Städten immer mehr zum Problem, da sie das wachsende Verkehrsaufkommen und die damit verbundenen Probleme, wie Luftverschmutzung, Lärm und Parkplatzmangel, nicht mehr in den Griff bekommen.[45]

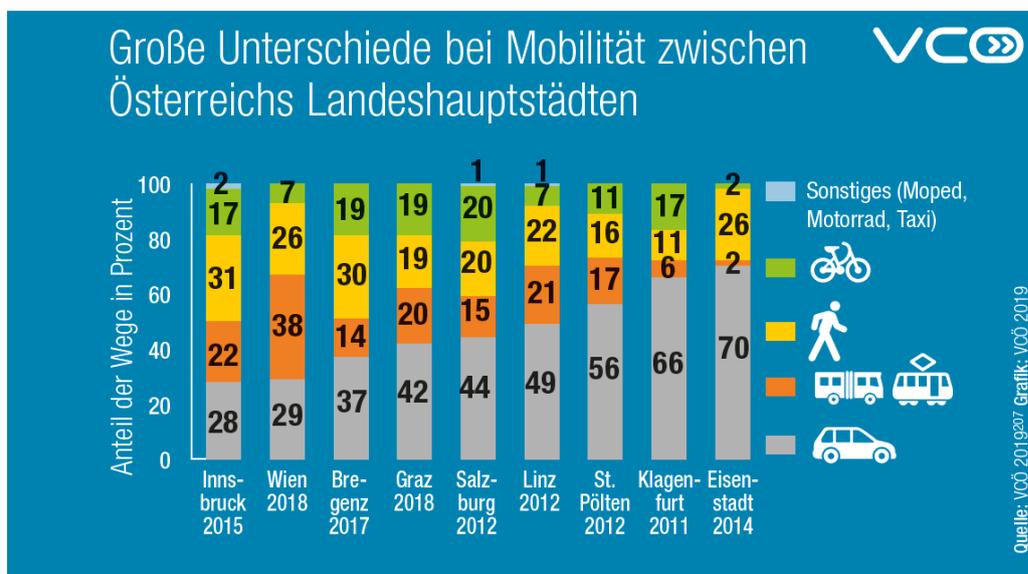


Abbildung 84 Verteilung in Österreich

Sieht man auf die Grafik mit der Situation in Österreich, so können einige Städte mit dem europäischen Durchschnitt mithalten. Jedoch ist auch ein klares Defizit in Städten wie Eisenstadt zu erkennen.

[45] Vgl. Umweltwirkungen des Verkehrs.



6.3 Resultierende Probleme

6.3.1 Unattraktives Stadtbild

Die großen betonierte Flächen, die allein dem motorisierten Individualverkehr zur Verfügung stehen, sind optisch nicht ansprechend. Das kann dazu führen, dass Menschen kürzere Wege anstatt zu Fuß mit dem Auto zurücklegen. Dies wiederum erhöht das Verkehrsaufkommen.

Zum größten Teil entfallen diese Flächen, wie in der Abbildung zu sehen ist, auf den ruhenden Verkehr, wenn man annimmt, dass pro Wohneinheit ca. zwei Parkplätze zur Verfügung stehen. Diese verbaute Fläche, die allein dem Abstellen der Fahrzeuge zur Verfügung steht, könnte der Belebung des öffentlichen Raumes oder dem Ausbau von Radstrecken zugutekommen. [46] [47]

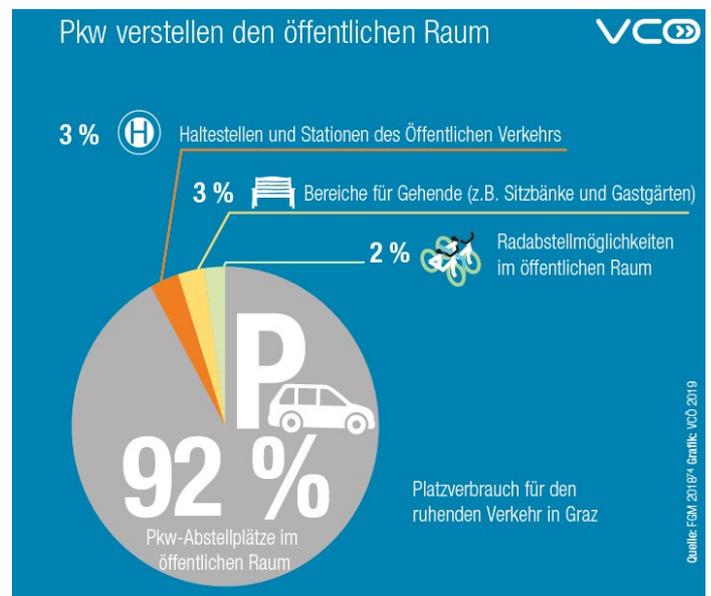


Abbildung 85 Platzverbrauch von Stellplätzen

6.3.2 Behinderung des nicht motorisierten Individualverkehrs

Viele breite Straßenquerschnitte stellen für Radfahrer als auch für Fußgänger Hindernisse dar. (siehe Abbildung rechts) Deshalb kann für zurückgelegte Wege die Gehzeit erheblich durch das Warten an Ampeln oder an Schutzwegen verlängert werden. [46] [47]



Abbildung 86 Verdrängung des nicht motorisierten Verkehrs

[46] Vgl. Mobilität und Verkehr.

[47] Vgl. Novoszel Johannes, 2018/19 Skript 3/ 4 Klasse



6.3.3 Erhöhte Staugefahr auf innerstädtischen Straßen

Durch das rasant steigende Verkehrsaufkommen können Städte die nötige Infrastruktur zur Bewältigung nicht errichten. Dieser Umstand resultiert in häufigen Staus an den Hauptknotenpunkten und Verkehrsadern der Städte, wie es in der nebenstehenden Abbildung zu sehen ist.^[46]



Abbildung 87 innerstädtische Stausituation

[47]

6.3.4 Lärmbelastung für die Umgebung

Wie die nebenstehende Grafik zeigt, fühlen sich die Menschen mit zunehmender Stadtgröße durch die Lärmbelastung gestört. So fühlt sich in Wien fast schon jeder Einwohner durch den Straßenlärm beeinträchtigt.

Der durch die Kraftfahrzeuge entstehende Lärm kann für die Bewohner auf Dauer zu gesundheitlichen Problemen führen. Für Wohnungen in der Nähe von vielbefahrenen Straßen müssen schalldämmende Maßnahmen durchgeführt werden. Diese sind für die Stadtverwaltung mit zusätzlichen Kosten verbunden. ^{[46] [47]}

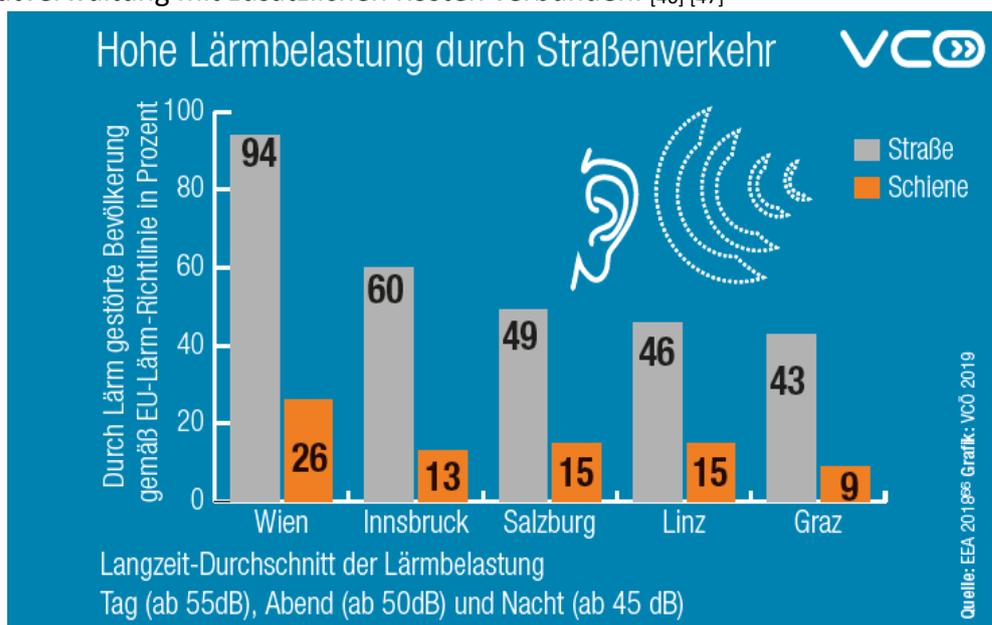


Abbildung 88 Lärmbelastung in Österreich

[46] Vgl. Mobilität und Verkehr.

[47] Vgl. Novoszel Johannes, 2018/19 Skript 3/ 4 Klasse



6.3.5 Schadstoffbelastung für die Bewohner

Bei einer ungünstigen Wetterlage kommt es in Großstädten durch den Schadstoffeintrag der Kraftfahrzeuge zur Smogbildung. Dieser verursacht bei vielen Menschen gesundheitliche Probleme.

Zudem sind Menschen, die in einer Großstadt leben, einer hohen Feinstaub- und Stickstoffdioxidbelastung ausgesetzt. Wie die untenstehende Abbildung zeigt, überschreiten wir in vielen österreichischen Städten den Grenzwert von Stickstoffdioxiden um mehr als 300%. An fast 228 Tagen im Jahr erreicht auch die Feinstaubbelastung kritische Zustände, wie in der Abbildung „Feinstaubbelastung in Österreich“ zu sehen ist. [46] [47]

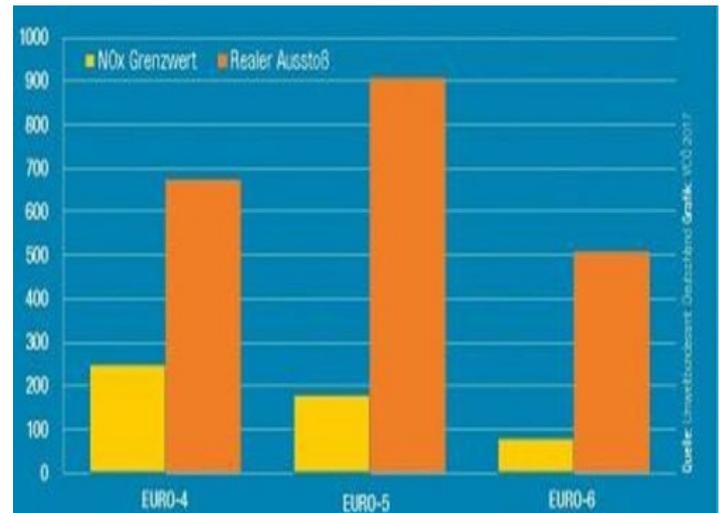


Abbildung 89 NOx Belastung durch KFZ



Abbildung 90 Feinstaubbelastung in Österreich

[46] Vgl. Mobilität und Verkehr.

[47] Vgl. Novoszel Johannes, 2018/19 Skript 3/ 4 Klasse



6.3.6 Steigender Platzbedarf für Stellplätze und Fahrbahnen

Die benötigten Stellplätze nehmen in den Städten große Flächen in Anspruch. Diese könnten viel besser für Fahrradstreifen aber auch für die Belebung und Verschönerung des öffentlichen Raumes genutzt werden. Wie die rechte Abbildung veranschaulicht, steigt die Anzahl der Personen pro Tag. Zudem kann man einen deutlichen Zuwachs im nicht motorisierten Verkehr erkennen. [46], [47]

Busse oder Straßenbahnen haben eine weitaus höhere Leistungsfähigkeit als Pkws. So befördern zwei Busse mit einer Länge von 12 Metern im Frühverkehr mit einer Auslastung von 80% 149 Personen, wohingegen 6 Pkws mit einer Länge von 4 Metern laut aktuellem Pkw- Besetzungsgrad nur 7 Personen befördern. (siehe linke Abbildung) [46], [47]

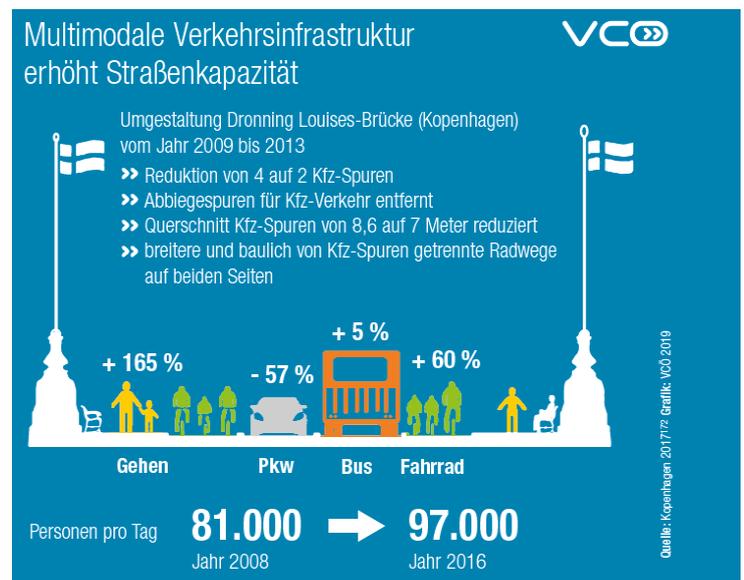


Abbildung 91 Vorteile multimodulare Bauweise

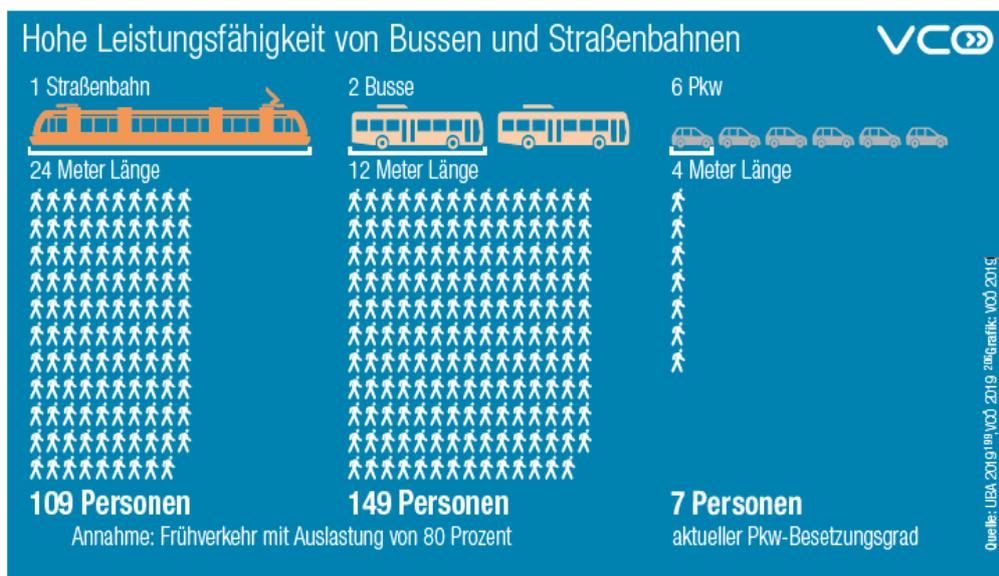


Abbildung 92 Platzvergleich Öffis PKW

[46] Vgl. Mobilität und Verkehr.

[47] Vgl. Novoszel Johannes, 2018/19 Skript 3/ 4 Klasse



6.3.7 Breite Straßenquerschnitte zur Bewältigung des Verkehrsaufkommens

Durch das im motorisierten Individualverkehr immer größer werdende Verkehrsaufkommen werden immer mehr Fahrstreifen benötigt. Die nötigen Ausbauten der vorhandenen Straßen sind jedoch oft aus platz- und kostentechnischen Gründen nicht möglich. Ständige Staus sind die Folge.

Wie die Abb.32 zeigt, benötigen PKWs bezogen auf die beförderten Personen den meisten Platz. Daher sind diese die Hauptursache für die breiten Querschnitte. Ein Umstieg auf den öffentlichen Personennahverkehr wäre daher eine Möglichkeit diese Probleme zu bekämpfen.

6.3.8 Steigende Unfallzahlen auf überfüllten Straßen

Auf den viel befahrenen Straßen kommt es vermehrt zu Staus und langen Wartezeiten an Ampeln. Dadurch werden die Menschen ungeduldig und ihre Risikobereitschaft steigt. Es wird unüberlegt überholt, um schneller voranzukommen, was zu zahlreichen Unfällen führt. [46] [47]

6.3.9 Zerschneidung der Städte

Durch die breiten Straßenquerschnitte werden einzelne Teile der Stadt nicht nur optisch, sondern auch räumlich voneinander getrennt. Die Straße wird dadurch zu einer Barriere für die Menschen. Anstatt zu Fuß gehen zu können wird jetzt das Auto benötigt. [46]

[47]

6.4 Verkehrskonzept des grünen Grätzls

Das Konzept versucht, die Probleme, die in Punkt 2.1 angeführt werden, zu lösen. Es rückt den Menschen und dadurch den nicht motorisierten Individualverkehr mehr in den Mittelpunkt. Durch umfangreiche bauliche Maßnahmen und Geschwindigkeitsbegrenzungen soll das Stadtgebiet für die PKW-Benutzung unattraktiver gestaltet werden.

[46] Vgl. Mobilität und Verkehr.

[47] Vgl. Novoszel Johannes, 2018/19 Skript 3/ 4 Klasse



6.5 Geplante Maßnahmen

6.5.1 Stellplätze und Parkhäuser

Im „grünen Grätzl“ soll die Anzahl der Stellplätze pro Wohneinheit auf einen begrenzt werden. Das entspricht einer Stellplatzzahl von 1 bis 0,8 Stellplätzen pro Wohneinheit. Diese sollen Großteils von den beiden Parkhäusern, die sich im Nordosten und Südwesten der Stadt befinden, gedeckt werden. (siehe Abbildung Parkhausposition)

Zudem bieten die von Ost nach West verlaufenden Straßen einen Parkstreifen. Auf allen anderen Straßen wird kein Parkstreifen eingeplant, was Platz für Umplanungen schafft.

