PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

A. Projektdetails

Kurztitel:	Smarte Speicherstadt
Langtitel:	Städtisches Speichermanagement durch Aktivierung und übergeordnete Steuerung der verfügbaren Strom-Wärmespeicher
Programm:	Smart Cities Demo - 8. Ausschreibung
Dauer:	01.07.2017 bis 31.07.2018
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	Stadtgemeinde Neulengbach
Kontaktperson - Name:	Leopold Ott, Stellvertretung: Matthias Zawichowski
Kontaktperson – Adresse:	Kirchenplatz 84 3040 Neulengbach Niederösterreich
Kontaktperson – Telefon:	+43-2772-5210 (Leopold Ott) +43-676-7509022 (Matthias Zawichowski)
Kontaktperson E-Mail:	Leopold.Ott@neulengbach.gv.at zawichowski@im-plan-tat.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	Burg 2025 – Personenkomitee Burg Neulengbach (Niederösterreich) im-plan-tat Raumplanungs GmbH & CO KG (Niederösterreich) Dipl. Ing. Lothar Rehse - Büro für Ecodesign und Systemforschung (Niederösterreich) 4ward Energy Research GmbH (Steiermark) 17&4 Organisationsberatung GmbH (Wien) message Marketing- und Communications GmbH (Wien)
Projektwebsite:	nicht vorhanden
Schlagwörter (im Projekt bearbeitete Themen-/Technologiebereiche)	☒ Gebäude ☒ Energienetze ☐ andere kommunale Ver- und Entsorgungssysteme ☒ Mobilität ☐ Kommunikation und Information

Projektgesamtkosten genehmigt:	256.324 €
Fördersumme genehmigt:	183.541 €
Klimafonds-Nr:	KR16SC0F13374
Erstellt am:	31.07.2018

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

B. Projektbeschreibung

B.1 Kurzfassung

Ausgangssituation / Motivation:	Im Sondierungsprojekt Smarte Speicherstadt spielen Energiespeicher (Strom, Wärme, Kälte) für die Bereitstellung von Flexibilität die zentrale Rolle. Elektrische Speicher (dezentrale PV-Stromspeicher, Batterien der E-Mobilität etc.) werden dabei mit thermischen Speichermöglichkeiten (z. B. Speichermasse von vorhandener Infrastruktur) verknüpft, damit die thermische Trägheit und Speicherfähigkeit im Sinne eines funktionalen Speichers bestmöglich genutzt werden kann. Diese Potentiale sind im Spartenverbund von Strom und Wärme besonders groß. Durch Einsatz von bspw. Power-to-Heat-Technologien können Wärmespeicher zu funktionalen Speichern werden und zusätzliche Flexibilitäten für das Energiesystem bereitstellen, die deutlich größer sind als jene durch bloße Lastverschiebung auf Ebene der Stromnetze. Erste Abschätzungen zeigen, dass in der Stadt Neulengbach ein „virtueller" Speicher mit einer kumulierten Größe von mind. 300 MWh durch Ausschöpfung sämtlicher Flexibilitäten in das System integrierbar wäre. Mit diesem Speicher sollte es möglich sein, RES-Überschüsse und Unterversorgungen des übergeordneten Energiesystems zu kompensieren. Dies hat in Niederösterreich eine besondere Bedeutung, da es das Bundesland mit der höchsten installierten Leistung an Windenergie in Österreich ist. Zur dafür zukünftig notwendigen Flexibilität will Neulengbach einen Beitrag leisten, indem ein Konzept für einen virtuellen Energiespeicher entwickelt werden soll. Die Komplexität und Interkonnektivität des Energiesystems bietet hier weitläufige Möglichkeiten Energie in den unterschiedlichsten Formen zu speichern und stellt gleichzeitig die Ausgangssituation für die technische Innovation des zugrundeliegenden Projektes dar.
Bearbeitete Themen-/ Technologiebereiche:	Gebäude, Energienetze, Speichersysteme, Mobilität, Kommunikation und Information, Bidirektionales Laden, Elektromobilität, Photovoltaik, Denkmalschutz, Power-to-Heat
Inhalte und Zielsetzungen:	Ein Ziel dieses Projekts ist die Untersuchung der Umsetzbarkeit einer Speicherstadt durch die Implementierung und Verknüpfung von unterschiedlichen Energiespeichern bzw. Flexibilitäten in einem intelligenten und vernetzten System. Dieses System soll über die notwendige Mess- und Regelinfrastruktur verfügen und die Herausforderungen der Stadt und der umliegenden Region berücksichtigen. Das zweite Ziel befasst sich mit den NutzerInnen und der BürgerInnenbeteiligung im Sinne der nachhaltigen Stadtentwicklung. Aus den umfassenden Erfahrungen des Konsortiums ist bekannt, dass hierbei klassische Beteiligungsmodelle, wie das Einrichten von Arbeitsgruppen, für eine nachhaltige BürgerInnenbeteiligung in Smart City-Projekten nicht mehr zeitgemäß sind. Das Projekt verfolgt daher neuartige Methoden der Partizipation hinsichtlich der Teilnahme an technischen Innovationen. Die Akzeptanz soll durch die Erhöhung der Beteiligungsbereitschaft der NutzerInnen erfolgen. Hierfür müssen