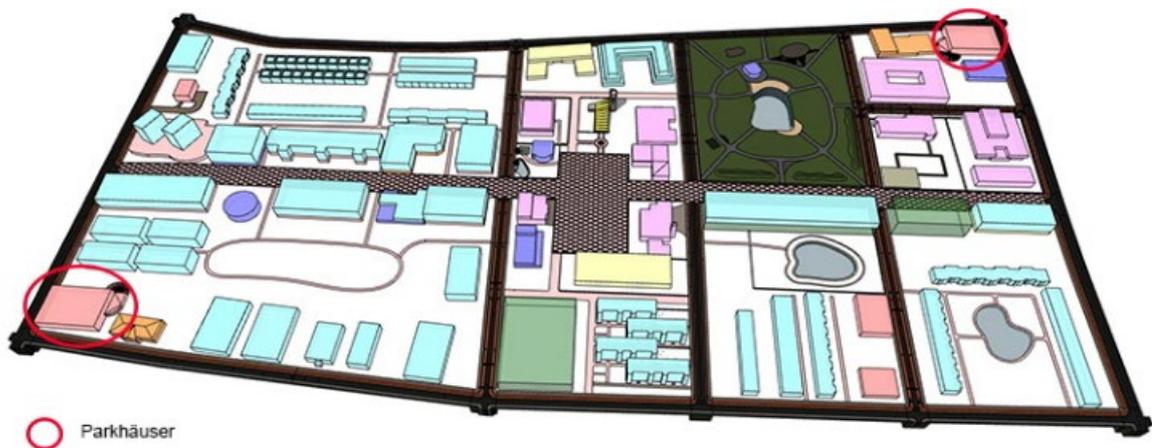


Abbildung 93 Parkhausposition

Durch diese Maßnahme soll in erster Linie das vorhin beschriebene Problem des enormen Platzbedarfs von Stellplätzen in der Siedlung verhindert werden. Die Begrenzung der Stellplatzzahl pro Wohneinheit auf 0,8 reduziert die Gesamtzahl drastisch. Zudem werden diese auf die beiden Parkhäuser aufgeteilt, wodurch der Parkstreifen auf vielen Straßen anders genutzt werden kann.



6.5.2 ÖVPN Netz

Durch ein gut ausgebautes ÖPNV-Netz (öffentlicher Personen-Nahverkehr) sollen die Bewohner motiviert werden, den Bus oder die Straßenbahn dem Auto vorzuziehen. So sind alle Punkte des „grünen Grätzls“ nicht mehr als 300 m von der nächsten Bushaltestelle entfernt. (siehe Abbildung Bushaltestellen)

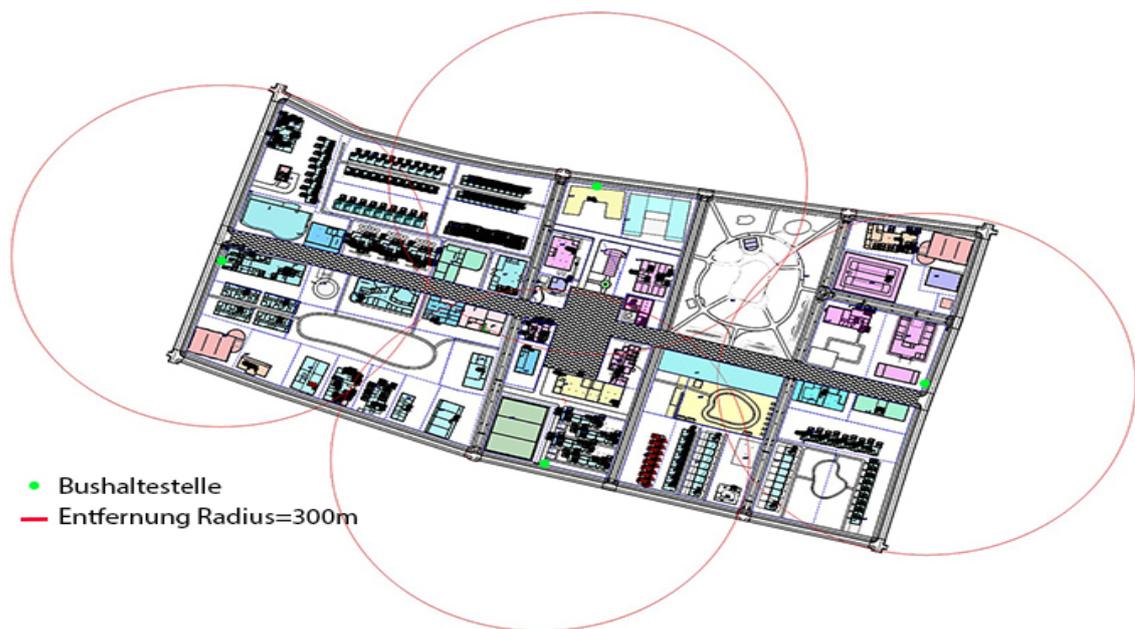


Abbildung 94 Bushaltestellen

Die Straßenbahn, die durch die zentral gelegene Begegnungszone verläuft, verbindet das „grüne Grätzl“ mit weiteren Stadtteilen. Die Haltestelle befindet sich am Hauptplatz.

Diese Maßnahme trägt zu schmalen Fahrbahnquerschnitten bei, da Menschen in öffentlichen Verkehrsmitteln platzsparender und schneller von A nach B befördert werden können. Zudem bewegen sich weniger Kraftfahrzeuge auf den Straßen, was zu einer Verkehrsberuhigung beiträgt. Dadurch werden zum einen das Problem der Lärmbelastung als auch das Problem der hohen Schadstoff- und Feinstaubbelastung weitgehend beseitigt.



6.5.3 Radwege und Bike-Sharing

Im „grünen Grätzl“ selbst besitzt jede Straße in beiden Fahrtrichtungen einen Fahrradstreifen. Auf einer Gesamtlänge von 2,5 km soll erreicht werden, dass man schneller und sicherer an sein Ziel kommt.



Abbildung 95 Beispiel einer niederländischen Kreuzung

Um die Sicherheitsstandards an Kreuzungen zu erhöhen, soll das niederländische Model einer Kreuzung angewendet werden. Hierbei werden in einer Kurve der Radstreifen und die Fahrspur baulich durch einen Randstein abgegrenzt. Diese Maßnahme benötigt nicht mehr Platz macht eine Kreuzung jedoch sicherer.

Zudem wird im „grünen Grätzl“ ein Bike-Sharing angeboten. An markanten Punkten der Siedlung kann man sich für einen gewissen Zeitraum kostenlos E-Bikes ausborgen. Diese Punkte werden in der Nähe der Parkhäuser und am Hauptplatz platziert sein, um zu erreichen, dass ein Großteil der Bewohner ihr Auto bereits am Rand des Grätzls abstellt.

Durch diese Maßnahme entsteht eine Alternative für den motorisierten Individualverkehr. Diese soll nicht nur ein schnelleres Vorankommen im Grätzl ermöglichen, sondern auch für eine bessere Luftqualität sorgen.



6.5.4 Straßenquerschnitte

Die Straßenquerschnitte sind so geplant, dass Radfahrern und Fußgängern genügend Platz zur Verfügung steht. Zudem wird ein Grünstreifen eingeplant, der einerseits die Optik des Grätzls verbessert und andererseits für eine bessere Luftqualität sorgt.

Er wird darauf geachtet, die anderen Maßnahmen mithilfe des Querschnittes zu unterstützen. Ein durchgehendes Fahrradnetz sowie wenige und enge Fahrstreifen sollen das Radfahren attraktiver machen.

Aufgrund der unterschiedlichen Nutzung der Straßen, gibt es im „grünen Grätzl“ fünf unterschiedliche Querschnitte.

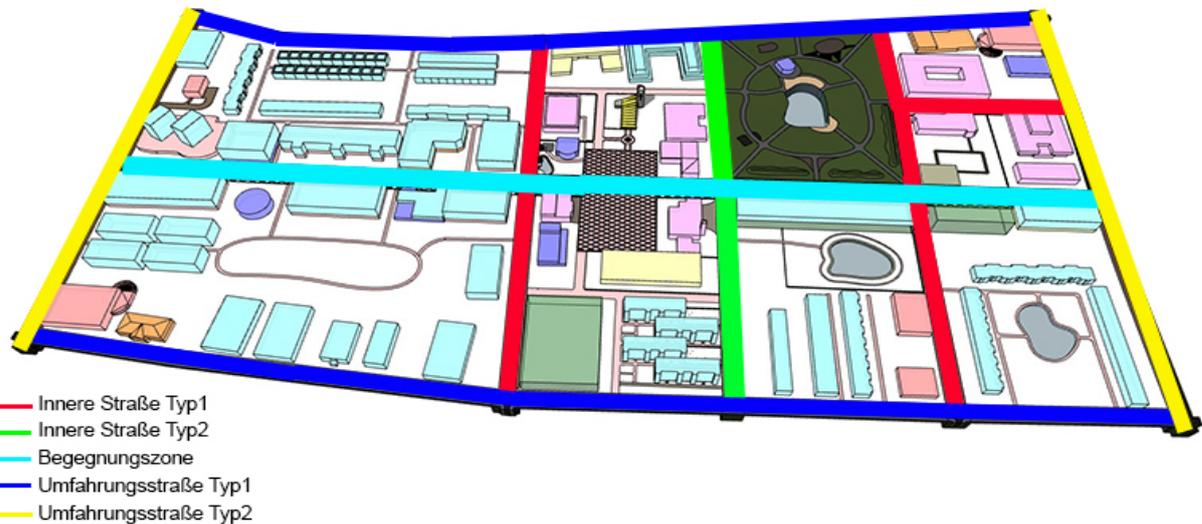


Abbildung 96 Straßentypen



6.5.4.1 Umfahrungsstraßen Typ 1 und 2

Umfahrungsstraßen Typ 1 und 2 sollen den größten Teil, des im Grätzl anfallenden Verkehrs, verteilen. Sie sollen als Umfahrung des Zentrums dienen und es so vom anfallenden Transitverkehr entlasten.

Deshalb ist auf diesen Straßen die im Ortsgebiet geltende Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h erlaubt. Die Fahrbahnen sind asphaltiert wohingegen die Rad- und Gehwege gepflastert sind.

Zwischen den Abschnitten des motorisierten und nicht motorisierten Verkehrs gibt es keine bauliche Trennung (Gehsteigkanten).

Die Unterscheidung zwischen Typ 1 und Typ 2 liegt darin, dass Typ 2 Fahrspuren in beide Richtungen besitzt. Diese Unterschiede sind in den Abbildungen Umfahrungsstraße Typ1/2 schematisch dargestellt.

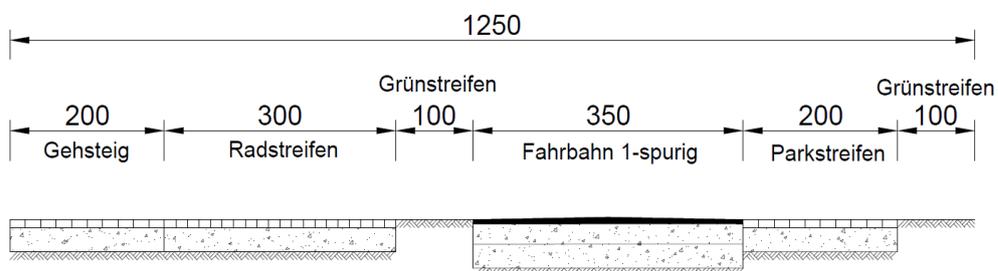


Abbildung 97 Querschnitt Umfahrungsstraße Typ 1

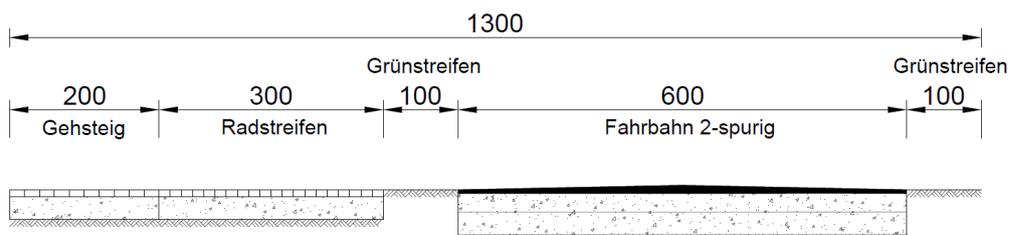


Abbildung 98 Querschnitt Umfahrungsstraße Typ 2



6.5.4.2 Innere Straßen Typ 1 und Typ 2

Die Hauptfunktion dieser Straßen besteht darin, den Fußgängern und Radfahrern genügend Platz zu bieten, um ihren Zielort so schnell wie möglich zu erreichen. Zudem sollen sie den Binnenverkehr im Siedlungsgebiet helfen zu reduzieren.

Innere Straßen Typ 1 sind Einbahnstraßen, da auf ihnen nicht viel Verkehr anfällt. Zudem wird, durch das Einsparen einer Fahrspur, der Querschnitt verkleinert. Innere Straßen Typ 2 besitzen je eine Fahrspur in jede Fahrtrichtung. Damit ist ein schnelles Vorankommen von Einsatzfahrzeugen der Rettung, Feuerwehr und Polizei gewährleistet. (siehe in Abb. Querschnitt Innere Straßen Typ 1 und 2)

Auf jeder Seite ist zwischen Geh- und Radweg ein 0,5 m breiter Grünstreifen angelegt. Dieser soll einerseits die Luftqualität der Stadt erhöhen und gleichzeitig das Erscheinungsbild der Straße verbessern.

Auf diesen Straßen gilt eine Höchstgeschwindigkeit von 30km/h. Der Radweg sowie der Gehsteig sind gepflastert, die Fahrbahn asphaltiert.

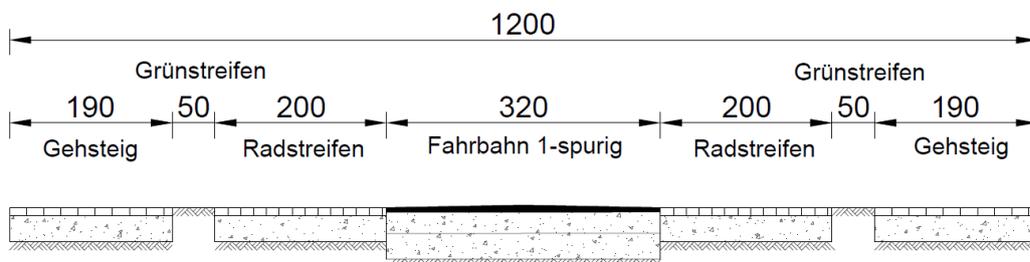


Abbildung 99 Querschnitt Innere Straße Typ 1

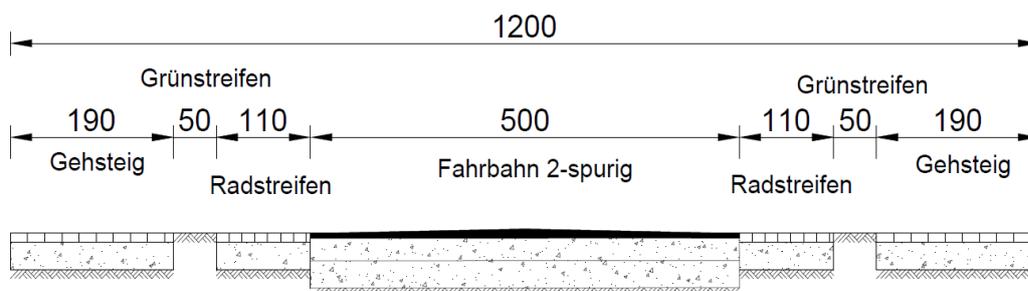


Abbildung 100 Querschnitt Innere Straße Typ 2



6.5.4.3 Begegnungszonen

Die Begegnungszone ist im Zentrum des Grätzls angesiedelt. Sie ist ungefähr 1 km lang und 19 m breit. Im Mittelpunkt befindet sich der Hauptplatz.

Die gesamte Begegnungszone ist einheitlich gepflastert und barrierefrei (keine Gehsteigkanten etc.) Die unebene Oberfläche der Pflasterung bewirkt, dass die PKWs langsamer fahren, was die Sicherheit erhöht. Zum anderen ist diese optisch ansprechender.



Abbildung 101 Begegnungszone im Bereich des Hauptplatzes

Weiters gibt es keine klar definierten Bereiche für Fußgänger, Radfahrer und PKWs. Die gesamte Querschnittsbreite, ersichtlich in der untenstehenden Abbildung, kann von jedem gleichermaßen genutzt werden. Mit Ausnahme des 1,2 m breiten Streifens, der für die Straßenbahnschienen vorgesehen ist. In dieser Zone gilt eine Höchstgeschwindigkeit von 30km/h.

Zusätzlich ist die Einfahrt für LKWs nur in den Morgenstunden von 5 bis 7 Uhr gestattet und das auch nur, wenn etwas in die Zone geliefert oder aus der Zone abgeholt werden muss.

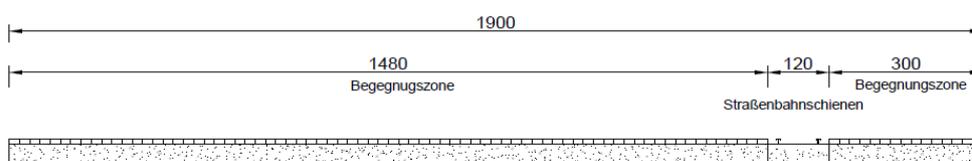


Abbildung 102 Querschnitt Begegnungszone



6.5.4.4 Durchführung der Begrünung im Straßenraum

Im Bereich des Grünstreifens wird der normale Unterbau des Gehsteiges unterbrochen. Der Baum selbst wird in einer bis zu 1m hohen Erdschicht gepflanzt. Darunter befindet sich lockeres Material. Diese ersetzt auch 1,5m links und rechts neben Grünfläche den Unterbau des Gehsteiges oder der Straße. Der darüberliegende Aufbau muss daher verstärkt werden, damit er nicht absackt und den darunterliegenden Boden verdichtet (siehe Abbildung Unterbau Grünstreifen).

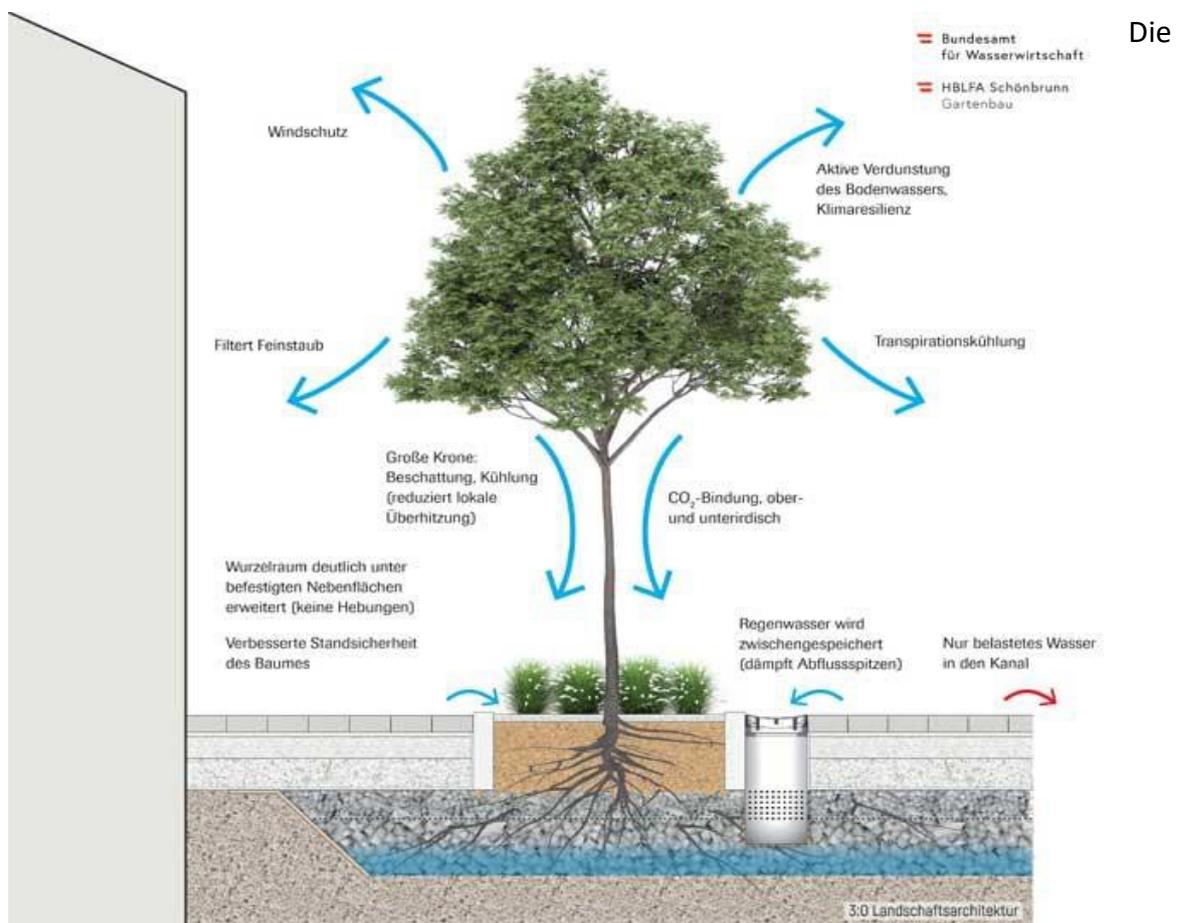


Abbildung 103 Unterbau Grünstreifen

Grünstreifen werden nach dem Prinzip der Schwammstadt angelegt. Nach diesem Prinzip speichern diese Grünstreifen mit ihren Pflanzen das Regenwasser und verhindern somit eine Überschwemmung. Durch den größeren Wurzelraum wird die Speicherfunktion der Bäume zusätzlich begünstigt. Ein weiterer Vorteil dieses Prinzips ist, dass das gespeicherte Wasser in Hitzeperioden wieder abgegeben wird und somit die Umgebung kühlt.



6.5.5 Geschwindigkeitsbegrenzungen und Fahrtrichtungen

Im Kern (Innere Straße Typ 1/2 und Begegnungszone) des Grätzls ist eine Höchstgeschwindigkeit von 30km/h erlaubt, welche einerseits zur Verkehrsberuhigung beiträgt. Andererseits wird der von den Autos verursachte Lärm und Schadstoffausstoß reduziert. Auf den restlichen Straßen ist eine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h erlaubt. Diese Geschwindigkeitsbeschränkungen sind auch aus der untenstehenden Abbildung herauszulesen.

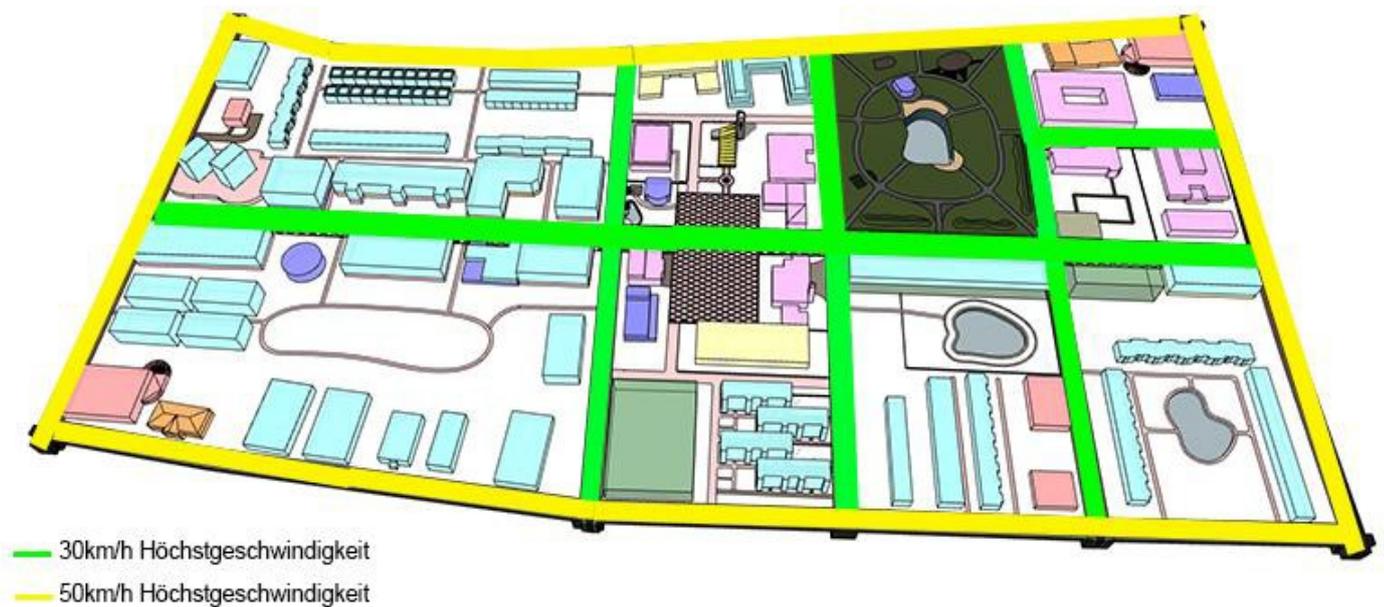
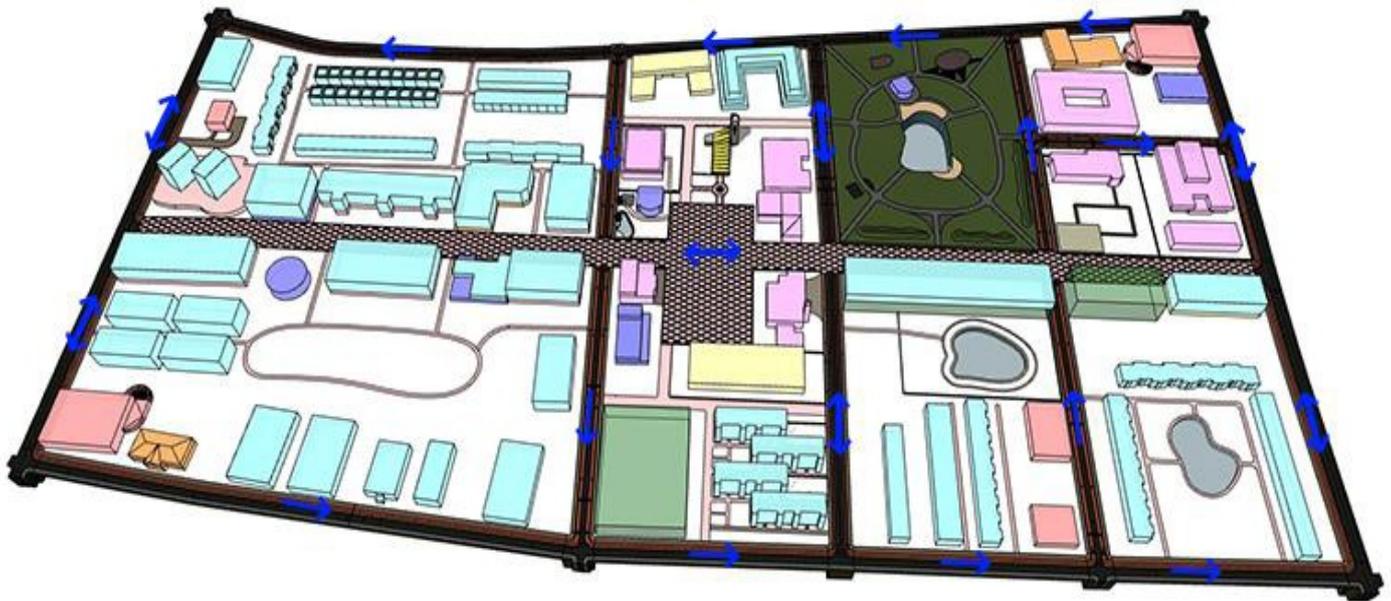


Abbildung 104 Höchstgeschwindigkeiten



Durch die in Punkt 6.5.4.1 - 6.5.4.3 genannten Querschnitte ergeben sich viele Einbahnstraßen. Deshalb musste darauf geachtet werden, dass trotz der vielen Einbahnstraßen jeder Punkt der Siedlung mit dem PKW zu erreichen ist. Die möglichen Fahrrichtungen sind aus der untenstehenden Abbildung abzulesen.



→ mögliche Fahrrichtung

Abbildung 105 Fahrrichtungen



7 Projektleitung und -management





Abbildung 106 Gruppenfoto Projektteam

Die größte Besonderheit des Projekts ist, dass es klassenübergreifend mit den vierten und fünften Klassen der Abteilung Bautechnik an der HTL Mödling durchgeführt wurde. Die insgesamt 70 Schüler und Schülerinnen, zu sehen in obiger Abbildung, erstellten im Rahmen des CAD-Zeichenunterrichts ArchiCAD Dateien, welche durch die Projektleitung (Böhm Lena und Wohlmuth Niklas) in einer großen ArchiCAD und anschließend in einer Lumion-Datei zusammengeführt wurde.

7.1 Masterplanung

Im ersten Schritt wurde ein Masterplan durch die Projektleitung erstellt. Hierzu überlegte man vorerst welche Gebäude in einer Siedlung von besonderer Wichtigkeit sind, wie beispielsweise der Greißler und der Bäcker. Danach wurde festgelegt, in welchem Bereich die Bildungseinrichtungen sein sollen. Öffentliche Gebäude wie das Gemeindeamt oder das Gesundheitszentrum erhielten eigene Farben, genauso wie Einkaufsmöglichkeiten, Wohngebäude und Büros.

Anschließend wurden Straßenbreiten, Fahrrichtungen sowie Fußgängerzonen, Radwege, Einbahnen oder SharedSpaces festgelegt. Hierbei wurde besonders auf ein belebtes Stadtzentrum mit Fußgängerzone, bzw. SharedSpaces in den Lieferzeiten, und eine Vielzahl an Einkaufs- und Essensmöglichkeiten geachtet.



In diesem Schritt wurden weiters bestimmte Grundwerte der Siedlung festgelegt, wie beispielsweise die Hebung des Gebäudestandards auf mindestens Passivhausniveau oder das Vorhandensein entweder eines Gründaches oder einer Photovoltaikanlage am Dach. Auch wurden Grundstücke bestimmt, welche durch die Projekte der Schüler zu füllen waren. Also wurden nicht nur die Gebäude von den Schülern entworfen, sondern auch deren Außenbereiche.

Es wurde eine Liste erstellt, in der alle zu planenden Gebäude und deren Besonderheiten (Fassadenbegrünung, Photovoltaik, ...) eingetragen wurden. In diese Liste konnten sich die SchülerInnen einzeln oder zu zweit eintragen. Große Projekte wie Schule oder die Wohngebäude der Fußgängerzone wurden vermehrt durch Zweier-Teams bearbeitet.

7.2 PLUS-Benotungssystem

Die von den Schülern erstellten Projekte wurde durch ein neues Benotungssystem bewertet. Dieses wurde extra für dieses außergewöhnliche Projekt vom Diplomarbeitsbetreuer DI Johannes Novoszel entworfen. PLUS steht hierbei für:

P- Projekt

U- Use (Nutzungskonzept)

S- Sustain (Nachhaltigkeit)

L- Link (Vernetzung)



7.2.1 Projekt

Im Bereich „Projekt“ werden sowohl die Ordnung des Konzepts, sprich die Organisation der Gruppen untereinander sowie Ordnung in Mappen und Orderstruktur am Computer, als auch die Qualität der geplanten Projekte beurteilt. Es wird bewertet, ob die geplanten

P...Project & Design (Entwurf)							
Form (Mappe, Layout, Pläne ...)	Nutzungskonzept (Raumstempel etc.)	Plandarstellung, Maßstab, Bemaßung etc.	Lageplan inkl. STPL, Lieferant, Außenanlagen,...	Tragende Bauteile, Lastableitung?	Schächte inkl. Technikraum	Müll-, RF-, KiWa-, Gemeinschaftsräume	Bonus
5,00	10,00	10,00	5,00	5,00	5,00		

Abbildung 107 PLUS (Projekt)

Gebäude baulich zu verwirklichen sind und ob tragende Bauteile, Anschlüsse und Schächte vorhanden und richtig sind. Auch Überlegungen bezüglich Außenanlagen oder gemeinschaftlich genutzter Flächen werden beurteilt. Die genauen Kriterien und Punkte sind in der obigen Tabelle ersichtlich.

7.2.2 Link

L...Link (Vernetzung in Siedlung)			
Mobilität	Soziales	Upcycling, Recycling, Wiederverwendung, Müll, ...	Bonus
7,50	7,50	5,00	

Abbildung 108 PLUS (Link)

„Link“ bezeichnet die Vernetzung des Gebäudes in der Siedlung, siehe nebenstehende Tabelle. Desto besser dieses vernetzt ist desto größer seine Nachhaltigkeit, beispielsweise aufgrund kurzer Lieferwege. Auch die sozialen Kompetenzen können nur durch Vernetzung in der Siedlung verbessert werden.

Beispiel für eine gute Vernetzung ist der Greißler des grünen Grätzls. Beliefert wird dieser durch einen Bio-Bauernhof, welcher außerhalb des Planungsbereichs liegt. Auch dieser wurde von einem Schüler geplant.



Vom Greißler werden die Waren dann mittels Lastenfahrrädern zu den Restaurants und Kaffeehäusern der Siedlung gebracht.

Auch auf sozialer Ebene kann man einige Beispiele von guter Vernetzung in der Siedlung nennen. Eines wäre die Verbindung der Bibliothek mit der Schule. So werden in der Bibliothek Räume zur Verfügung gestellt, in denen ältere Schüler und Studenten, die in der Siedlung leben, jüngeren Mitbürgern unter die Arme greifen und ihnen Nachhilfe geben. Auch Räume für Nachmittagsbetreuung sind vorgesehen.

7.2.3 Use

Auch ein Nutzungskonzept für das Gebäude wurde durch die Schüler ausgearbeitet. Beurteilt wurde dieses unter „use“, siehe Tabelle rechts. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, ob bei der Planung der Projekte die OIB-Richtlinien eingehalten wurden, vor allem wurde auf den Brand- und Schallschutz sowie auf Barrierefreiheit geachtet.

Um dies zu bewerten, wurde von den Schülern eine Mappe zusammengestellt, in der sie ihr Nutzungskonzept in Worte gefasst haben.

U...Use (Nutzungskonzept)			
Gebäude- und Geschossnutzung	OIB-RL eingehalten	Nutzungskonzept (Textform)	Bonus
10,00	5,00	5,00	

Abbildung 109 PLUS (Use)



7.2.4 Sustain

S...Sustain (Nachhaltigkeitskonzept)			
Materialwahl (Aufbauten etc.)	Wärme und Kühlung	Strom und Energiebedarf	Bonus
10,00	5,00	5,00	

Abbildung 110 PLUS (Sustain)

Wichtig für eine Schule mit dem Schwerpunkt auf Umwelttechnik ist ein umfassendes Nachhaltigkeitskonzept. Neben Themen wie Gebäudebegrünungen und Energieerzeugung durch Photovoltaik oder Kleinwindkraftanlagen, sind vor allem nachhaltige Aufbauten durch passende Materialauswahl und Schichtstärken zur Senkung des Heizwärmebedarfs. Auch die Heizung und Kühlung der Gebäude wird unter „sustain“ beurteilt, siehe Tabelle links.