	ausreichende Information an die NutzerInnen vermittelt werden. Um die Beteiligung in einem befriedigenden Ausmaß im Sinne der Nachhaltigkeit zu garantieren, sollen zu Beginn sogenannte Gate Keeper (wichtige Personen innerhalb der Stadt) identifiziert werden, um im Sinne eines Peer to Peer Transfers (Kommunikation unter Gleichen) die gewünschten Effekte zu erzielen. Die nachhaltige Einbindung und Motivation der NutzerInnen soll dabei in mehreren Stufen in für die NutzerInnen angepasstem Tempo erfolgen. Zu Beginn steht hier jeweils die Stufe der Sensibilisierung und Aufklärung (z. B. im Zuge des Projektstarts) deren Ziel es ist, die Motivation und Interesse an den technologischen Lösungen zu wecken. Aufbauend darauf kann ein Empowerment erfolgen, welches den Aufbau von anwendungsorientiertem Wissen und entsprechenden Fähigkeiten zur Erhöhung der Selbstbestimmung der NutzerInnen ermöglicht. Das Projekt ist daher durch eine fachliche Begleitung bzw. laufende Feedbackmöglichkeit, aber auch von der Förderung der Vernetzung der NutzerInnen gekennzeichnet. Ein Erfahrungsaustausch nach der Startphase ermöglicht im Anschluss den nachhaltigen Betrieb der Technologien. Das Projektteam weist hinsichtlich der genannten Methoden betreffend BürgerInnenbeteiligung und Partizipation qualitativ hochwertige Erfahrungen und Referenzen auf. Zusätzlich bieten die Partner Stadtgemeinde Neulengbach und Burg 2025-Personenkomitee die Mitarbeit stark verwurzelter Multiplikatoren in Neulengbach. Dadurch wurde einerseits die Aktivierung von Bürgerinnen und Bürgern für die Teilnahme am Prozess ermöglicht. Durch die neuartige methodische Herangehensweise des Beteiligungsprozesses („Governance Experimentation“) wurde daher die Neugierde und das Interesse der Bevölkerung an der Mitwirkung nachhaltig geweckt.
Methodische Vorgehensweise:	Mit der Aufbereitung des Stands der Technik und wurden die Vorteile der neuen Ideen zur Energieversorgung gegenüber dem Ist-Zustand vorgestellt. Neben den bisherigen Aktivitäten der Stadtgemeinde Neulengbach im Bereich der Energieeffizienz und CO2-Einsparung werden die Ergebnisse der Analysen innerhalb des Projekts in Bezug auf das städtische Energiesystem sowie die Mobilität in Neulengbach vorgestellt. Ein Einblick in Daten zur Flächennutzung, Energieerzeugung und Energiebedarf sowie die Mobilitätssituation in Neulengbach und das Mobilitätsverhalten der BewohnerInnen wird gegeben. Der Einfluss von Raumstrukturen mit Fokus auf die Bedeutung von Dichte und Funktionsmischung, die Relevanz von Frei- und Grünflächen im urbanen Raum sowie Energieoptimierung von Gebäuden stehen dabei im Vordergrund. Parallel hierzu wurde die Schiene der Partizipation und Kommunikation im Projekt verfolgt. Durch zahlreiche Veranstaltungen wurde das Publikum gegenüber Speichertechnologien und innovativen Technologien sensibilisiert. Über die Meinungsbildner, die in den einzelnen Veranstaltungen für das Projekt gewonnen werden konnten, wurde eine Vielzahl an Menschen erreicht. Speziell der ExpertInnenkreis rund um das Sondierungsprojekt wuchs überraschend, weshalb nachhaltig einzelne weiterführende Projektvorhaben aus der smarte Speicherstadt resultierten.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen:	Grundsätzlich weist das Gemeindegebiet in Neulengbach große Potentiale für Photovoltaik-Nutzung auf, insgesamt stehen 57ha Dachflächen zur Verfügung, wovon 0,8 ha erst technisch genutzt sind. Da die klassische PV-Anwendung nicht immer aufgrund von Ortsbildschutz und Denkmalschutz möglich ist, wurde im Detail auch die Anwendung von PV-Dachziegeln, die im Dach integriert sind, geprüft. Beispielhaft wurden öffentliche Gebäude und die Burg auf die Eignung von PV-Nutzung evaluiert. Alleine auf der Burg könnte eine PV-Anlage im Ausmaß von 240 kW Leistung installiert werden. Der aus der PV-Nutzung gewonnene Strom kann künftig über ein Smart Grid sowohl auf der Burg als auch auf benachbarten Nutzungen (Straßenbeleuchtung) genutzt werden. In diesem Bereich wurde die Idee eines Smart Grids auf Gleichstrombasis aufbereitet. Betreffend die Mobilität wurde festgestellt, dass in Neulengbach ein sehr hoher Motorisierungsgrad besteht und in Relation hierzu der Besitz an Zeitkarten für die Nutzung des Öffentlichen Verkehrs eher gering verbreitet ist. Aufgrund der Veränderungen, die im Mobilitätsbereich anstehen, sind bereits in Neulengbach die ersten Ansätze erkennbar. Neben der regionalen Ladestellen-Offensive für Elektrofahrzeuge sind auch vereinzelt schon die ersten carsharing-Fahrzeuge in Betrieb.
Ausblick:	Das Projektkonsortium konnte während der Sondierungsphase unterschiedliche lokale Partner und externe ExpertInnen vernetzen, woraus sich mögliche weiterführende Projektvorhaben ergaben. Durch das Sondierungsprojekt smarte Speicherstadt wurde das Interesse an der Stromspeicherung in kommunalen Gebäuden in der Region wesentlich gehoben. Es resultierte daraus eine regionale Speicherinitiative, womit in erster Linie der örtliche PV-Strom im höheren Ausmaß im Gebäude genutzt werden soll. Diese regionalen Ansätze führten auch dazu, dass ein Projekt im Fördercall Smart Demo eingereicht wurde. In enger Abstimmung mit einem Akteur aus der Elektroschrottverwertung sollen gebrauchte Batterien aus Fahrzeugen in Form einer Second-Life-Nutzung als stationäre Speicher bei PV-Anlagen eingesetzt werden. Weiters wurde aufgrund des sehr agilen ExpertInnen-Netzwerks, das sich rund um die Burg Neulengbach gebildet hat, ein Projekt zur Energieforschung eingereicht, wo ein Smart Grid auf Gleichstrombasis im Detail untersucht werden soll. Dabei wird auch auf die herausfordernde Abstimmung zwischen Denkmalschutz und Photovoltaik im Detail eingegangen. Das DC-Netz soll auf der Burg Neulengbach Anwendung finden und auch benachbarte Nutzungen (z.B. örtliche Straßenbeleuchtung) mitversorgen. Ein weiteres Thema, das noch sehr viele unbeantwortete Fragen aufwirft, ist das bidirektionale Laden in der Elektromobilität. In diesem Bereich war ebenfalls das Projektkonsortium tätig und hat die ersten Annäherungen gewagt. Dabei konnten wesentliche Fragen aufbereitet werden, die künftig mittels Forschungsprojekten zu beantworten sind.

B.2 English Abstract

Initial situation / motivation:	Within the scope of the exploratory project "Smarte Speicherstadt", energy storage systems (electricity, heat, cold) play a central role in providing flexibility. Electrical storage (decentralized PV electricity storage, mechanical storage, e-mobility batteries, etc.) is combined with thermal storage facilities (eg storage mass of existing infrastructure) to make the best possible use of thermal inertia and storage capacity in the sense of functional storage. These potentials are particularly high in the electricity and heat sector. By using, for example, power-to-heat technologies, heat storage can become functional storage and provide additional flexibilities for the energy system, which are significantly greater than those by load transfer at the level of power grids. First estimates show that in the city of Neulengbach a "virtual" storage with a cumulative size of at least 300 MWh could be integrated into the system by exploiting all the flexibilities. With this storage, it should be possible to compensate for RES surpluses and shortages of the higher-level energy system. This is of particular importance in Lower Austria, as it is the federal state with the highest installed wind energy capacity in Austria. The city of Neulengbach wants to contribute to the future necessary flexibility by developing a concept for a virtual energy storage. The complexity and interconnectivity of the energy system offers many opportunities to store energy in a wide variety of forms and at the same time represents the starting point for the technical innovation of the underlying project.
Thematic content / technology areas covered:	Buildings, energy networks, storage systems, other municipal supply and disposal systems, mobility, communication and information
Contents and objectives:	One aim of this project is therefore to investigate the feasibility of a storage city by implementing and linking different energy stores or flexibilities in an intelligent and linked-up system. This system should have the necessary measurement and control infrastructure and take into account the challenges of the city and the surrounding region. The second objective deals with users and citizen participation in the sense of sustainable urban development. From the consortium's extensive experience, it is well-known that classic participation models, such as the formation of working groups, are no longer appropriate for sustainable citizen participation in smart city projects. The underlying project therefore pursues new methods of participation and activation of the population in terms of participation in technical innovation. Acceptance should be achieved by increasing the willingness of users to participate. For this, sufficient information must be conveyed to the users. In order to guarantee the participation to a satisfactory extent in the sense of sustainability, so-called gatekeepers (important persons within the city) should be identified at the beginning in order to achieve the desired effects in the sense of a peer-to-peer transfer. The sustainable integration and motivation of the users should take place in several stages with user-adjusted tempo. At the beginning, there is the stage of sensitization and enlightenment (eg in the course of the project start), the aim of which is to arouse the motivation and interest in the technological

	solutions. Based on this, an empowerment can be carried out, which enables the development of application-oriented knowledge and appropriate skills to increase the self-determination of the users. The project is therefore characterized by a professional accompaniment, a constant opportunity for feedback as well as an encouragement of the interconnectedness of the users. An exchange of experience after the start-up phase subsequently enables a sustainable operation of these technologies. As regards to the methods mentioned concerning civic empowerment and participation, the project team disposes of many valuable references and experiences. In addition, the project partners from the city of Neulengbach as well as the Burg 2025 Personenkomitee offer the support of deeply-rooted local opinion leaders. Hereby, the empowerment of citizens and their participation in this process was enabled. The novel methodical approach of the participation process ("governance experimentation") therefore aroused the curiosity and interest of the public in the participation in the long term.
Methods:	By processing the state of the art, the advantages of the new ideas and approaches developed for energy supply compared to the status quo were pointed out. In addition to prior activities of the city of Neulengbach in the fields of energy efficiency and CO2 savings, results of the analyses conducted within the project focussing on the urban energy system and mobility at Neulengbach are introduced. Insights as regards to land utilization, energy production, energy demand as well as mobility behaviour are provided. The impact of spatial structures focusing on the importance of density and functional mix, the relevance of open space and green areas within the urban space as well as energy optimization of buildings thereby have priority. Simultaneously, an approach focussing on participation and communication within the project was pursued. Numerous events sensitized the public as regards to storage technologies and innovative technologies. Opinion leaders that were filled with enthusiasm by attending these events were essential for reaching many more people than those who attended the events. Particularity, the circle of experts as regards to the exploratory project was growing surprisingly fast so that further project initiatives resulted from the „Smarte Speicherstadt“.
Results:	Principally, the municipal area of Neulengbach disposes of enormous potentials as regards to the usage of photovoltaics. In total, 57 hectares roof areas are available whereas only 0,8 hectares are already used technically. As the conventional utilization of photovoltaics is not always applicable due to the protection of the overall appearance of the townscape and the preservation of historical monuments, the use of photovoltaic roof tiles that are integrated in the roof was examined. Exemplary, the castle and public buildings were evaluated as regards to their suitability for a photovoltaic usage. The results were promising: Merely the castle allows the installation of a photovoltaic power plant of about 240 kW.

	The power that is generated by the use of the photovoltaics is then able to not only supply the castle with power but also energy consumers in the surroundings (i.e. street lightning) by the use of a smart grid. In this respect, the idea of a smart grid based on direct current was elaborated. As regards to mobility it was ascertained that the level of motorization is very high. Compared to that, the number of commutation tickets for public transfer is much smaller. Nevertheless, Neulengbach is already characterized by first attempts in order to successfully face the changes and challenges that the topic of mobility is currently implying. In addition to a regional initiative in order to enforce charging stations for electric cars, already the first carsharing locations were installed.
Outlook / suggestions for future research:	The project consortium was able to connect various local partners and external experts as part of the exploratory project, which resulted in potential further project intentions. Due to the exploratory project "Smarte Speicherstadt" the interest and demand for energy storage at municipal buildings within the region was raised significantly. Consequently, a regional campaign as regards to energy storage systems was initiated which was aimed at increasing the amount of local photovoltaic power used within a building. These regional approaches further led to a submission as part of the funding program „Smart Demo". In close collaboration with a stakeholder from the field of electrical scrap recovery, pre-owned vehicle batteries should be used as stationary energy storages in conjunction with photovoltaic power plants as part of a second life usage. Due to the agile network of experts that emerged in conjunction with the castle at Neulengbach, a further project in the field of energy research was submitted. In particular, this project was focusing on a detailed examination of a smart grid based on direct current. Thereby, the challenging reconcilement between the preservation of historical monuments and photovoltaics is dealt on with in detail. The direct current grid is aimed at being applied at the castle and to further ensure neighboring usage (i.e. street lightning). A further issue that raises many unanswered questions is the topic of bidirectional charging in the field of electric mobility. The project team also investigated this issue and considered first steps and approaches. In doing so, fundamental questions were raised that have to be answered as part of future research projects.