Insgesamt kann jedes Projekt 100 Punkte erreichen. Je nach erreichten Punkten erhält man eine gerechtfertigte Note. Die Beurteilung ist in untenstehender Tabelle ersichtlich.

Name	Technik	Form (Maßstab, Layout, Pläne)	Nutzungsplan (Raumtemp. etc.)	Materialwahl	Strom und Energiebedarf	Bonus	Punkte Summe Projekte	Note												
Schüler A	WHA mit Lagerhaus	4,00	8,00	8,00	1,00	3,00	5,00	7,00	3,00	1,00	2,00	8,00	3,00	2,00	6,00	2,00	1,00	59,5	2,25	
Schüler B	Freshable	2,00	6,00	5,00	3,00	4,00	5,00	6,00	6,50	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	6,00	4,00	4,00	64,0	3,00	
Schüler C	Wirtshaus	o.k.	6,00	9,00	9,00	3,00	6,00	4,00	3,00	5,00	6,00	5,00	6,00	6,00	2,00	8,00	2,50	4,00	88,0	1,50

Abbildung 111 PLUS-Benotungssystem

7.3 Ordnerstruktur

Da bei diesem Projekt mehrere Planer mitarbeiteten, war es besonders wichtig eine klare Ordnerstruktur anzulegen. Dadurch hatte jeder Beteiligte Zugang zu den nötigen Informationen.

Der Ordner sollte den einzelnen Planern jederzeit zugänglich sein. Deshalb fiel die Wahl auf den Ordner unseres Betreuungslehrers, der sich im Lehrerlaufwerk unserer Schule befindet.



In diesem wurde ein Ordner mit den benötigten Unterordnern (siehe Abbildung) angelegt. Er hat den Namen „Smart City_2019_20“. Hier wurden unter anderem die Angaben für die einzelnen Planer der Siedlung angelegt. Diese enthielten die Vorgaben der Projektleitung (Bauweise, maximale Gebäudehöhe, ...) und die Bewertungskriterien des Lehrers.

Suchergebnisse in "Lehrer (\\htl-md.schule\home) (L)" > novoszel > Smart City_2019_20 >

Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
0_Angabe	28.01.2020 14:52	Dateiordner	
1_Masterplan Siedlung	20.01.2020 16:52	Dateiordner	
2_Projektlisten und Klimaschwerpunkte	16.12.2019 21:05	Dateiordner	
3_Vorlagen	13.01.2020 08:08	Dateiordner	
3D-Drucker	21.11.2019 15:07	Dateiordner	
4_Literatur, Normen	10.02.2020 12:49	Dateiordner	
5_CAD-Skripten, Mitschriften, Vorlagedat...	27.01.2020 12:42	Dateiordner	
6_Tag der offenen Tür	13.02.2020 11:16	Dateiordner	
7_Gebäudedatenbank	05.01.2020 20:05	Dateiordner	

Abbildung 112 Ordnerstruktur am Lehrerlaufwerk

Der wichtigste Ordner war die „Gebäudedatenbank“. In dessen Unterordnern wurden die Zwischenstände der Gebäude jedes einzelnen Planers (Schülers) gespeichert. Zudem sind in diesem Ordner auch alle in den Projekten verwendeten Hotlinkdateien zu finden.

7.4 Speichern von Dateien

Um den Überblick über die enorme Datenmenge nicht zu verlieren, musste jeder einzelne Planer gewisse Regeln einhalten. So wurde für die Dateien der Planer ein einheitlicher Name festgelegt. Dadurch sollte verhindert werden, dass Dateien nicht mehr exakt zugeordnet werden können oder veraltete Dateien für weitere Arbeiten verwendet werden.

Der Dateiname wurde wie folgt festgelegt:

„Klasse_Nachname_Projektname_Datum(jjjjmmtt)“.

Da für uns der Speicherplatz auf dem Lehrerlaufwerk begrenzt war, haben die Planer nur die „.pln“ Datei abgegeben. Die „.bpn“ Datei (Backupdatei) blieb bei den Planern.



7.5 Abgabetermin

Der Abgabetermin für die Planer wurden von der Projektleitung und den zuständigen Lehrern festgesetzt. Dabei wurde darüber nachgedacht, ob es besser ist, den Planern mehr Zeit zu geben, um bessere Ergebnisse zu erhalten aber dadurch weniger Zeit zur Verfügung hat, um mit dem Zusammenführen der Dateien zu beginnen oder umgekehrt.

Als erster Abgabetermin wurde der 15.11.2019 festgesetzt, damit eine erste Präsentation des Projektes am Tag der offenen Tür möglich war.

Als zweiter und vorerst letzter Abgabetermin wurde der 21.12.2019 festgesetzt.

Idee: Ein Beispiel zeigen mit Kurzbeschreibung und Bildern, z.B. Birbamer Kindergarten?

Weitere Best Practice Beispiele von SchülerInnenprojekten sind in Kap. X (Energiekapitel Wärmepumpenkraftwerk) sowie in Kap. Y der Park mit Caféhaus (schon eingefügt) beschrieben.

7.6 Probleme im System

Das größte Problem war, dass viele Planer die Abgabetermine nicht einhielten. Dadurch waren die Projektleiter oft gezwungen zwischen fünf nicht abgeschlossenen Projektteilen herumspringen. Ein Beispiel dafür war die Ermittlung der verbauten Fläche oder die Einwohnerzahl.

Ein weiteres Problem war, dass einzelne Planer die Regeln bei der Vergabe der Dateinamen ignoriert haben.

Dies verursachte vor allem Probleme bei Zusammenführen der Dateien. Denn Hotlinks orientieren sich an den Dateinamen. Stimmen die Namen der neuen und alten Datei nicht überein ist keine Aktualisierung des Gebäudes auf Klick möglich. Die inkorrekte Datei musste von der Projektleitung herausgesucht und umbenannt werden.



Die Abgabe des falschen Dateitypen verursachte ähnliche Probleme. Hotlinks arbeiten nur mit „.pln“ Dateien. Die falsche Datei musste in ArchiCAD geöffnet und als „.pln“ Datei gespeichert werden. Dies verursachte ebenfalls zusätzliche unnötige Arbeitszeit.



8 Erstellen des Masterplans





8.1 BIM - Workflow

Ein wichtiger Aspekt des Projektes war der Versuch, die Planung mit dem BIM-System durchzuführen.

8.1.1 Das BIM-System

Die Abkürzung BIM steht für Building Information Modeling. Es ist ein System, das vermehrt in der Planungsphase von Gebäuden zum Einsatz kommt. Das Motto dieses Prozesses lässt sich mit dem Ausdruck „build digitally first“ sehr gut beschreiben. Ziel ist es, neben der geometrischen Darstellung eines Projektes mit Hilfe von CAD Programmen, zusätzliche Informationen einfließen zu lassen.

Dadurch stehen allen an einem Projekt arbeitenden Gewerken, dieselben Informationen zur Verfügung, wodurch eine bessere Zusammenarbeit der Gewerke und eine Verbindung der individuellen Programme geschaffen wird. In dieser Arbeit wurde diese Zusammenarbeit durch ein reibungsloses Zusammenspiel von verschiedenen Programmen simuliert. Die verwendeten Programme sind in der Abbildung "Verwendete Programme" ersichtlich.

Diese Arbeitsweise hat zwar eine längere Planungsphase zur Folge. Jedoch kann durch die genaue Planung im späteren Bauablauf mit einer Zeitersparnis gerechnet werden. Weiters kommt es durch den Einsatz eines BCF (BIM Collaboration Formates) zu weniger Planungsfehlern zwischen den einzelnen Gewerken. Im späteren Bauverlauf können dadurch teure Umplanungen vermieden werden. Für den Bauherrn hat diese Arbeitsweise den Vorteil von mehr Transparenz über den gesamten Bauablauf und den Vorteil einer generellen Kosteneinsparung. [48]

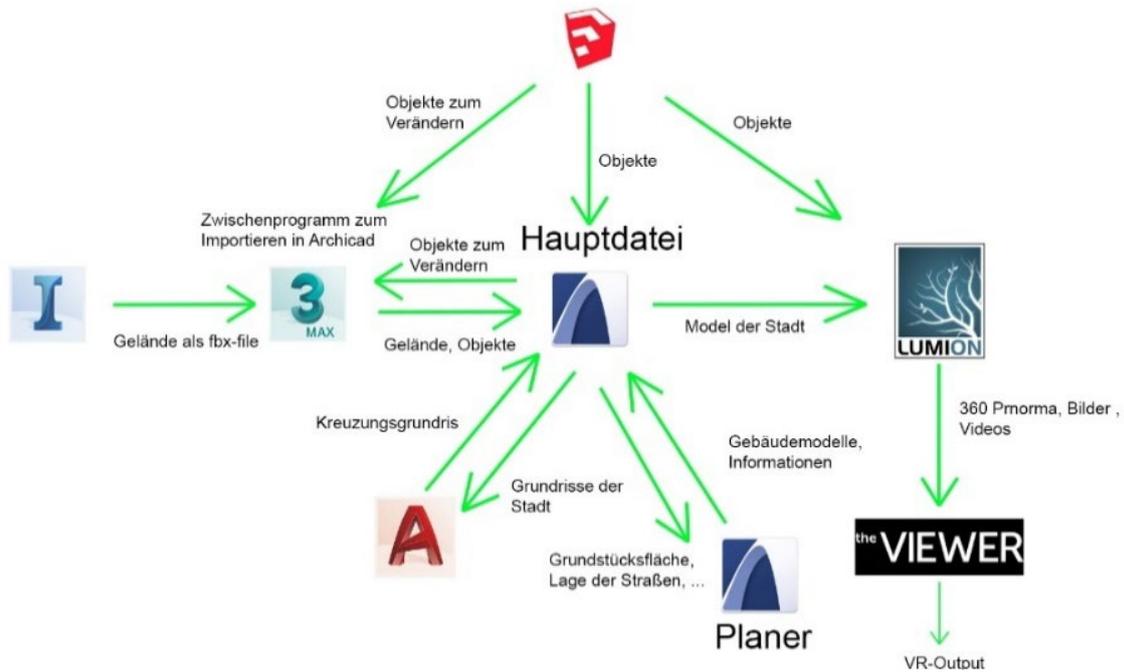


Abbildung 113 Verwendete Programme

8.1.2 Integration des BIM-Systems in das „grüne Grätzl“

Durch den für jeden zugänglichen Ordner, der sowohl die Hauptdatei der Siedlung als auch die einzelnen Projekte der Planer und deren Unterlagen beinhaltet, wurde ein funktionierender Workflow geschaffen. Das Problem, dass nicht immer alle Informationen zur Verfügung stehen, wurde somit größtenteils aus dem Weg geräumt.

Um ein optimales Ergebnis zu erhalten, musste ein ständiger Datenaustausch zwischen den verschiedenen Programmen und der Hauptdatei in ArchiCAD garantiert werden, wie in Abb.1 ersichtlich ist.

8.2 Import des Geländes

Für den Planungsbereich des „grünen Grätzls“ wurde ein realer Grundriss herangezogen. Die Wahl der Grundrissfläche fiel in diesem Fall auf einen Ausschnitt von Baden. Der Bereich im Gebiet der Katastralgemeinde Rauhenstein wurde jedoch nicht zufällig gewählt, denn ein wichtiger Punkt war, viele Unterrichtsfächer, wie zum Beispiel Infrastruktur, Baukonstruktion



und Wasserbau in das Projekt einfließen zu lassen. Um dies zu erreichen, war speziell ein Grundriss dieser Art notwendig.

Viele am Projekt beteiligten Schüler wohnen in der Nähe von Baden, wodurch sich die Planung für sie erheblich erleichterte. Durch eine Neuplanung soll weiters die Kreativität der Schüler gefördert werden.

Für den Import des Geländes wurde die Stadt Baden mittels der GPS-Koordinaten im Programm gesucht und im Anschluss der benötigte Ausschnitt markiert. Da dieser nur geringe Höhenunterschiede von +/-1 m aufwies, wurde das Gelände geglättet. Durch die ebene Grundfläche waren weniger Polygone vorhanden, was die Computer-Performance in den nachfolgenden Programmen erhöhte. Das verwendete Gelände ist im untenstehenden Bild zu sehen.

Das Gelände wurde anschließend als „.fbx“ aus Infracore exportiert.



Abbildung 114 Verwendetes Gelände in Infracore

Im nächsten Schritt wurde das Gelände in 3D-Max importiert und als .3ds Datei neu gespeichert. Dies war nötig, da eine „.fbx“ Datei nicht direkt in ArchiCAD importiert werden kann.



Mithilfe des Add-ons „3D-Studio Import“ konnte das Gelände in ArchiCAD importiert werden. Im 3D Fenster wurde das Gelände in einen Morph konvertiert. Zudem wurde im Grundrissfenster der Polygonzug in 2D-Elemente zerlegt. Nach diesen Änderungen konnte mit dem Gelände in ArchiCAD als auch Lumion weitergearbeitet werden. Die Entwicklung des Geländes in den verschiedenen Programmen ist in den folgenden 3 Abbildungen zu erkennen.



Abbildung 116 Gelände nach Import



Abbildung 115 Gelände nach Bearbeitung in ArchiCAD



Abbildung 117 Gelände nach Bearbeitung in Lumion

8.3 Erstellen der Straßen

Für die Umplanung wurden die vorhandenen Straßen (siehe im Kapitel Verkehr) gelöscht und neue Querschnitte konstruiert.

Die geraden Straßenabschnitte wurde mithilfe des Profilmanagers in ArchiCAD erstellt. Dafür wurde der Querschnitt der Straße modelliert und als ArchiCAD - Profil gespeichert. (siehe Abb. Straßenprofil im Profilmanager)

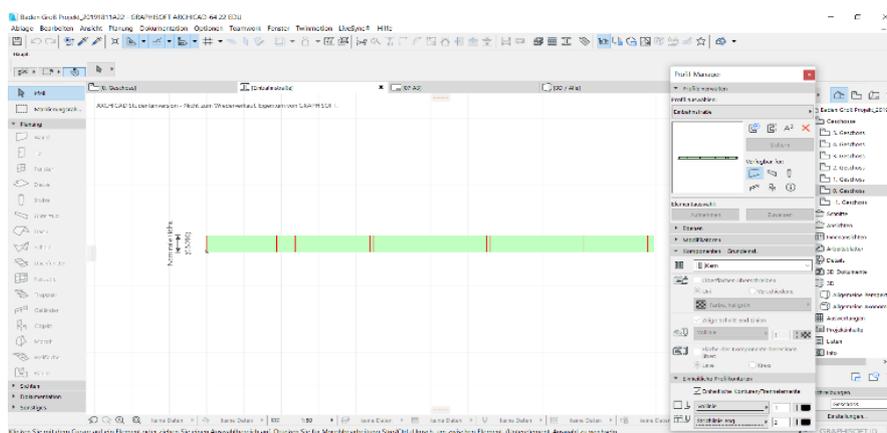


Abbildung 118 Straßenprofil im Profilmanager



Dieses wurde mit dem Wandwerkzeug ausgewählt und wie eine Wand auf die Plätze der alten Straßen platziert. (siehe Abb. gezeichnete Querschnitte)

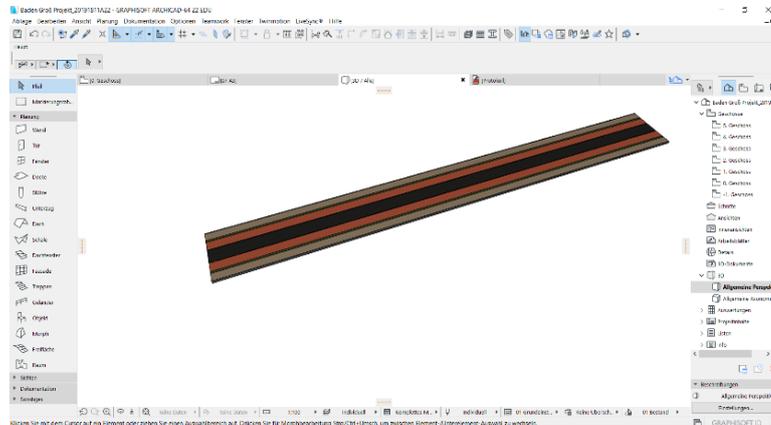


Abbildung 119 gezeichneter Querschnitt

Für das Modellieren der Kreuzungen wurde die ArchiCAD in AutoCAD importiert, da die 2D Zeichenwerkzeuge in AutoCAD ein schnelleres Arbeiten ermöglichen. Der fertige Grundriss wurde dann wieder in ArchiCAD importiert. Anschließend wurden die Umriss mithilfe des Freiflächenwerkzeuges nachgezogen und 3D-Flächen erstellt. Diese Arbeitsweise wird in den folgenden 2 Abbildungen bildlich dargestellt.

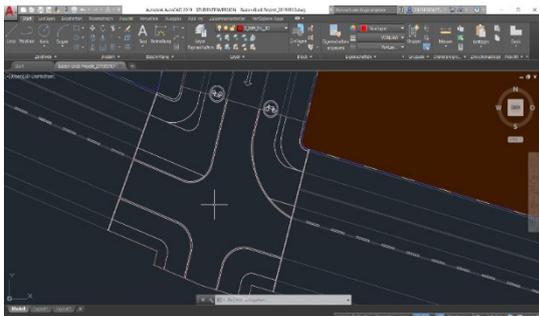


Abbildung 121 2D-Kreuzungsquerschnitt



Abbildung 120 fertige Kreuzung in ArchiCAD

In Abb.121 ist der Grundriss der Kreuzung einer Umfahrungsstraße zu sehen und in Abb. 120 das fertige Ergebnis in ArchiCAD welches mit der oben beschriebenen Methode erstellt wurde



8.4 Arbeiten mit Hotlinks

Damit die Gebäude der Stadt nicht nur aus viereckigen Blöcken bestehen, wurden die Häuser der Architekten mittels Hotlinks in das Projekt eingefügt. Hotlinks sind aus anderen Projekten importierte Modelle.

Durch den Einsatz dieses Features in ArchiCAD konnte sowohl an der Hauptdatei als auch an den Modellen der einzelnen Gebäude gearbeitet werden. Änderungen konnten nach Abschluss der Arbeit durch einen Klick aktualisiert werden.

Voraussetzung dafür war eine einheitliche Ordnerstruktur sowie das Einhalten von Dateinamen. Da es sich bei den Planern um Schüler handelte, war dies nicht immer einfach aber schlussendlich machbar.

8.4.1 Erstellen der Hotlinks

Im ersten Schritt wurde im Reiter „Ablage“ der Befehl „Hotlink platzieren“ ausgewählt (siehe Abbildung 122). Im nächsten Schritt wurde dann die Ursprungsdatei ausgewählt, wobei zu beachten ist, dass nur „.pln – Dateien“ ausgewählt werden können. Durch das Drücken des Buttons „Hotlink platzieren“ wurden sowohl der Grundriss als auch das 3D Model in das Projekt geladen und konnten so frei platziert werden.

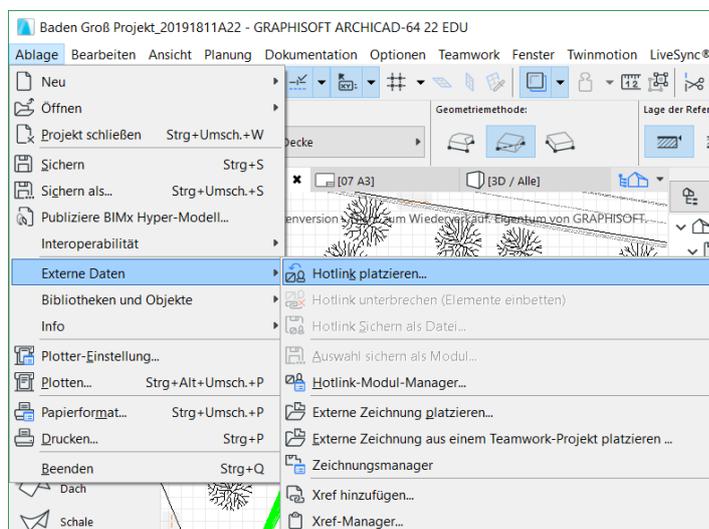


Abbildung 122 Hotlink platzieren



Das Hotlink-Model kann nur als Ganzes verschoben werden. Änderungen der Positionen der einzelnen Wände sowie deren Eigenschaften sind nur in der Ursprungsdatei möglich.

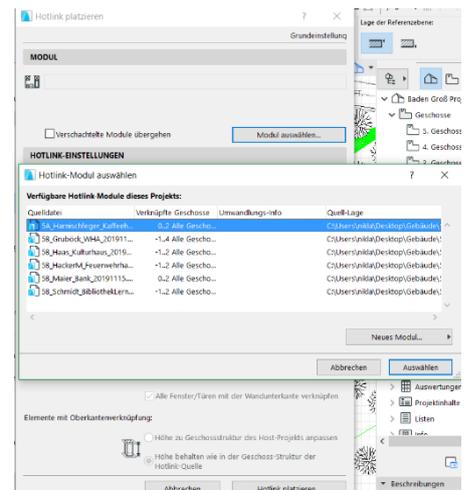


Abbildung 123 Ursprungsdatei auswählen

8.4.2 Aktualisieren der Hotlinks

Zunächst wurde die aktuelle Ursprungsdatei überschrieben. Dabei war es wichtig, dass sich der Name der Datei nicht ändert. Als nächstes wurde der Hotlink-Modulmanager unter dem Reiter „Ablage“ in ArchiCAD aufgerufen (siehe Abbildung Hotlink Modulmanager).

ArchiCAD erkennt automatisch, ob Veränderungen an der Ursprungsdatei vorgenommen wurden. Diese werden mit einem gelben Rufzeichen gekennzeichnet. Um diese zu aktualisieren, wird die Datei ausgewählt und auf „Aktualisieren“ geklickt. Die Datei wird mit dem Klick auf „OK“ aktualisiert. Wichtig dabei ist, dass der aktualisierte Hotlink die Position in der Hauptdatei beibehält.

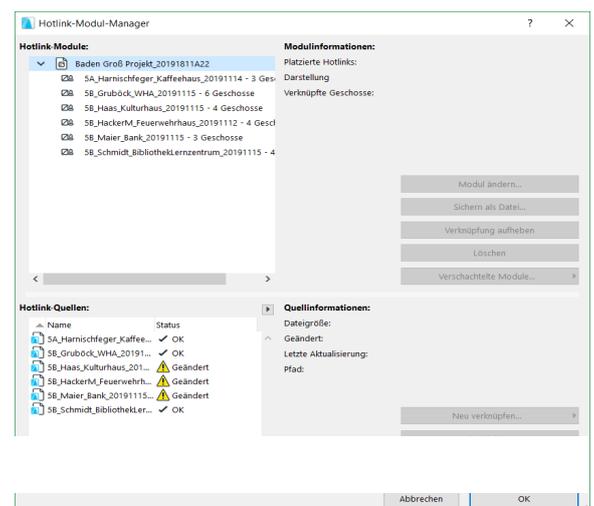


Abbildung 124 Hotlink-Modulmanager

8.5 Grafische Überschreibung

Die grafische Überschreibung wurde zum Visualisieren einzelner wichtiger Aspekte der Siedlung verwendet. Sie ist ein wichtiger Aspekt eines BIM-fähigen Projektes. So wurde mit einer BIM-gerechten Arbeitsweise das schnelle Umschalten zwischen den



einzelnen Darstellungsweisen ermöglicht. Dieser Switch zwischen den einzelnen Konzepten des Masterplans trägt zu einem flüssigen Workflow und einer schnellen Projektabwicklung bei.

Die sonst nur im Entwurf vorhandene optische Visualisierung, wie z.B. das Hervorheben von Gebäuden mit Begrünung oder Photovoltaikanlagen, wurde mit diesem Tool integriert. Weiters wurden mithilfe der graphischen Überschreibung die einzelnen Gebäude ihrer Nutzung zugeordnet, z.B. wurden öffentliche Gebäude rosa eingefärbt. Ein Beispiel für eine graphische Überschreibung ist in der nachstehenden Abbildung ersichtlich.

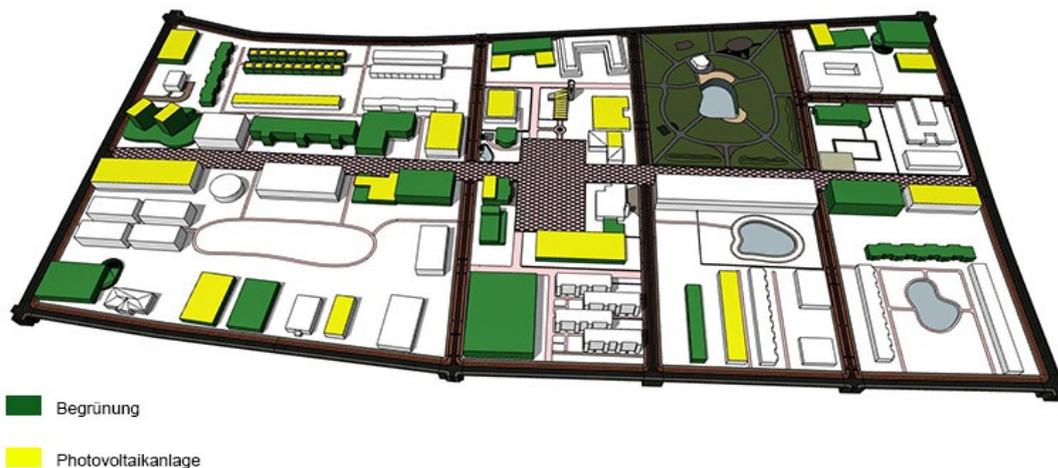


Abbildung 125 Beispiel grafische Überschreibung

8.5.1 Erstellung einer BIM-fähigen Überschreibung

Im ersten Schritt wurde im Reiter „Optionen“ unter Eigenschaften-Manager“ (siehe Abbildung rechts) eine neue Eigenschaft, mit dem Namen „Begrünung“ erstellt. Es wurde der Datentyp auf „Wahr/Falsch“ und der Standardwert auf „Falsch“ gesetzt. Zusätzlich wurde die Verfügbarkeit auf „Alle“ geändert.

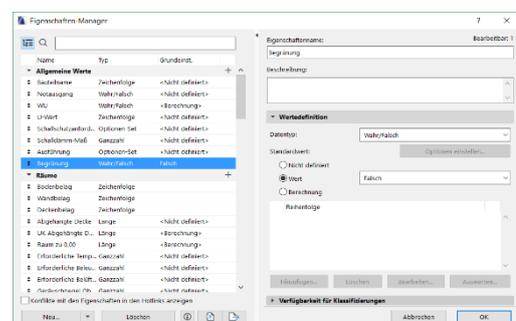


Abbildung 126 Erstellen einer Eigenschaft



Im nächsten Schritt wurde im Reiter „Optionen“ unter Graphische Überschreibungen eine neue graphische Überschreibung erstellt. Unter „Regeln bearbeiten“ wurde eine neue Regel für diese Überschreibung erstellt. Dadurch wird ein neues Kriterium mit der vorher erstellten Eigenschaft gleich „Wahr“ erstellt. Im letzten Schritt wurde die Oberflächenüberschreibung aktiviert und die Regel mit „OK“ bestätigt. Dieser Schritt ist im nebenstenden Bild ersichtlich.

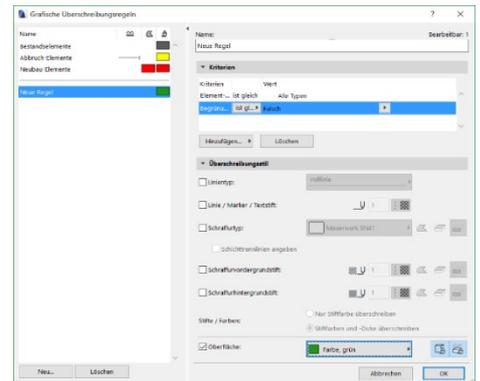


Abbildung 127 Erstellen der grafischen Überschreibung

Zum Abschluss wurde das Eigenschaftsfenster, des zu überschreibenden Objektes, geöffnet. Hierzu wurde im Reiter „Eigenschaften“ die Eigenschaft „Begründung“ als „Wahr“ definiert. Um diese sichtbar zu machen, wurde unter „Dokumentation“ die gerade erstellte grafische Überschreibung ausgewählt

8.6 Visualisierung in Lumion

Lumion ist eine 3D Visualisierungssoftware, die es ermöglicht, ein 3D-Modell eines Planungsprogrammes realistisch darzustellen.

8.6.1 Einspielen des Modells

Lumion kann alle herkömmlichen 3D-Formate, wie z.B. .fbx oder .skp (Sketchup-Datei) importieren. Mit dem „ArchiCAD LiveSNYC“ Add-on für Lumion ist es sogar möglich, das Projekt mit einem Klick in Lumion zu importieren.



Um den LiveSNYC zu aktivieren, musste zuerst das Add-on installiert werden. Für den Import musste dann in der Menüleiste unter „Live SNYC“ nur noch auf „Start Live Sync“ geklickt werden.

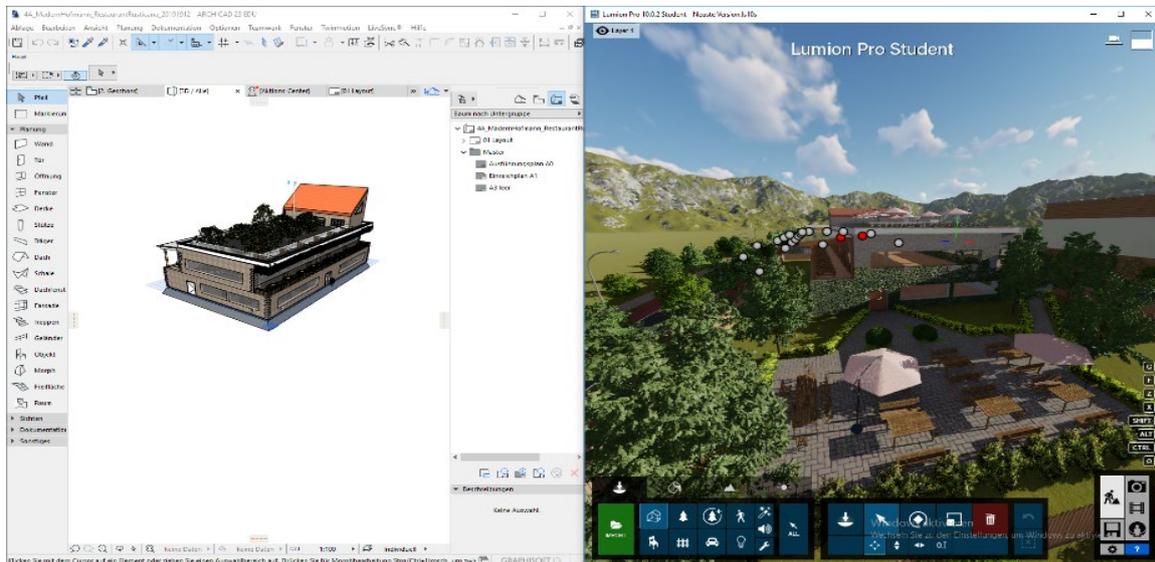


Abbildung 128 Workflow Lumion/ ArchiCAD

In diesem Tool werden Änderungen, die in der ArchiCAD – Datei vorgenommen werden gleichzeitig auch in Lumion übernommen. Dies ermöglichte einen flüssigen Workflow und ersparte viel Zeit. Das Arbeiten mit dem Live SNYC ist in der obenstehenden Abbildung dargestellt.

Weiters werden alle Gebäude (Hotlinks) als separate Modelle importiert, was die spätere Bearbeitung sehr erleichtert hat.

8.6.2 Bearbeitung der Gebäude

In dem Projekt wurden jedem Gebäude einzeln Materialien, Oberflächentexturen zugewiesen. In diesem Planungsschritt wurden auch Objekte, wie z.B. Personen, Mistkübel, etc., platziert, um der Stadt ein reales Aussehen zu verleihen.

Einzelne Objekte, wie z.B. Straßenbahnen, wurden aus dem 3D-Warehouse importiert.



8.6.3 Erstellen von Videos

Die Videos wurden mit sogenannten „Keyframes“ (siehe Abbildung: Erstellen von Videos) erstellt. Das sind einzelne Fotos, die das Programm automatisch zu einem Video verbindet. Im Videoeditor konnten Faktoren wie Wetter oder Sonnenstand verändert werden und sogar Bewegungen bestimmter Objekte, wie z.B. der Fußgänger und der Straßenbahn wurden damit festgelegt.



Abbildung 129 Erstellen von Videos

8.6.4 3D-Visualisierung

Wichtig für die Veranschaulichung des Projektes war die Visualisierung mithilfe einer 3D Brille. Hierfür wurden aus der Lumiondatei 3D-Cubemaps exportiert. Cubemaps sind T-förmige Bildstreifen, die sich aus sechs einzelnen quadratischen Bildern zusammensetzen. Diese Bilder können aufgrund ihrer speziellen Anordnung von anderen Programmen den Koordinaten (x+, x-, y+, y-, z+ und z-) zugeordnet werden und ein dreidimensionales Bild erstellen.

Sie wurden auf die Internetseite „TheViewer“ hochgeladen und dort mit Hilfe von sogenannten „Jumppoints“ zu einer 3D-Tour zusammengefügt. „Jumppoints“ werden durch Blickkontakt aktiviert und bewegen die Person zum nächsten Punkt.



Zudem konnte hier mithilfe von aufpoppenden Textfeldern zusätzliche Informationen über das betreffende Gebäude gezeigt werden. Durch die Verbindung von optischen Aspekten und Informationen zu technischen Details kommt auch hier wieder die Idee von BIM zu tragen.

In der Praxis führt diese Art der Präsentation zu einer realeren Veranschaulichung des Projektes und damit zu einem besseren Verständnis für den Bauherrn. Er hat dadurch die Möglichkeit, sich mehr in das Projekt einzubringen.

Die Tour kann problemlos mithilfe eines Codes auf dem Handy oder der „Oculus App“ in ein 3D Erlebnis umgewandelt werden.



9 Zusammenfassung und Ausblicke





9.1 Begrünung

Der Name der Siedlung „Das grüne Grätzl der Zukunft“ verrät bereits einen großen Aspekt, die die Begrünung.

Durch die Begrünung von Dächern und Fassaden, das Integrieren von Grünstreifen entlang der Verkehrswege sowie das Einplanen großer Grünflächen soll eine gute Luftqualität in der Siedlung gewährleistet werden. In Summe wurde durch die Begrünung der Gebäude mehr als 61.000m² zusätzliche Grünfläche generiert, welche dem täglichen Sauerstoffbedarf von rund 985 Menschen entspricht.

Durch die Planung der Grünstreifen kommen zusätzlich 5239m² Rasen und fast 1.100 Bäume dazu. Jeder dieser Bäume ist in der Lage CO₂ in Sauerstoff umzuwandeln und den Kohlenstoff zu speichern. So wurde berechnet, dass durch die Pflanzung dieser Bäume fast 300 Fahrzeuge CO₂-neutral betrieben werden können.

9.2 Energie

Nach etwaigen Berechnungen wurde ein Heizwärmebedarf der Siedlung von 2,1 GWH/a und ein Primärenergiebedarf von 0,9 GWH/a ermittelt.