A. Projektdetails **1**

B. Projektbeschreibung **3**

B.1 Kurzfassung *3*

B.2 English Abstract *6*

1 Einleitung 12

1.1 Die Stadtgemeinde Neulengbach im Überblick 12

1.2 Aufgabenstellung 13

1.3 Schwerpunkte des Projekts 15

1.4 Aufbau dieser Arbeit 16

B.3 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt *17*

2 Zielsetzungen und Aktivtäten der Stadtgemeinde Neulengbach 17

3 Analyse des städtischen Energiesystems 18

3.1 Flächennutzung 18

3.2 Energieerzeugung 18

3.2.1 Stromerzeugung 18

3.2.1.1 Kommunal betriebene PV-Anlagen 18

3.2.1.2 Privat betriebene PV-Anlagen 19

3.2.1.3 Sonstige stromerzeugende Anlagen 19

3.2.2 Wärmeerzeugung 19

3.2.2.1 FW-Netz im Norden vom Schlossberg 19

3.2.2.2 FW-Netz im Süden 20

3.3 Energiebedarf 20

3.3.1 Strombedarf 21

3.3.2 Gas- und Wärmebedarf 22

3.3.3 Treibstoffbedarf 24

3.3.1 Gesamtenergiebedarf der Gemeinde Neulengbach 25

4 Exkurs: Neue PV-Technologien im Konsens mit dem Denkmalschutz 26

4.1 Solardachziegel (PV-Dachziegel) 26

4.2 Transluzente PV-Module 27

4.3 Anwendungen und Musterbeispiele zur Stromspeicherung 29

4.3.1 Stromspeicher zur Eigenverbrauchsoptimierung 30

4.3.2 Stromspeicher zur Netzstabilisierung 30

4.3.3 Notstrom- USV-Funktion 33

4.3.4 Empfehlungen zur Umsetzung der hauseigenen Speicheranlage 34

4.3.5 Musterbeispiele – Größter Batteriespeicher der Welt 35

4.3.6 Musterbeispiel - Größter Batteriespeicher der Schweiz 35

4.3.7 Stromtarife für Speicher – Beispiel Sonnenflat 36

4.4 Die Stadt als virtueller Energiespeicher 36

5 Mobilitätsanalyse 38

5.1 Ausgangssituation im Bereich Mobilität 38

5.1.1 Individualverkehr 38

5.1.2 Öffentlicher Verkehr 39

5.1.3 Rad- und Fußgängerverkehr 40

5.1.4 E-Car-Sharing und andere Mobilitätsangebote 41

5.2 Mobilitätsverhalten und Mobilitätskennzahlen 43

B.4 Ergebnisse des Projekts *49*

6 Energetische Potentialanalyse 49

6.1 Energetische Nutzung zusätzlicher Biomasse 49

6.2 Nutzung von Abwärme 49
6.3 Stromerzeugung durch erneuerbare Energie 50
6.3.1 Photovoltaik-Anlagen 50
6.3.1.1 Simulationsmodell 50
6.3.1.1.1 Sonnengang 50
6.3.1.1.2 Strahlung auf eine geneigte Fläche 51
6.3.1.1.3 PV-Ertrag 55
6.3.1.1.4 Verschattung 57
6.3.1.2 Untersuchte Gebäude 58
6.3.1.2.1 Burg Neulengbach 58
6.3.1.2.1 Volksschule 63
6.3.1.2.2 Bauhof 68
6.3.1.3 PV-Potential der Stadt 70
6.3.2 Solarthermieanlagen 70
6.3.3 Windkraftanlagen 70
6.3.4 Kleinwasserkraftanlagen 71
6.3.5 EE-Potentiale der Gemeinde Neulengbach 71
6.4 Energieeinsparung im kommunalen Bereich 73
6.4.1 Straßenbeleuchtung 73
6.4.2 Beleuchtung kommunaler Gebäude 74
6.4.3 Blackout-Prävention Rathaus 74
6.4.3.1 PV-Unterstützung 75
6.4.3.2 Schutzeinrichtungen gem. TOR D4 77
7 Die Burg Neulengbach als Speicher 79
7.1 Geschichte der Burg 79
7.2 Aufbau der Burg 81
7.2.1 Hochburg 81
7.2.2 Vorwerk 82
7.2.3 Schlössl 83
7.3 Szenarien 83
7.4 Heizlast und Heizwärmebedarf 84
7.4.1 Berechnungsmethode und Rahmenbedingungen 84
7.4.2 Ergebnis 86
7.4.3 Einsparungen, Dämmungen 86
7.4.3.1 Deckendämmung 87
7.4.3.2 Fensterrenovierung bzw. Fenstertausch 89
7.4.3.3 Innenhofüberdachung 90
7.4.3.4 Kombination aus Decken- und Fensterdämmung sowie Innenhofüberdachung 93
7.5 Vergleich von Heizungssystemen 94
7.5.1 Pellets/Hackschnitzel 95
7.5.2 Erdgas 95
7.5.3 Heizöl 97
7.5.4 Fernwärme 97
7.5.5 Elektrische Widerstandsheizung (Infrarotheizung) 98
7.5.6 Wärmepumpe (Abwärme der Tiefgarage) 99
7.5.7 Eispeicher 100
7.6 Strombedarf 101
7.7 Speichermöglichkeiten 103
7.7.1 Wärme 103
7.7.2 Strom 104
7.8 Smart Grid 105
7.9 DC-Smart Grid 107
7.10 Die Burg als Wärmespeicher 110
7.11 Der Schlossberg als Speicher 111

8 Burg und Schlossberg als neuer/alter sozialer und kultureller Begegnungsort – mehr als ein technischer Speicher 113
8.1 Wieder-Öffnung der Burg Neulengbach für die Bevölkerung und Einzug der Zukunft in die Burg 113
8.1.1 Ideenwettbewerb: Neugestaltung der Burg 114
8.1.2 Open Future Labs Day 115
8.1.3 SpeicherWERKStadt 115
8.1.4 Burgführungen 2.0 – Kulturdenkmal trifft auf neue Ideen 116
8.1.5 Social Furniture: Begegnung unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen an einem ungewöhnlichen Ort 117
8.1.6 Speicher-Workshops in Volksschulen 119
8.1.7 BURG:Honig – Honigschleudern mit SchülerInnen 119
8.1.8 Zukunftssalon in der Burg 120
8.2 Öffnung der Burg für innovative ExpertInnen 120
8.2.1 Versammlungen innovativer Institutionen und Projekte auf der Burg 120
8.2.2 Sicherheits-Workshop regionaler Feuerwehren 121
8.2.3 HandwerkerInnen-ExpertInnen-Workshop / Umsetzungsworkshop 121
8.3 Skizzierung des Beteiligungsprozesses 122
9 Schlosspark Neulengbach - Bedeutung für die Stadt und die Burg 124
9.1 Naturschutz/Naturdenkmal 124
9.2 Naherholungsraum 125
9.3 Mikroklima, lufthygienische Ausgleichsfunktion und Wasserhaushalt 125
9.4 Kulturlandschaftliche und künftige Bedeutung 126
10 Erkenntnisse Mobilität 127
10.1 Mobility-as-a-service (MaaS) 127
10.2 E-Roller/E-Scooter-Sharing 128
10.3 Ausbau von E-Ladeinfrastruktur in Neulengbach - Nachrüstung von Ladestationen in Wohnbauten 129
11 Geschäftsmodell Mobilität 133
11.1 Bedeutung und Funktionsweise von bidirektionalem Laden 133
11.2 Musterprojekte/Pilotprojekte - bidirektionales Laden/V2G/Smart Grid 134
11.3 Bidirektionales Laden in der Parkgarage – das Parkhaus als Speicher 135