Da versucht wurde, die Siedlung autark so betreiben, mussten Lösungen gefunden werden, diesen Bedarf durch lokale Energieerzeugungsanlagen zu decken. Zum einen wird das Stromnetz des Grätzls von 29 Kleinwindkraftanlagen gespeist. Diese produzieren 180 MWH/a. Zum anderen befinden sich auf den Dächern vieler Häuser Photovoltaikanlagen. Diese haben eine Nennleistung von 1797 und produzieren im Jahr rund 1,76 GWH Strom für die Bewohner der Siedlung. Werden die Anlagen 25 Jahre betrieben können 18717 Tonnen CO eingespart werden. Zur Speicherung der Energie für windstille oder bewölkte Tage, wurde eine zentrale Energiespeicherung im Kulturhaus vorgesehen.

In der kalten Jahreszeit sollen die Gebäude über ein Wärmepumpenkraftwerk beheizt werden. Für die Gebäude wurde ein HWB von 22,2 kWh/m²a errechnet, auf welchen das Kraftwerk auszulegen ist.

9.3 Sozialkonzept

Hauptfokus des Sozialkonzeptes der Siedlung ist, den Menschen und die Natur zusammen zu bringen, da sich der Mensch an der freien Luft, am besten erholen kann.

Darum wurde ein Park in der Nähe der Schule, des Kindergartens und des Altersheims geplant, in welchem die verschiedenen Generationen neue Energie tanken können. Im Sommer besteht die Möglichkeit der Abkühlung im zentral angelegtem Naturbadeteich. Ansonsten können sich die jungen Besucher des Parks auf dem Spielplatz oder dem



Waldspielplatz austoben. Die älteren Generationen können sich im Caféhaus Oase oder in der ruhigen Leselichtung bei einem Buch entspannen.

Wer den Tag lieber zuhause ausklingen lassen möchte, kann dies auch in einem der drei Gemeinschaftsgärten der Siedlung tun. In diesen haben die Bewohner die Möglichkeit, in eigenen Hochbeeten regionales Bio-Gemüse zu pflanzen und zu ernten. Zubereitet kann dieses dann auf einem der gemeinsam nutzbaren Grillplätze werden, während die Kinder sich mit ihren Freunden auf den großzügig angelegten Spielplätzen vergnügen.

Bei der Planung des Sozialkonzepts war es wichtig die verschiedenen Generationen der Siedlung zusammenzubringen und so den Zusammenhalt in der Siedlung zu forcieren.

9.4 Verkehr

Ein Grund für die unterschiedlichen Probleme einer Stadt, wie z.B. schlechte Luftqualität und hohe Lärmbelastung, ist der Verkehr. Darum wurde im Verkehrskonzept auf vielen Straßen eine Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h festgelegt.

Weiters wurden Straßenquerschnitte erstellt, welche die Bewohner mit breiten Gehsteigen und Fahrradwegen zum nicht motorisierten Fortbewegen anregen sollen. Die Straßen haben Grünstreifen, die mit Bäumen und Rasen bepflanzt sind, damit die Bewohner animiert werden, längere Wege zu Fuß zurückzulegen.

Für weitere Strecken wurde ein öffentliches Verkehrsnetz erstellt, dessen Haltestellen von jedem Punkt in der Siedlung höchstens 200 m entfernt sind. Auch werden den Bewohnern E-Scooter und Räder zum Verleih angeboten, welche an jeder Ladestation der Siedlung zurückgegeben werden können.

Doch lange Wege müssen von den Bewohnern nicht zurückgelegt werden, da eine Begegnungszone mit Geschäften und Restaurants jeglicher Art quer durch die Siedlung führt. In dieser haben die Bewohner die Möglichkeit, alles zu kaufen was sie brauchen und mit anderen Bewohnern der Siedlung Kontakte zu knüpfen.

9.5 Management

Ein sehr anspruchsvoller und zeitintensiver Teil der Arbeit war es, das Projektteam zu managen. Wir mussten feststellen, dass man sich nur auf wenige Schüler wirklich verlassen kann. Zwar wurde mit diversen Excel-Listen oder händisch auszufüllenden Listen immer wieder versucht Erhebungen bestimmter Flächen oder Zahlen durchzuführen, doch diese wurden nur durch massivem Einsatz der Projektleitung und selten vollständig ausgefüllt.

Die einzige Möglichkeit etwas herauszufinden war schlussendlich nur, es selbst zu tun. Schuld war sicher auch, dass das Durchsetzungsvermögen eines Schüler gegenüber eines andern Schülers nicht so groß ist wie das eines Lehrers.



Dennoch wurden vom gesamten Projektteam ansprechende Gebäude geplant und wirklich tolle Ideen, vor allem im Bereich der Vernetzung zwischen den Gebäuden eingebracht.

9.6 Digitalisierung

Nachdem alle Gebäude in einer Gebäudedatenbank gesammelt wurden, konnte ein Masterplan erstellt werden. Die Dateien wurden mit Hilfe von Hotlinks, welche flüssiges Arbeiten gewährleisten, in eine große Gesamtdatei eingespielt. Um verschiedene Darstellungsweisen zu generieren und bestimmte Bereiche des Planungsabschnittes herauszuheben, wurden diese graphisch überschrieben.

Zur realistischen Darstellung der Siedlung in Bildern und Videos wurde das Programm LUMION verwendet. Durch das Erstellen von sogenannten 360°-Bildern wurde ein 3D Rundgang durch die Stadt erstellt. Diesen kann man mit einer Virtual Reality Brille erleben.

Herauszuheben ist, dass auch Informationen der Gebäude beim Rundgang zu sehen sind, was ähnlich der Argumented Reality ist.



10 Verzeichnisse





10.1 Literaturverzeichnis

1. Vgl. Overpopulation awareness. Online im Internet.
<https://www.overpopulationawareness.org/de/artikel/statement-uberbevölkerung> ,
20.12.2019
2. Vgl. BR Wissen. Online im Internet.
<https://www.br.de/themen/wissen/weltbevoelkerung-bevoelkerungswachstum-menschen-erde-welt-100.html> , 25.12.2019
3. Vgl. GeoHilfe. Online im Internet.
<http://geohilfe.de/humangeographie/stadtgeographie/laufende-prozesse/verstaedterung-arten/> , 29.12.2019
4. Vgl. Helpster Die Ratgeber-Redaktion. Online im Internet.
http://www.helpster.de/verstaedterung-und-urbanisierung-die-begriffe-leicht-erklart_122823 , 29.12.2019
5. Vgl. YaClass Ursachen und Prozesse der Verstädterung. Online im Internet.
<https://www.yaclass.at/p/geografie-und-wirtschaftskunde/12-schulstufe/lokal-regional-global-vernetzungen-wahrnehmungen-konflikte-19275/staedte-als-lebensraeume-und-oekonomische-zentren-18873/re-10a5c4ed-8715-4b8d-bc1c-badaf8b358d4> , 29.12.2019
6. Vgl. Statistik: Bevölkerung Österreichs. Online im Internet.
<https://gemeindegund.at/statistik-oesterreichs-bevoelkerung-waechst-staerker-als-erwartet/> , 27.02.2020
7. Vgl. Wie Städte die Mobilitätswende voranbringen. Online im Internet.
https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwiHuY_M3-HnAhUOQxUIHS4LCrkQFjADegQIChAB&url=https%3A%2F%2Fwww.vcoe.at%2Ftheme%2Fstaedte%2Fdownload-publikation-wie-staedte-die-mobilitaetswende-voranbringen%3Ffile%3Dfiles%2Fvcoe%2Fuploads%2FThemen%2FWie%2520Staedte%2520die%2520Mobilitaetswende%2520voranbringen%2F2019-03%2520VC%25C3%2596-Publikation%2520Wie%2520St%25C3%25A4dte%2520die%2520Mobilit%25C3%25A4tswende%2520voranbringen.pdf&usg=AOvVaw0ftyzTVgScU0MZueRkehax_
[27.02.2020](https://www.vcoe.at/theme/2Fstaedte/2Fdownload-publikation-wie-staedte-die-mobilitaetswende-voranbringen%3Ffile%3Dfiles%2Fvcoe%2Fuploads%2FThemen%2FWie%2520Staedte%2520die%2520Mobilitaetswende%2520voranbringen%2F2019-03%2520VC%25C3%2596-Publikation%2520Wie%2520St%25C3%25A4dte%2520die%2520Mobilit%25C3%25A4tswende%2520voranbringen.pdf)
8. Vgl. Frey, Wolfgang 2011-2013: Freiburg Green City, Wege zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung, Freiburg: Verlag Herder GmbH
9. Vgl. Stadtplan.Bonn.
<https://stadtplan.bonn.de/cms/cms.pl?Amt=Stadtplan&Thema=Planen-Bauen&Subthema=Masterplan%20Innere%20Stadt&act=0> , 16.02.2020
10. Vgl. Bebauungsplan. <https://www.wko.at/service/w/verkehr-betriebsstandort/Bebauungsplan.html> , 16.02.2020
11. Vgl. Bauordnung. <https://www.wessely-immo.at/media/2016/02/Bauordnung-allgemein.pdf> , 16.02.2020



12. Vgl. Urban Heat Islands. Online im Internet.
https://en.wikipedia.org/wiki/Urban_heat_island , 16.03.2020
13. Vgl. National Geographic: Urban Heat Islands. Online im Internet.
<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urban-heat-island/> , 16.03.2020
14. Vgl. Mezera Karl und Riccabona Christof, 2010: Baukonstruktionslehre 1, Rohbauarbeiten, Wien: MANZ Verlag Schulbuch GmbH
15. Vgl. Hamburg: Behörde für Umwelt und Energie. Online im Internet.
<https://www.hamburg.de/gruendach/4419524/photovoltaik-oder-solarthermieanlagen/> , 17.03.2020
16. Vgl. Schmitt. Online im Internet. <https://www.schmitt-sportplatzbau.de/1051-report/report-01-2017/396-staerken-der-rasengraeser-werden-oft-unterschaetzt> , 20.03.2020
17. Vgl. Cermeter. Online im Internet. <https://www.cermeter-pflanzen.de/2018/12/22/wie-viel-co2-nimmt-ein-baum-auf/> , 20.03.2020
18. Vgl. Spiritrechner. Online im Internet. <https://spritrechner.biz/co2-rechner-fuer-autos.html> , 20.03.2020
19. Vgl. Die Presse: Fahrverhalten. Online im Internet.
<https://www.diepresse.com/5183950/fahrverhalten-so-viele-kilometer-fahren-die-osterreicher-pro-jahr> , 20.03.2020
20. Vgl. Mezera Karl und Riccabona Christof, 2018: Baukonstruktion, Bauelemente, Wien: MANZ Verlag Schulbuch GmbH
21. Vgl. Fakten zur Stromerzeugung. Online im Internet:
<https://oesterreichsenergie.at/daten-fakten-zur-stromerzeugung.html>, 21.03.2020
22. Vgl. Der Strom-Filz in Österreich. Online im Internet: <https://www.global2000.at/der-strom-filz-oesterreich>, 21.03.2020
23. Vgl. Erneuerbare Energien in Österreich. Online im Internet:
<https://www.erneuerbare-energie.at/energie-uebersicht>, 21.03.2020
24. Vgl. Energielexikon. Online im Internet: <https://www.energielexikon.info/photovoltaik.html>, 21.03.2020
25. Vgl. Photovoltaik. Online im Internet:
<https://www.photovoltaik.org/wissen/photovoltaik-wirkungsgrad>, 21.03.2020
26. Vgl. Windenergie. Online im Internet: <http://www.biologie-schule.de/windenergie.php>, 21.03.2020
27. Vgl. Photovoltaikanlage Dimensionierung. Online im Internet:
<https://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-planung/photovoltaikanlage-dimensionierung>, 19.03.2020
28. Vgl. Klimaaktiv PV-Rechner. Online im Internet:
https://www.klimaaktiv.at/service/tools/erneuerbare/pv_rechner.html, 19.03.2020
29. Vgl. Weibull Rechner. Online im Internet: <https://wind-data.ch/tools/weibull.php?v0=7.50&v1=15&v2=20&v3=50&v4=7.50&v5=0.00&v6=0.00&v7=0.00&v8=0.00&v9=0.00&v10=0.00&v11=0.00&v12=0.00&v13=0.00&v14=0.00&v15=0.00&v16=0.00&v17=0.00&v18=0.00&v19=0.00&abfrage=Aktualisieren>, 19.03.2020
30. Vgl. Kleinwindanlagen Rechner. Online im Internet: <https://www.kleinwindkraftanlagen.com/kleinwindanlagen-rechner/>, 19.03.2020



31. Vgl. Heizwärmebedarf. Online im Internet:
<https://blog.paradigma.de/heizwaermebedarf-verstehen-und-berechnen/>,
19.03.2020
32. Vgl. Was ist sozialer Zusammenhalt?. Online im Internet.
<https://socialpolis.wordpress.com/2011/01/26/was-ist-sozialer-zusammenhalt-8/> ,
08.20.2020
33. Vgl. Auswirkungen von Freizeit auf Gesundheit und Produktivität. Online im Internet.
[file:///C:/Users/Böhm/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/RK5ZNU09/
gutachten-semmer-d.pdf](file:///C:/Users/Böhm/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/RK5ZNU09/gutachten-semmer-d.pdf) , 08.02.2020
34. Vgl. Kristallturm. Online im Internet.
[https://kristallturm.de/produkte/spielplatzgeraete/?gclid=Cj0KCQiAm4TyBRDgARIsA
OU75sqwVR5MSuOG9LohcYn07kBDymfBY1nCqwnngpi5zDcME8ewG4nCEdeMaAua9E
ALw_wcB](https://kristallturm.de/produkte/spielplatzgeraete/?gclid=Cj0KCQiAm4TyBRDgARIsAOU75sqwVR5MSuOG9LohcYn07kBDymfBY1nCqwnngpi5zDcME8ewG4nCEdeMaAua9EALw_wcB) , 10.02.2020
35. Vgl. Voll auf die Ohren. Online im Internet.
<https://www.dasgehirn.info/wahrnehmen/hoeren/voll-auf-die-ohren> , 21.02.2020
36. Vgl. Wenn aus Geräuschen Lärm wird: Dezibel Übersicht. Online im Internet:
[https://www.hoerex.de/service/presseservice/trends-fakten/wie-laut-ist-das-
denn.html](https://www.hoerex.de/service/presseservice/trends-fakten/wie-laut-ist-das-denn.html) , 21.02.2020
37. Vgl. meinbezirk.at, „Kraxel rauf“. Online im Internet. [https://www.meinbezirk.at/st-
poelten/c-lokales/kraxel-rauf-climb-high-studie-belegt-gesundheitsfoerderung-
durch-klettern_a2371974](https://www.meinbezirk.at/st-poelten/c-lokales/kraxel-rauf-climb-high-studie-belegt-gesundheitsfoerderung-durch-klettern_a2371974) , 17.02.2020
38. Vgl. Ab in den Garten. Online im Internet. <http://www.easyrelax.at/gartenarbeit/> ,
21.02.2020
39. Vgl. Mit Sport gegen Stress. Online im Internet.
[https://www.medizinpopulaer.at/archiv/bewegung-fitness/details/article/mit-sport-
gegen-stress.html](https://www.medizinpopulaer.at/archiv/bewegung-fitness/details/article/mit-sport-gegen-stress.html) , 22.02.2020
40. Vgl. CF25 Turn Station. Online im Internet.
<http://www.parkfit.de/index.php/workout-edition-turn-station-cf25.html> ,
22.02.2020
41. Vgl. Charta von Athen. Die Entwicklung der Stadtplanung im 20 Jahrhundert. Online
im Internet: <https://www.grin.com/document/276610>, 04.02.2020
42. Vgl. Die Charta von Athen. Online im Internet: [https://docplayer.org/46838684-Die-
charta-von-athen.html](https://docplayer.org/46838684-Die-charta-von-athen.html), 04.02.2020
43. Vgl. Nachhaltige Verkehrskonzepte. Online im Internet:
[https://www.kfw.de/PDF/KfW-Research/Economic-
Research/Publikationsarchiv/Mittelstands-und-Strukturpolitik/Umweltschutz-und-
Energie/Per-43-Nachhaltige-Verkehrskonzepte.pdf](https://www.kfw.de/PDF/KfW-Research/Economic-Research/Publikationsarchiv/Mittelstands-und-Strukturpolitik/Umweltschutz-und-Energie/Per-43-Nachhaltige-Verkehrskonzepte.pdf), 07.02.2020
44. Vgl. Mobilität in Deutschland. Online im Internet: [https://www.demografie-
portal.de/SharedDocs/Blog/DE/181203-Mobilitaet-in-Deutschland-Sind-Bus-und-
Bahn-eine-Alternative-zum-Auto.html](https://www.demografie-portal.de/SharedDocs/Blog/DE/181203-Mobilitaet-in-Deutschland-Sind-Bus-und-Bahn-eine-Alternative-zum-Auto.html), 07.02.2020
45. Vgl. Umweltwirkungen des Verkehrs Online im Internet: [https://www.dr-frank-
schroeter.de/verkehr.htm](https://www.dr-frank-schroeter.de/verkehr.htm), 07.02.2020
46. Vgl. Mobilität und Verkehr. Online im Internet:
<http://www.umweltchecker.at/mobilitaet.htm>, 07.02.2020
47. Vgl. Novoszel Johannes, 2018/19 Skript 3/ 4 Klasse



48. Vgl. BIM Baumeister. Online im Internet: <http://www.bim-baumeister.at/bim-baumeister/ueber-bim/> , 22.03.2020



10.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Anteil der Stadtbevölkerung in Prozent	3
Abbildung 2 Verstädterungsgrad	3
Abbildung 3 Wachstum urbaner Zentren Österreichs	4
Abbildung 4 Heliotrop (Freiburg)	5
Abbildung 5 Unterschiede des Transports in Österreichs Landeshauptstädten	7
Abbildung 6 Grundriss Green Grätzl	8
Abbildung 7 Grundstücksflächen und Bebauung des grünen Grätzls.....	10
Abbildung 8 Wohnungen grünes Grätzl	12
Abbildung 9 Beispiel eines Masterplans	13
Abbildung 10 Ausschnitt eines Bebauungsplanes.....	14
Abbildung 11 Handskizze Masterplan	15
Abbildung 12 New York City Temperaturen und Begrünung.....	17
Abbildung 13 Grünes Grätzl Begrünung (dunkelgrün) und Solar (gelb).....	18
Abbildung 14 Gründach mit extensiver Begrünung.....	18
Abbildung 15 Gründach extensiv Aufbau.....	19
Abbildung 16 Gründach extensiv Aufbau.....	20
Abbildung 17 Gründach mit intensiver Begrünung.....	20
Abbildung 18 Gründach intensiv Aufbau	21
Abbildung 19 Schichtstärken intensiv begrüntes Dach.....	22
Abbildung 20 Extensivbegrünung in Kombination mit solarer Energiegewinnung	22
Abbildung 21 Solarzelle auf Gründach	23
Abbildung 22 begrünte Dachflächen.....	24
Abbildung 23 Bodengebundenen Fassadenbegrünung (linear mit Kletterhilfe)	25
Abbildung 24 Varianten der Kletterhilfen für bodengebundene Fassadenbegrünung	26
Abbildung 25 Bodengebundenen Fassadenbegrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)	26
Abbildung 26 Fassadenbegrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern.....	27
Abbildung 27 Anbringung Vegetationsträger	27
Abbildung 28 Begrünung der Fassade mit Pflanzentrögen.....	27
Abbildung 29 Fassadenbegrünung	28
Abbildung 30 Straßenbegrünung und Anzahl der Bäume	29
Abbildung 31 CO ₂ Ausstoß Fahrzeuge	29
Abbildung 32 Anteil an Erneuerbaren Energien in Europa	31
Abbildung 33 Anteil an erneuerbaren Energien in Österreich.....	31
Abbildung 34 Arten der erneuerbaren Energie	32
Abbildung 35 Unterschied mono- u. polykristalline Module	32
Abbildung 36 Windenergie.....	33
Abbildung 37 Konzept Smart Grid	34
Abbildung 38 Energieklassen Gebäude.....	35
Abbildung 39 Batterieraum	36
Abbildung 40 E-Tankstelle für PKW.....	37
Abbildung 41 E-Ladestation für Fahrräder	37
Abbildung 42 Lage Wärmepumpenkraftwerk.....	38



Abbildung 43 Wärmepumpen	38
Abbildung 44 Einreichplan Wärmepumpenkraftwerk	39
Abbildung 45 Polierplan Wärmepumpenkraftwerk	40
Abbildung 46 Verschattungswinkel	42
Abbildung 47 Schattenwurf von Objekten	42
Abbildung 48 Neigungswinkel	43
Abbildung 49 Fixwerte für die Berechnung	44
Abbildung 50 Gebäudespezifische Werte	44
Abbildung 51 Ergebnisse	44
Abbildung 52 Energiebilanz/CO2 Einsparung in der Siedlung	45
Abbildung 53 Häufigkeitsberechnung 1/2	47
Abbildung 54 Häufigkeitsberechnung 2/2	48
Abbildung 55 Ergebnisse Häufigkeit	49
Abbildung 56 Kleinwindkraftanlage Berechnung	49
Abbildung 57 Energiebilanz Windenergie	49
Abbildung 58 Heizwärmebedarf der Siedlung	50
Abbildung 59 Primärenergiebedarf der Siedlung	51
Abbildung 60 HWB Freiburg unsaniert (li.); Neubau (re.)	52
Abbildung 61 Jährlicher HWB Freiburg im Breisgau	52
Abbildung 62 Erschöpfung am Abend	53
Abbildung 63 Verkehrsberuhigten Wohnumfeld im Vergleich zu verkehrsbelasteten Wohngebieten	54
Abbildung 64 Park Gesamtansicht (LUMION)	55
Abbildung 65 Schnitt Kaffeehaus	57
Abbildung 66 Einreichplan Kaffeehaus	58
Abbildung 67 li. Beispielbild: Vegetationskörper und rechts. Schnitt Fassadenbegrünung ...	59
Abbildung 68 Vogelnechtschaukel	61
Abbildung 69 Wippe für 4 Personen	62
Abbildung 70 Beispielbild Abenteuerurm	62
Abbildung 71 Handskizze Spielplatz	63
Abbildung 72 Planausschnitt Schwimmteich	64
Abbildung 73 Leselichtung (Lumion)	66
Abbildung 74 Anregung Waldspielplatz	67
Abbildung 75 Baumlehrpfad (Lumion)	69
Abbildung 76 li. Urban Gardening (Lumion), re. Inspiration Urban Gardening (Prinzessinnengärten)	70
Abbildung 77 Inspiration Pergola	71
Abbildung 78 Outdoor-Fitnessgerät	72
Abbildung 79 Plan Gemeinschaftsgärten	72
Abbildung 80 Hochbeete	73
Abbildung 81 Klettergerüst	74
Abbildung 82 Grillplatz	75
Abbildung 83 Aufteilung der zurückgelegten km in Städten	77
Abbildung 84 Verteilung in Österreich	77
Abbildung 85 Platzverbrauch von Stellplätzen	78



Abbildung 86 Verdrängung des nicht motorisierten Verkehrs	78
Abbildung 87 innerstädtische Stausituation	79
Abbildung 88 Lärmbelastung in Österreich.....	79
Abbildung 89 NOx Belastung durch KFZ.....	80
Abbildung 90 Feinstaubbelastung in Österreich.....	80
Abbildung 91 Vorteile multimodulare Bauweise	81
Abbildung 92 Platzvergleich Öffis PKW	81
Abbildung 93 Parkhausposition.....	83
Abbildung 94 Bushaltestellen.....	84
Abbildung 95 Beispiel einer niederländischen Kreuzung.....	85
Abbildung 96 Straßentypen.....	86
Abbildung 97 Querschnitt Umfahungsstraße Typ 1	87
Abbildung 98 Querschnitt Umfahungsstraße Typ 2	87
Abbildung 99 Querschnitt Innere Straße Typ 1.....	88
Abbildung 100 Querschnitt Innere Straße Typ 2.....	88
Abbildung 101 Begegnungszone im Bereich des Hauptplatzes	89
Abbildung 102 Querschnitt Begegnungszone	89
Abbildung 103 Unterbau Grünstreifen	90
Abbildung 104 Höchstgeschwindigkeiten	91
Abbildung 105 Fahrtrichtungen	92
Abbildung 106 Gruppenfoto Projektteam	93
Abbildung 107 PLUS (Projekt)	95
Abbildung 108 PLUS (Link)	95
Abbildung 109 PLUS (Use).....	96
Abbildung 110 PLUS (Sustain)	97
Abbildung 111 PLUS-Benotungssystem	97
Abbildung 112 Ordnerstruktur am Lehrerlaufwerk.....	98
Abbildung 113 Verwendete Programme	102
Abbildung 114 Verwendetes Gelände in Infracad	103
Abbildung 115 Gelände nach Bearbeitung in ArchiCAD	104
Abbildung 116 Gelände nach Import	104
Abbildung 117 Gelände nach Bearbeitung in Lumion	105
Abbildung 118 Straßenprofil im Profilmanager	105
Abbildung 119 gezeichneter Querschnitt	106
Abbildung 120 fertige Kreuzung in ArchiCAD	106
Abbildung 121 2D-Kreuzungsquerschnitt	106
Abbildung 122 Hotlink platzieren.....	107
Abbildung 123 Ursprungsdatei auswählen	108
Abbildung 124 Hotlink-Modulmanager.....	108
Abbildung 125 Beispiel grafische Überschreibung.....	109
Abbildung 126 Erstellen einer Eigenschaft	109
Abbildung 127 Erstellen der grafischen Überschreibung	110
Abbildung 128 Workflow Lumion/ ArchiCAD.....	111
Abbildung 129 Erstellen von Videos.....	112
Abbildung 130 Fläche oberstes Geschoss	126



Abbildung 131 Dachneigung	126
Abbildung 132 Wandfläche	126
Abbildung 133 Fenster EG/OG	126



11 Anhänge





11.1 Leitfaden PV Berechnung

Vorbereitung:

- **Ausrichtung** der Solarzellen bestimmen (Ost, West, Süd, ...)
- **Dachneigung** ermitteln (Dach auswählen STRG+T und able
- **Aufstellung (Neigungswinkel)** der Solarzellen

Flachdach = 30°

Steildach = Dachneigung

Wand = 90°

- Verfügbare **Dachfläche** ermitteln

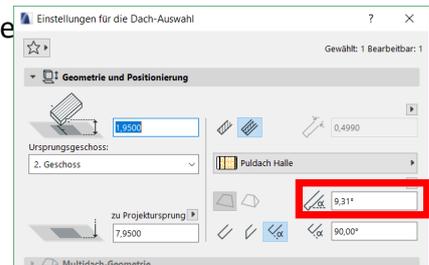
Flachdach: Verfügbare Fläche = (gemessene Dachfläche - eventuelle Abzüge) * 0,7

Bsp. Abzüge (Dachgarten, Bar, beschattete Flächen, ...)

Steildach: $Verfügbare\ Fläche = \frac{horizontale\ Projektion\ der\ Dachfläche}{\cos(Dachneigung)} * 0,5$

horizontale Projektion = Fläche des obersten Geschosses ohne Balkon etc.

Wand: $Verfügbare\ Fläche = (Wandfläche - Fensterfläche) * 0,5$



Berechnung:

1. Öffnen der Exceltabelle „PV-Rechner-Klimaktiv“
2. Unter Punkt 1. „Allgemeine Eingaben“
 - a. **PLZ Baden** eingeben (2500)
 - b. **Ausrichtung** einstellen
 - c. **Aufstellung** einstellen (=Neigungswinkel)



3. Unter Punkt 2. „Technische Rahmenbedingungen“
 - a. kontrollieren ob **Modulfläche = 0,9715m²**
Nennleistung = 0,15 kWp/Modul
 - b. Anlagenleistung anpassen bis **Gesamtfläche = verfügbarer Fläche** (siehe Vorbereitung)
4. Alle anderen Punkte ignorieren!
5. Screenshot von Punkt 1/2/5 an 20151089@htl.moedling.at schicken

Berechnungsbeispiel:

PV-Zellen Dach:

Ausrichtung: West

Dachneigung: 9,31°

Neigungswinkel: Steildach → 9,3

$$\text{Verfügbare Dachfläche} = \frac{170,84}{\cos(9,31)} * 0,5 = 85,7\text{m}^2$$

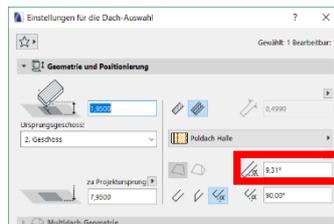


Abbildung 131 Dachneigung

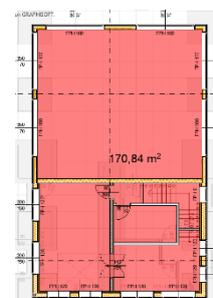


Abbildung 130 Fläche oberstes Geschoss

PV - Zellen Außenwand:

Ausrichtung: Süd

Neigungswinkel: Wand → 90°

$$\text{Verfügbare Dachfläche} = (70,88 - (2 * 2 * 1,2 + 2 * 1,4 * 1,2 + 2 * 1,2 * 1,5 + 0,9 * 2 + 2,4 * 2,1)) * 0,5 = 28,8\text{m}^2$$



Abbildung 132 Wandfläche

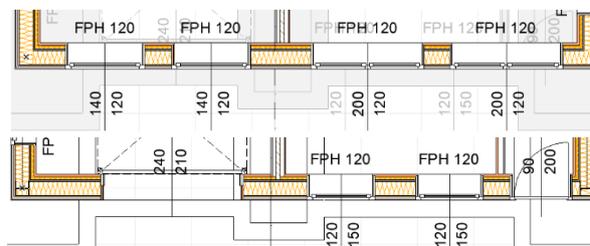


Abbildung 133 Fenster EG/OG



Berechnung Dach:

1. Allgemeine Eingaben	
Ort des Gebäudes:	Baden
PLZ:	2500
Einstrahlung (horizontale Fläche):	1125,0 kWh/m ² a
Einstrahlung nach Angabe der Ausrichtung:	1125,0 kWh/m ² a
Ausrichtung:	<p>Die Angabe der Ausrichtung der Anlage erfolgt von Osten nach Westen von -90° bis +90° (z.B.: -45° = SW)</p>
Aufstellung:	<p>Die Angabe zur Neigung der Anlage erfolgt von 0° bis 90° (z.B.: 90° = Fassadenanlage)</p>
Randbedingungen:	Es kommt in keiner Weise zu einer Verschattung der Anlage! Die Anlage ist hinterlüftet!
2. Technische Rahmenbedingungen	
Größe der Anlage:	Anlagenleistung: 23,00 [kWp] Gesamtfläche: 148,96 [m ²] Gesamtwirkungsgrad: 14,82 [%] Systemnutzungsgrad: 12,75 [%] Anzahl der Module: 153 [Module]
Moduldaten:	Modulfläche: 0,9715 [m ² /Modul] Nennleistung: 0,15 [kWp/Modul] Modulwirkungsgrad (STC-Bedingungen): 15,44 [%]
Wechselrichterdaten:	europ. Wirkungsgrad: 96,0 [%]

Beim Einstellen des Neigungswinkels sind nur 0/15/30/45/60/75/90° möglich → Den am besten passenden Wert wählen!!

9,31 näher zu 15 als zu 0 → Aufstellung = 15°

Ergebnisse Dach:

5. Zusammenfassung		
Energie:	Spezifischer Energieertrag:	928,8 [kWh/kWp]
	Energieertrag (1. Jahr):	21.362 [kWh/a]
	Energieertrag nach 25 Jahren:	503.359 [kWh]
Kosten:	Investitionskosten:	23.909 [€]
	Mehreinnahmen nach 25 Jahren:	19.726 [€]
	Amortisationsdauer:	15 [Jahre]
CO ₂ :	CO ₂ -Einsparungen nach 25 Jahren:	226.512 [kg CO ₂]

Berechnung Wand:

1. Allgemeine Eingaben	
Ort des Gebäudes:	Baden
PLZ:	2500
Einstrahlung (horizontale Fläche):	1125,0 kWh/m ² a
Einstrahlung nach Angabe der Ausrichtung:	860,3 kWh/m ² a
Ausrichtung:	<p>Die Angabe der Ausrichtung der Anlage erfolgt von Osten nach Westen von -90° bis +90° (z.B.: -45° = SW)</p>
Aufstellung:	<p>Die Angabe zur Neigung der Anlage erfolgt von 0° bis 90° (z.B.: 90° = Fassadenanlage)</p>
Randbedingungen:	Es kommt in keiner Weise zu einer Verschattung der Anlage! Die Anlage ist hinterlüftet!
2. Technische Rahmenbedingungen	
Größe der Anlage:	Anlagenleistung: 8,00 [kWp] Gesamtfläche: 51,81 [m ²] Gesamtwirkungsgrad: 14,82 [%] Systemnutzungsgrad: 12,75 [%] Anzahl der Module: 53 [Module]
Moduldaten:	Modulfläche: 0,9715 [m ² /Modul] Nennleistung: 0,15 [kWp/Modul] Modulwirkungsgrad (STC-Bedingungen): 15,44 [%]
Wechselrichterdaten:	europ. Wirkungsgrad: 96,0 [%]



Ergebnisse Wand:

5. Zusammenfassung		
Energie:	Spezifischer Energieertrag:	710,3 [kWh/kWp]
	Energieertrag (1. Jahr):	5.682 [kWh/a]
	Energieertrag nach 25 Jahren:	133.886 [kWh]
Kosten:	Investitionskosten:	7.664 [€]
	Mehreinnahmen nach 25 Jahren:	873 [€]
	Amortisationsdauer:	24 [Jahre]
CO ₂ :	CO ₂ -Einsparungen nach 25 Jahren:	60.249 [kg CO ₂]



11.2 Leitfaden Kleinwindkraftanlagen

1. Nennleistung des Modells herausfinden (Hersteller)
z.B.: <http://www.kleinwind.at/Windrad-SW5>
<http://www.myskywind.com/SkyWind/skywind.html>

(Bitte beachten, dass es keine 600kW Nennleistung gibt, z.B. 2 Räder rund 1kW/h) oder eigene Modelle
2. Höhe des Rotors herauslesen (wenn auf dem Dach = Höhe Windrad+ Gebäude z.B. Gebäudehöhe=13m Höhe Windrad =7m Höhe Rotor= 13+7=20m)
3. Auf den Link (<https://www.klein-windkraftanlagen.com/kleinwindanlagen-rechner/>) klicken und den A bzw. K Wert (k=1,12; A=2,65) + Nennleistung und Höhe richtig einstellen.
4. Schicken des Bildes unten (mit euren Werten) an 20151089@htl.moedling.at

The image shows a screenshot of a web-based wind power calculator. The interface is divided into several sections: 'Windkraftanlage', 'Windgeschwindigkeit und Masthöhe', and 'Stromerzeugung'. Red arrows point from text boxes to specific input fields and output values.