B.5 Erreichung der Programmziele 140

B.6 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen 142
12 Schlussfolgerungen zur Energetischen Potentialanalyse 142
12.1 Analyse der Einsparpotentiale 142
12.2 Potentialanalyse PV-Anlagen 142
13 Smart Grid Neulengbach – smarte Speichersysteme für die smarte Speicherstadt 143
13.1 Schlussfolgerungen aus der Marktrecherche Speichersysteme 143
13.2 Smart Grid auf Gleichstrombasis 143
14 Speicherpotentiale Schlossberg und Burg 144
15 Schlussfolgerungen Mobilität 144

B.7 Ausblick und Empfehlungen 145
16 Ausblick 145
17 Empfehlungen 147

C. Literaturverzeichnis 149

D. Anhang 155

1 Einleitung

1.1 Die Stadtgemeinde Neulengbach im Überblick

Die Stadtgemeinde Neulengbach liegt im westlichen Wienerwald und darf sich seit Jahren über laufenden Zuzug von neuen BewohnerInnen freuen. Diese positive Bevölkerungsentwicklung fußt einerseits auf der optimalen Erschließung und räumlichen Lage der Stadt. Der direkte Anschluss an die Verkehrsachsen Westbahn und Westautobahn, sowie andererseits die geografische Lage zwischen den Ballungsräumen Wien und St. Pölten stellen optimale Standortfaktoren dar.

Das Wahrzeichen der Stadt, welchem auch im zugrundeliegenden Projekt große Bedeutung zukommt, ist die im 12. Jahrhundert errichtete Burg Neulengbach. Die gut erhaltene Burg liegt erhaben über der Stadt auf dem Schlossberg und ist bereits von Weitem sichtbar.

Mittlerweile leben in der vergleichsweise „jungen“ Stadt Neulengbach (das Stadtrecht wurde im Jahr 2000 verliehen) mehr als 8.000 EinwohnerInnen (Tendenz stark wachsend), wodurch die Stadtgemeinde die größte Gemeinde im gesamten Bezirk St. Pölten Land ist. Dieses rasche Wachstum bedingt aber auch, dass die soziale und technische Infrastruktur, aber auch das Energiesystem laufend erweitert bzw. ausgebaut werden muss. Andererseits wird beabsichtigt, dass die EinwohnerInnen auch in ihrer Heimat einen Arbeitsplatz finden sollen und nicht ausschließlich in die Ballungszentren pendeln müssen.

Die Wirtschaftsentwicklung in der Region ist ebenfalls als positiv zu bewerten. Im Zeitraum von 2001 bis 2011 wurde in der Region ein Wachstum der Anzahl der Arbeitsplätze um etwa 20 % auf 10.000 verbucht, mit einem Lehrlingsstellenanteil von etwa 5,5 %. Abb. 1 zeigt die Verteilung der Erwerbstätigen in der Region, anhand der Grafik ist zu erkennen, dass sich in Neulengbach eine positive Entwicklung der Erwerbstätigenzahlen zwischen 2001 und 2011 eingestellt hat. Einerseits nahm die Bedeutung des Dienstleistungssektors im regionalen Branchenmix in den letzten 10 Jahren deutlich zu und andererseits ist die Zahl der Ein-Personen-Unternehmen (EPU) überproportional angestiegen (+ 330 %). Weiters war in den letzten 10 Jahren eine Entwicklung hin zu höheren Ausbildungsgraden bei den Jugendlichen zu beobachten. Es ist jedoch anzumerken, dass ein großer Teil der regionalen Bevölkerung zu ihren Arbeitsstellen pendelt. Dabei wird jedoch zumeist nicht innerhalb der Region gependelt, sondern vor allem nach Wien oder St. Pölten, mit Pendeldistanzen von etwa 70 km.

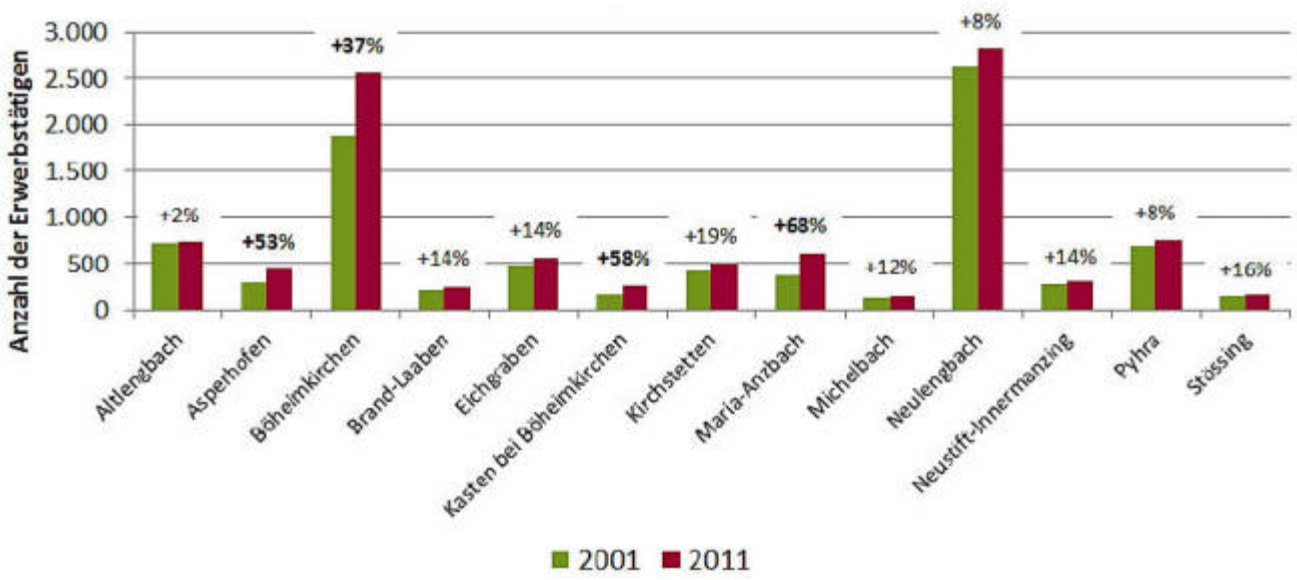


Abb. 1: Verteilung der Erwerbstätigen in der Region Elsbeere Wienerwald[1]

[1] Region Elsbeere Wienerwald, 2013.

Betreffend Energieversorgung und Klimaschutz ist die Stadtgemeinde Neulengbach aktiv in die Klima- und Energiemodellregion Elsbeere Wienerwald eingebunden. Die Region betreibt seit 2007 für die Stadtgemeinde Neulengbach, sowie für alle anderen 13 Mitgliedsgemeinden die Energiebuchhaltung für öffentliche Gebäude. In der Klima- und Energiemodellregion werden so 80 öffentliche Gebäude laufend beobachtet und Verbesserungen in der Energieversorgung aufgezeigt und umgesetzt.

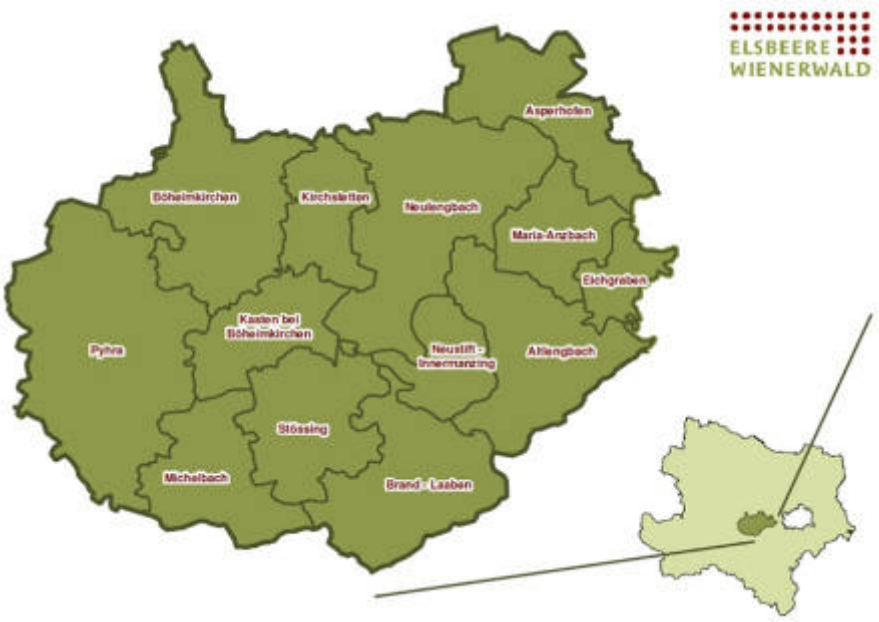


Abb. 2: Überblickskarte der Region Elsbeere Wienerwald[2]

1.2 Aufgabenstellung

Die aktuellen Herausforderungen, denen sich Neulengbach im Kontext der Entwicklungen der letzten Jahre stellen muss, spiegeln sich auf mehreren Ebenen wider:

- **Energie:**
  Die steigenden Anteile erneuerbarer Erzeugung im regionalen und überregionalen Spektrum ist durchaus als positiv zu bewerten, jedoch führt diese Entwicklung zu Erzeugungsspitzen, welche über das Netz abtransportiert werden müssen. Dies resultiert in einer mitunter starken Belastung der Verteilnetze. Hier besteht ein Bedarf an der Bereitstellung von Flexibilität deren zentrale Steuerung dem gesamten System zuträglich sein kann.
  Bei den Photovoltaik-Projekten der Klima- und Energiemodellregion Elsbeere Wienerwald zeigte sich vor allem, dass die Eigenversorgungsanlagen speziell auf den öffentlichen Gebäuden aber auch auf den privaten Gebäuden zu groß dimensioniert sind. Daher besteht großes Interesse an der Implementierung von Speichertechnologien zu diesen Anlagen.
  In der Stadtgemeinde Neulengbach sind mit Jahresende 2017 196 PV-Anlagen am Netz, die eine Leistung von 1.137 kW bringen. In der gesamten Region (Klima- und Energiemodellregion Elsbeere Wienerwald waren mit Jahresende 912 PV-Anlagen aktiv, die eine Leistung von 6.538 kW jährlich liefern.[3]

[2] Leader-Region Elsbeere Wienerwald, 2018.
[3] PV Liga Niederösterreich; 2018.

- **Mobilität:**
  In Neulengbach ist ein steigendes Interesse an Elektromobilität zu verzeichnen (E-Mobility Sharing-Autos, Sammeltaxis sowie aktuell mit Stand 2017 26 Elektrofahrzeuge[4] in der Stadtgemeinde). Hier kommt vor allem der Nutzung von E-Mobilität im kommunalen Fuhrpark großes Interesse zu. Der Innovationswille in Neulengbach ist in diesem Bereich sehr ausgeprägt, was sich in den bereits bestehenden Mobilitätsdienstleistungen (z.B. „Wadlpass“) zeigt. Neben dem motorisierten Individualverkehr sind aufgrund der Parkplatzsituation in der Innenstadt neue Mobilitätsansätze zu verfolgen. Zudem können durch die Forcierung der E-Mobilität zusätzliche dezentrale / mobile Speichermöglichkeiten in der Stadt geschaffen werden.
  Die Stadtgemeinde Neulengbach hat aber mit der Attraktivierung der Stadteinfahrt (Klosterberg) bewiesen, dass die Stadtregierung umfangreiche Initiativen zur Forcierung des Fahrradverkehrs verfolgt, was sogar mit einem Vorzeigeprojekt bei klima:aktiv mobil ausgezeichnet wurde.

- **Stadtentwicklung:**
  Die sinkende gewerbliche Attraktivität der Innenstadt führt zu einer Schwächung der Region, sowie zu einer Steigerung des Mobilitätsbedarfs der Bevölkerung. Dieser Umstand wird in weiterer Folge, durch mangelnde Anstellungsmöglichkeiten in den klassischen Berufen zu einer weiteren Erhöhung der Pendlerrate und damit der Umweltbelastung führen. Im Zuge des Projektes sollen daher die Möglichkeiten erarbeitet und geprüft werden, um das Stadtzentrum (inkl. der Burg Neulengbach) zu revitalisieren und für die Lösung der Herausforderungen der „Stadt als Energieschwamm“ zu nutzen.
  Im Rahmen der Aufbereitung der Stadtentwicklung Neulengbachs wird auf das Mikroklima wesentlich geachtet, das besonders durch lokale Grünflächen positiv beeinflusst werden kann. Daher wird u.a. Augenmerk auf die strategische Bedeutung des Schlossparks gelegt, der im Herzen der Stadt positive Funktionen für das Mikroklima in der Stadt übernimmt. Der Schlosspark ist aber nicht entsprechend ausreichend geschätzt, da diese Grünfläche seit jeher im Stadtbild vertreten war. Eine Attraktivierung und bewusstseinsfordernde Maßnahmen wären diesbezüglich notwendig.

- **Partizipation – BürgerInnenbeteiligung:**
  Der Prozess der Stadterneuerung Neulengbach hat bislang gezeigt, dass die klassischen Formate der BürgerInnenbeteiligung, wie Arbeitsgruppen ausgedient haben. Im Rahmen der Smart City Speicherstadt Neulengbach werden mit den ExpertInnen des Projektteams neue Formate aufbereitet und angewendet, um so einen attraktiven und innovationsgeladenen Prozess der BürgerInnenbeteiligung starten zu können.