Windkraftanlage	
Nennleistung:	5 kW Nennleistung
Bei Windgeschwindigk.:	12 m/s
Typ:	Horizontale Rotorachse
Rotor-Durchmesser:	5.5 m

Windgeschwindigkeit und Masthöhe	
Windgeschwindigkeit:	2.65 (Weibull a-Wert)
Windverteilung:	1.12 (Weibull k-Wert)
Windrad-Mast:	20 Meter über Grund
Windgeschwindigkeit:	2.8 m/s (Mittlere Jahres-Windgeschwindigkeit)

Stromerzeugung	
Generatorausgang:	3625 kWh/Jahr
Systemverluste:	10 %
Stromerzeugung Netto:	3263 kWh/Jahr

Annotations:

- NR. 1. Nennleistung (points to '5 kW Nennleistung')
- NR. 2. Rotorhöhe (points to '20 Meter über Grund')
- NR. 3. K bzw. A Wert (points to '1.12 (Weibull k-Wert)')
- NR. 4. netto Stromverbrauch (points to '3263 kWh/Jahr')



12 Begleitprotokolle





Arbeitsstunden Diplomarbeit (Wohlmuth)

Tag	Beginn	Ende	gearbeitete Stunden	Thema
25.08.2019	17:00	23:00	6	Erstellung des Grundplanes in Archicad (Umwandlung der Infracad-Datei in eine .pln Datei)
26.08.2019	05:00	06:00	1	Herausfiltern der Benötigten Gebäude erfassen eines Umweltaspektes
27.08.2019	06:00	07:00	1	Planung der Stadt (Setzen der Gebäude etc.)
02.09.2019	07:45	08:15	0,5	Planung der Stadt (Setzen der Gebäude etc.)
	12:30	13:30	1	Planung der Stadt (Setzen der Gebäude etc.)
	15:00	20:00	5	Genaueres Setzen der Gebäude; modellieren des Straßenverlaufes der Begegnungszone)
03.09.2019	06:00	06:30	0,5	Fertigstellung der Vorplanung; Erstellen einer Gebäudeliste
	11:30	12:30	1	Besprechung
	16:00	17:00	2	Anlegen kleiner Wege; Busradius; Straßenbahn
04.09.2019	06:00	07:00	1	Verfassen der Einreichung
06.09.2019	09:30	13:30	4	Klasseneinteilung, Listenerstellung
08.09.2019	15:30	16:30	1	Grundstücksgrenzen
27.09.2019	09:30	13:30	4	Verbreiterung Begegnungszone, Straßenplanung, Besprechung
28.09.2019	13:00	16:00	3	Verbreiterung Begegnungszone, Straßenplanung
04.10.2019	11:30	15:00	3,5	Windenergie, PV-Rechner, Besprechung
	16:45	19:15	2,5	Exceltable, Leitfaden PV/Wind
	20:00	23:00	3	Exceltable, Datenerhebung (Wind)
05.10.2019	12:30	14:00	1,5	Anmeldeformular Energy Globe
06.10.2019	14:30	15:00	1,5	Anmeldeformular Energy Globe
08.10.2019	15:00	19:00	4	Straßenmodellierung
09.10.2019	16:00	19:00	3	Straßenmodellierung
10.10.2019	06:00	07:00	1	Straßenmodellierung
	16:30	19:00	2,5	Straßenmodellierung
11.10.2019	09:50	13:20	3,5	Straßenmodellierung, Excelliste
15.11.2019	18:00	21:00	3	Model
16.11.2019	15:00	21:00	6	Model
17.11.2019	16:30	20:00	3,5	Model
18.11.2019	15:00	21:00	6	Model
19.11.2019	19:00	21:00	2	Model
20.11.2019	08:00	13:30	5,5	Model
	18:00	01:30	7,5	Model
21.11.2019	08:00	13:30	5,5	Model
20.12.2019	19:00	22:00	3	Luminon
21.12.2019	09:00	22:00	13	Luminon
22.12.2019	10:00	22:00	12	Luminon
22.12.2019	10:00	15:00	5	Luminon/3D-Tour
28.12.2019	09:00	15:00	6	Luminon
04.01.2020	13:00	19:00	6	Luminon
05.01.2020	15:00	22:00	7	3D-Tour
01.02.2020	09:00	17:00	8	Schreiben
02.02.2020	18:00	23:00	5	Schreiben
04.02.2020	07:00	12:00	5	Schreiben
06.02.2020	14:00	19:00	5	Schreiben
07.02.2020	11:00	20:00	8	Schreiben
19.03.2020	08:00	12:00	4	Schreiben
	15:00	19:00	4	Schreiben
20.03.2020	09:00	11:30	2,5	Schreiben
	16:00	19:00	3	Schreiben
21.03.2020	09:00	13:00	4	Schreiben
28.03.2020	14:00	18:00	4	Korrektur
29.03.2020	09:00	14:00	5	Korrektur
30.03.2020	15:00	20:00	5	Korrektur
			$\Sigma = 210,5$	



Arbeitsstunden Diplomarbeit (Böhm)				
Datum	von	bis	[h]	Aufgabe
08.08.2019	11:00:00	12:00:00	1	Recherche
09.08.2019	10:15:00	11:00:00	0,75	Recherche
19.08.2019	14:30:00	15:30:00	1	grobes Konzept Straßen und Gebäude
26.08.2019	05:20:00	06:20:00	1	grobes Konzept Gebäude
	17:30:00	18:00:00	0,5	grobes Konzept Gebäude
02.09.2019	07:45:00	08:00:00	0,5	Setzen der Gebäude im Plan
	12:30:00	13:30:00	1	Setzen der Gebäude im Plan
03.09.2019	06:00:00	07:00:00	1	Setzen der Gebäude im Plan, Verbessern der Tabelle
	11:30:00	12:30:00	1	Besprechung
04.09.2019	06:00:00	07:00:00	1	Einreichung der DA in die Datenbank
	16:15:00	17:15:00	1	Verbessern der Tabelle
06.09.2019	09:50:00	13:20:00	4	Erstellen von Tabellen
27.09.2019	09:50:00	13:20:00	4	Erstellen von Tabellen
04.10.2019	06:00:00	07:15:00	1,25	Inhalt der Dipolmarbeit und Entwurf Cafe
	11:00:00	13:30:00	2,5	Liste Einwohnerzahl
08.10.2019			1	
09.10.2019	06:00:00	07:00:00	1	Verkehrshonzept überarbeiten
	09:00:00	10:00:00	1	Erklären Energieberechnug 4A
10.10.2019	06:00:00	09:00:00	3	Energy Globe Award Anmeldung
	17:00	17:30	0,5	Energy Globe Award Anmeldung
11.10.2019	09:50	13:20	4	Cafehaus Zeichnen
18.10.2019	09:50	13:20	4	Park zeichnen
22.10.2019	13:30	15:00	1,5	Entwurf Plakat
25.10.2019	16:00	17:30	1,5	Cafehaus Zeichnen
07.11.2019	10:30	11:30	1	4B Erhebung beh. Fläche
08.11.2019	10:00	13:20	3	Park zeichnen
15.11.2019	10:00	11:30	1,5	Geländemodellierung
	12:30	17:00	4,5	Geländemodellierung
17.11.2019	17:00	18:30	1,5	Geländemodellierung
20.11.2019	09:50	13:20	3,5	Sammlung Projektvorseltung
21.11.2019	08:00	16:00	8	Sammlung Projektvorseltung
22.11.2019	08:00	14:00	6	Sammlung Projektvorseltung
29.11.2019	09:50	13:20	4	Cafehaus Zeichnen
06.12.2019	09:50	13:20	4	Cafehaus Zeichnen
13.12.2019	11:30	13:20	2	Cafehaus Zeichnen
25.12.2019	10:00	11:30	1,5	Internetrecherche + Beginn Schreiben
27.12.2019	09:30	13:30	4	Park Lumion
	14:00	15:30	1,5	Park Lumion
29.12.2019	10:00	11:30	1,5	Internetrecherche + Schreiben
30.12.2019	13:00	14:30	1,5	Freiburg schreiben
07.02.2020	09:30	10:30	1	Grundkonzept gG
08.02.2020	14:00	15:30	1,5	sozialer Zusammenhalt
10.02.2020	09:30	11:00	1,5	Park der Genrationen (Cafehaus)
	14:00	17:00	3	Park der Genrationen (Spielplatz)
13.02.2020	12:00	13:30	1,5	Bilder Lumion
15.02.2020	15:00	16:30	1,5	Park der Generationen Cafehaus und Spielplatz
17.02.2020	20:30	21:30	1	Park der Genrationen (Waldspielplatz)
20.02.2020	12:00	13:30	1,5	Park der Generationen (Baumlehrpfad)
21.02.2020	08:00	09:00	1	Park der Generationen (Schwimmteich)
	10:00	11:30	1,5	Park der Generationen (Schwimmteich)
	13:00	14:30	1,5	Park der Generationen Leselichtung und Urban Gardening
22.20.2020	11:15	14:15	3	Sozialkonzept
27.02.2020	08:00	10:00	2	Ausbessern Sozialkonzept
	11:30	13:30	2	Projektmanagement
28.02.2020	09:00	12:30	3,5	Projektmanagement
01.03.2020	15:00	17:30	2,5	Formatieren JI
16.03.2020	12:30	14:30	2	Begrünung
17.03.2020	08:00	11:30	3,5	Begrünung
18.03.2020	07:30	10:00	2,5	Begrünung
20.03.2020	08:00	12:00	4	Tabelle
	12:30	15:00	2,5	Tabelle
	19:30	21:00	1,5	Straßenbegrünung
21.03.2020	08:30	11:30	3	Tabellen Energie+Begrünung
22.03.2020	08:00	12:30	4,5	Quellen
	13:30	18:00	4,5	Abbildungen
			145,5	

Betreuungsprotokoll zur Diplomarbeit

 Prot. lfd.Nr.: **1**

Thema der DA:	NACHHALTIG, praktisch, gut – das grüne Grätzl der Zukunft
Kandidat/in:	Böhm, Wohlmuth,
Klasse / Jahrgang:	5BHBTU / 2019/120
Betreuer/in und weitere Betreuer (Bereich)	Dr. DI. Johannes Novoszel

 Datum der Besprechung: 04.09.2019 Zeit: (von- bis): 7:00-8:50
Besprechungsinhalt:
Aktueller Stand der Bearbeitung lt. individueller Aufgabenstellung des/der KandidatIn

lt. Zielen der letzter Teambesprechung: (mit Hinweise zur aktuellen Zwischenbeurteilung):

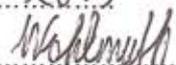
- A) Soweit ersichtlich in hoher Qualität abgeschlossen
- B) Soweit ersichtlich weitgehend mangelfrei abgeschlossen
- C) In Teilbereich weitgehend abgeschlossen (Bereich angeben)
- D) teilweise Mängel sind zu überarbeiten
- E) schwerwiegende Mängel sind zu überarbeiten oder weitgehend unvollständig oder fehlend

Teilaufgabe	Aktuelle Bewertung A/B/C/D/E
Skizze des Masterplans erstellen	A
Grobes Grundkonzept ausarbeiten	A
Kontakt mit Klassen aufnehmen und erste Aufgabenstellungen geben	B
Allgemeine Hinweise des/der Betreuer/in: In jeder Klasse einen Verantwortlichen für die Koordination bestimmen <i>(allenfalls auch Eintragung wenn Kandidat/in nicht wie vereinbart anwesend ist)</i>	

Teilaufgaben bis zur nächsten Teambesprechung:

neu / weiter zu bearbeiten C / wegen (tw.) Mängel (D oder /E) zu überarbeiten:

Teilaufgabe	Zu erledigen bis:
Digitalen Masterplan erstellen	21.11.2019
Häuser in den Masterplan einfügen	11.11.2019
Einreichung für Energy Globe vorbereiten	11.11.2019
PV und Windkraft Leitfaden für Berechnung erstellen	11.11.2019

 BetreuerIn:	Zur Kenntnis genommen: Datum: <u>5.09.2019</u>  Unterschrift (Diplomand/in)
--	---

Betreuungsprotokoll zur Diplomarbeit **Prot. lfd.Nr.: 2**

Thema der DA:	NACHHALTIG, praktisch, gut – das grüne Grätzl der Zukunft
Kandidat/in:	Böhm, Wohlmuth,
Klasse / Jahrgang:	5BHBTU / 2019/120
Betreuer/in und weitere Betreuer (Bereich)	Dr. DI. Johannes Novoszel

Datum der Besprechung: 21.11.2019 Zeit: (von- bis): 11:00.12:30

Besprechungsinhalt:

Aktueller Stand der Bearbeitung lt. individueller Aufgabenstellung des/der KandidatIn

lt. Zielen der letzter Teambesprechung: (mit Hinweise zur aktuellen Zwischenbeurteilung):

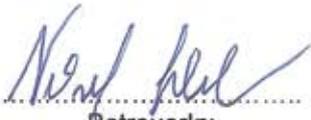
- A) Soweit ersichtlich in hoher Qualität abgeschlossen
- B) Soweit ersichtlich weitgehend mangelfrei abgeschlossen
- C) In Teilbereich weitgehend abgeschlossen (Bereich angeben)
- D) teilweise Mängel sind zu überarbeiten
- E) schwerwiegende Mängel sind zu überarbeiten oder weitgehend unvollständig oder fehlend

Teilaufgabe	Aktuelle Bewertung A/B/C/D/E
Digitalen Masterplan erstellen	A
Häuser in den Masterplan einfügen	B
Einreichung für Energy Globe vorbereiten	A
PV und Windkraft Leitfaden für Berechnung erstellen	B
Allgemeine Hinweise des/der Betreuer/in: Leitfaden Verständlicher Formulieren	
<i>(allenfalls auch Eintragung wenn Kandidat/in nicht wie vereinbart anwesend ist)</i>	

Teilaufgaben bis zur nächsten Teambesprechung:

neu / weiter zu bearbeiten C / wegen (tw.) Mängel (D oder /E) zu überarbeiten:

Teilaufgabe	Zu erledigen bis:
Lumion Video und Bilder erstellen	18.01.2020
Begrünungs- und Sozialkonzept ausarbeiten	18.01.2020
PV Berechnung in Klassen durchführen	18.01.2020
Masterplanansichten für Begrünung/Energie erstellen	18.01.2020

 BetreuerIn:	Zur Kenntnis genommen: Datum: <u>22.11.19</u>  Unterschrift (Diplomand/in)
--	--

Betreuungsprotokoll zur Diplomarbeit **Prot. lfd.Nr.: 3**

Thema der DA:	NACHHALTIG, praktisch, gut – das grüne Grätzl der Zukunft
Kandidat/in:	Böhm, Wohlmuth,
Klasse / Jahrgang:	5BHBTU / 2019/120
Betreuer/in und weitere Betreuer (Bereich)	Dr. DI. Johannes Novoszel

Datum der Besprechung: 18.01.2020 Zeit: (von- bis): 11:00.12:30

Besprechungsinhalt:

Aktueller Stand der Bearbeitung lt. individueller Aufgabenstellung des/der KandidatIn

lt. Zielen der letzter Teambesprechung: (mit Hinweise zur aktuellen Zwischenbeurteilung):

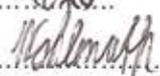
- A) Soweit ersichtlich in hoher Qualität abgeschlossen
- B) Soweit ersichtlich weitgehend mangelfrei abgeschlossen
- C) In Teilbereich weitgehend abgeschlossen (Bereich angeben)
- D) teilweise Mängel sind zu überarbeiten
- E) schwerwiegende Mängel sind zu überarbeiten oder weitgehend unvollständig oder fehlend

Teilaufgabe	Aktuelle Bewertung A/B/C/D/E
Lumion Video und Bilder erstellen	A
Begrünungs- und Sozialkonzept ausarbeiten	A
PV Berechnung in Klassen durchführen	C
Masterplanansichten für Begrünung/Energie erstellen	B
Allgemeine Hinweise des/der Betreuer/in: Berechnung in allen Klassen durchführen	
(allenfalls auch Eintragung wenn Kandidat/in nicht wie vereinbart anwesend ist)	

Teilaufgaben bis zur nächsten Teambesprechung:

neu / weiter zu bearbeiten C / wegen (tw.) Mängel (D oder /E) zu überarbeiten:

Teilaufgabe	Zu erledigen bis:
Berechnung durchführen	22.03.2020
Schreiben der DA	22.02.2020
Einreichung Jugend Innovativ	01.02.2020

 BetreuerIn:	Zur Kenntnis genommen: Datum: <u>19.01.2020</u>  Unterschrift (Diplomand/in)
--	--

Betreuungsprotokoll zur Diplomarbeit Prot. lfd.Nr.: **4**

Thema der DA:	NACHHALTIG, praktisch, gut – das grüne Grätzl der Zukunft
Kandidat/in:	Böhm, Wohlmuth,
Klasse / Jahrgang:	5BHBTU / 2019/120
Betreuer/in und weitere Betreuer (Bereich)	Dr. DI. Johannes Novoszel

Datum der Besprechung: 22.02.2020 Zeit: (von- bis): 11:00.12:30

Besprechungsinhalt:

Aktueller Stand der Bearbeitung lt. individueller Aufgabenstellung des/der KandidatIn

lt. Zielen der letzter Teambesprechung: (mit Hinweise zur aktuellen Zwischenbeurteilung):

- A) Soweit ersichtlich in hoher Qualität abgeschlossen
- B) Soweit ersichtlich weitgehend mangelfrei abgeschlossen
- C) In Teilbereich weitgehend abgeschlossen (Bereich angeben)
- D) teilweise Mängel sind zu überarbeiten
- E) schwerwiegende Mängel sind zu überarbeiten oder weitgehend unvollständig oder fehlend

Teilaufgabe	Aktuelle Bewertung A/B/C/D/E
Berechnung durchführen	A
Schreiben der DA	B
Einreichung Jugend Innovativ	A

Allgemeine Hinweise des/der Betreuer/in:

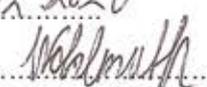
Feinschliff der Arbeit

(allenfalls auch Eintragung wenn Kandidat/in nicht wie vereinbart anwesend ist)

Teilaufgaben bis zur nächsten Teambesprechung:

neu / weiter zu bearbeiten C / wegen (tw.) Mängel (D oder /E) zu überarbeiten:

Teilaufgabe	Zu erledigen bis:
Feinschliff der Arbeit	30.03.2020

 BetreuerIn:	Zur Kenntnis genommen: Datum: <u>23.02.2020</u>  Unterschrift (Diplomand/in)
--	--