- **Regionales Umfeld:**
  Im überregionalen Kontext betrachtet, zeichnet sich der Bezirk St. Pölten-Land durch eine sehr hohe Durchdringung erneuerbarer Erzeugung aus – 48,8 MW[5] im Jahr 2014. In Niederösterreich wird gesamt eine installierte Leistung von 968 MW erreicht. Daraus resultiert eine hohe Netzbelastung. Im Masterplan des österreichischen Übertragungsnetzbetreibers APG ist die windstarke Region Niederösterreich als eine der Regionen mit einem Handlungs- und Ausbaubedarf tituliert.[6] An dieser Stelle kann die Speicherstadt Neulengbach als „Energieschwamm“ für die gesamte Region dienen.

Das Projektkonsortium ist sich einig, dass für zukünftige Energie- und Mobilitätssysteme Gesamtkonzepte unter Einbindung der Stadtentwicklung erarbeitet werden müssen, um den bestehenden Herausforderungen gerecht zu werden. Gerade im Fall von Neulengbach ergibt sich durch die Einbindung der Stadtentwicklung mit dem Fokus der Steigerung der Attraktivität der Stadtgemeinde für Unternehmen ein hohes Zukunftspotential. Durch die Umsetzung eines gesamtsystemischen Energiemanagements, das Vorteile für die einzelnen NutzerInnen geniert, wird die Attraktivität der Stadtgemeinde Neulengbach als Wirtschaftsstandort positiv beeinflusst.

Diese Gesamtkonzepte werden unterschiedliche Technologien in allen relevanten Bereichen einschließen und miteinander in Einklang bringen müssen. Gerade wenn es um die Entwicklung von Regionen und Gemeinden geht, ist ein holistischer Ansatz von hoher Wichtigkeit, da die untrennbare Interkonnektivität der Bereiche Verkehr, Energie, etc. gegeben ist. Diese starke Vernetzung der Teilbereiche führt dazu, dass eine Änderung in einem

[4] Statistik Austria
[5] IG Windkraft, 2014.
[6] APG, 2013.

Bereich sich maßgeblich auf die anderen Bereiche auswirkt, und umgekehrt. Dieser Effekt ist jedoch als Chance zu bewerten, da er somit zum Motor für eine gesamte Region werden kann. Dafür ist es jedoch notwendig eine übergreifende Herangehensweise zu wählen, da erst dann das Optimum aus allen Bereichen erreicht werden.

Weiters ist das Konsortium sich einig, dass eine Umsetzung einer solchen zentralen Steuerungs- und Planungseinheit regional verwurzelt und lokalisiert sein muss, um die notwendige Akzeptanz und Unterstützung in der Bevölkerung zu erhalten.

1.3 Schwerpunkte des Projekts

Aufgrund der beschriebenen Problemstellung und dem zu Grunde liegenden Stand der Technik bedarf es einer umfassenden und interdisziplinären Betrachtung. Dieser Ansatz ist komplex und erfordert unter anderem die Beantwortung folgender Fragen:

- Technische Fragestellungen:
    - Wie stellt sich die energetische Situation des lokalen, regionalen und überregionalen Gebietes dar?
    - Wie stellen sich die Energieflüsse für Wärme und Strom im Forschungsgebiet ein?
    - Für welche lokalen und regionalen Energiemengen ist das System auszulegen?
    - Welche Speichertechnologien eigenen sich zur Umsetzung eines regionalen Energiemanagementsystems?
    - Welche Möglichkeiten zur Speicherung von Energie sind im Forschungsgebiet bereits vorhanden und welche Potentiale ließen sich einfach erschließen?
    - Kann die Funktionalität der Speicherstadt systemdienlich gestaltet werden?
    - Welche kommunikations- und regeltechnischen Infrastrukturen sind bereits vorhanden oder müssen zur Umsetzung der Speicherstadt geschaffen werden?
    - Wie muss eine Energie- und Mobilitätssystem gestaltet sein, um die Umsetzung der Speicherstadt zu ermöglichen.
    - Wie kann die Infrastruktur des Stadtzentrums zur Errichtung einer „Speicherstadt“ technisch beitragen (z.B. Errichtung eines Kavernenspeichers im Schlossberg)?
- Rechtliche Fragestellungen:
    - Wie stellt sich die rechtliche Situation hinsichtlich Eigentum und Betrieb in den Systemen der Speicherstadt dar?
    - Welche Möglichkeiten zur Nutzung der Flexibilitäten ergeben sich durch rechtliche Vorgaben?
    - Inwieweit betrifft die Umsetzung einer Speicherstadt den Denkmalschutz? Welche Abstimmungen müssen vorab mit dem Denkmalschutz vorgenommen werden?
- Soziale Fragestellungen / Fragestellungen hinsichtlich des Partizipationsprozesses:
    - Wie können die Bedürfnisse der Beteiligten und Bewohner der Speicherstadt erfasst und umgesetzt werden?
    - Wie können Synergien gefördert werden und wie kann negativen Entwicklungen entgegengesteuert werden?

- Zeigt die Bevölkerung der Stadtgemeinde Neulengbach Interesse an der Projektausrichtung?
- Mit welchen Beteiligungsangeboten kann die Attraktivität des Prozesses für Bürgerinnen und Bürger gehoben werden?

- Ökonomische Fragestellungen:
  - Ist es möglich die Wirtschaftlichkeit für alle Beteiligten an der Speicherstadt zu gewährleisten und darzustellen?
  - Gibt es bereits Businessmodelle, die den Betrieb einer regionalen Flexibilität ermöglichen? Wenn nicht, wie müsste ein solches Businessmodell ausgestaltet sein?
  - Nach welchen Kriterien muss die Einsatzplanung der Systemflexibilität erfolgen, um eine Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems zu garantieren.

Demnach besteht in der Stadt Neulengbach ein Handlungsbedarf um die aktuellen Herausforderungen zu meistern und die Rolle einer Vorzeigestadt einzunehmen und damit als Vorbild für Stadtgemeinden in Österreich zu dienen.

1.4 Aufbau dieser Arbeit

Im Kapitel B.3 werden zunächst die Ziele und laufende Aktivitäten der Stadtgemeinde Neulengbach aufgelistet. Als Vorarbeit zum Kapitel B.4 wird danach der Ist-Zustand aus Sicht der Energie und Mobilität erhoben. Weiters werden in diesem Kapitel neue Technologien (z.B. Solardachziegel, transluzente PV-Module) aufbereitet, auf die im Kapitel B.4 wieder Bezug genommen wird. In Kapitel B.4 werden alle Ergebnisse dieser Arbeit behandelt. In welchem Grad die Ergebnisse die Zielvorgaben des Förderprogramms erfüllen, wird in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** diskutiert. Schließlich werden auf Basis der Ergebnisse die Schlussfolgerungen abgeleitet und abschießend ein Ausblick gegeben.

B.3 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt

In diesem Kapitel werden der Stand der Technik und alle wichtigen Vorarbeiten zum Thema aufgezeigt, die notwendig sind, um die Vorteile der neuen Konzepte gegenüber dem Ist-Zustand verdeutlichen zu können. Eine präzisere Vorstellung des Innovationsgehalts und aller damit einhergehenden Resultate dieses Projektes sind die Folge. Es werden die Vorgangsweise und die dafür notwendigen Daten beschrieben.

2 Zielsetzungen und Aktivtäten der Stadtgemeinde Neulengbach

Die Stadtgemeinde Neulengbach ist seit der Anerkennung der **Klima- und Energiemodellregion Elsbeere Wienerwald** im Jahr 2012 Teil dieser. Im Rahmen der Umsetzungs- und Weiterführungsphase wurden bereits zahlreiche Maßnahmen in Neulengbach realisiert, wie etwa die Errichtung einer Fernwärme-Anlage, Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED oder diverse Aktionen im Bereich Elektromobilität und Gebäudesanierungen.

Neulengbach ist zudem auch Teil der **Leaderregion Elsbeere Wienerwald**. Im Jahr 2007 schlossen sich die sechs Wienerwald Gemeinden Asperhofen, Brand Laaben, Eichgraben, Kirchstetten, Maria Anzbach und Neulengbach mit den fünf Mostviertelgemeinden Böheimkirchen, Kasten, Michelbach, Stössing und Pyhra zusammen, um als Leaderregion innovative Projekte zur Stärkung und Entwicklung des ländlichen Lebensraums, der ländlichen Wirtschaft und der Lebensqualität in den einzelnen Gemeinden vorantreiben zu können. Zu Beginn war diese Kooperation unter dem Namen "Region 5+WIR" bekannt, im Jahr 2009 erfolgte die Umbenennung auf „Region Elsbeere Wienerwald“. Seit dem Jahr 2014 zählen auch die Marktgemeinde Altlengbach sowie die Gemeinde Neustift-Innermanzing dazu. Aktuell beschäftigt man sich in der Leaderregion beispielsweise mit dem Aufbau regionalen Stromtankstellennetzes im Rahmen des Projekts „E-WALD“. Ziel ist es, aktiv Privatpersonen und Unternehmen an Board zu holen, um auf die Weise eines der dichtesten Ladestellennetze Europas zu etablieren. Die ersten Stromtankstellen wurden nun bereits erfolgreich installiert, ein Förderprojekt unter dem Titel „Speicheroffensive“[7] ist in Vorbereitung.

Die Stadtgemeinde Neulengbach gehört seit dem Jahr 2014 zudem zu den wenigen niederösterreichischen Städten, die an der landesweiten Aktion **Stadterneuerung** teilnehmen. Neben der Verbesserung der Lebensqualität soll durch den sogenannten STERN-Prozess auch eine Attraktivitätssteigerung der Stadt erreicht werden. Im Zuge dessen wurde beispielsweise eine Bibliothek errichtet, ein Skaterpark sowie ein Beachvolleyballplatz realisiert, ein Elternkindzentrum eröffnet, das Rathaus umgebaut sowie eine eigene Stadtmarke entwickelt.[8]

Die Burg Neulengbach fungiert nicht nur als räumliches Zentrum der Stadt sondern befindet sich auch im Mittelpunkt vieler Aktivitäten, um diese erneut einer nachhaltigen, wirtschaftlichen Nutzung zuzuführen. Das seit Jahrzehnten ungenutzte historische Gebäude soll zukünftig für die Stadt und die Region wieder zugänglich gemacht werden und als Ort des Zusammentreffens und der Kreativität wertvolle Impulse für die Stadt und die Region generieren. Zu diesem Zweck wurde ein **Personenkomitee** („BURG:2025“) gegründet. Im Rahmen eines **Ideenwettbewerbs** im Jahr 2016/2017 konnten bereits wertvolle Konzepte und Ideen für die Weiterentwicklung der Burg Neulengbach bis zum Jahr 2025 hervorgebracht werden.

Demografischer Wandel, Umwelt- und Verkehrsprobleme sind nur einige wenige der Herausforderungen, denen sich moderne Städte heutzutage stellen müssen. Besonders im Energiebereich erfordern ein stetig steigender Energiebedarf sowie die Möglichkeiten, die erneuerbare Energieträger eröffnen, stetig aktives Handeln. Intelligente und vernetzte Maßnahmen sind hierbei der Schlüssel zu einer nachhaltigen Entwicklung. Die Stadtgemeinde Neulengbach hat diesen Handlungsbedarf bereits erkannt und setzt aktiv Maßnahmen für eine zukunftsorientierte, nachhaltige Entwicklung der Stadt.

Wie bereits im Memorandum „Städtische Energien – Zukunftsaufgaben der Städte“ [9] des deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) aus dem Jahr 2012 erwähnt

[7] Ausschlaggebend für die Initiative „Speicheroffensive“ war das Sondierungsprojekt smarte Speicherstadt Neulengbach, wo das Thema der Energiespeicherung öffentlich diskutiert wurde.
[8] Brüll, D., 2018.
[9] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) Deutschland (Hrsg.), 2012.

wird, ist von den Städten aktuell und künftig eine lokale und regionale Umsetzung der Energiewende zu forcieren, die in Einklang mit den Stadt- und Raumentwicklungskonzepten entwickelt wird. Die verstärkte Nutzung von regenerativen Energien wird Stadt- und Landschaftsbilder verändern. Dies führt zu neuen Herausforderungen bei der Sanierung und dem Neubau von Gebäuden und Quartieren. Ein Ziel dabei sollte es sein, die in Europa zumeist lebenswerten und anpassungsfähigen Städte zu erhalten. Zudem sollen die gesellschaftlichen Energien und Ressourcen, die in einer Stadt in Form von kreativen Menschen und engagierten und kompetenten Bürgerinnen und Bürgern vorhanden sind, zu nutzen. Im Memorandum wurden vier Aufgabenfelder für eine nachhaltige Stadtentwicklung formuliert, die auch für die Stadt Neulengbach von großer Bedeutung sind: ein behutsamer, ökologischer Umbau von Gebäuden und Quartieren, eine technologische Erneuerung stadttechnischer Infrastrukturen, die Entwicklung einer neuen Mobilität und eine gesellschaftliche Integration. Um diese Herausforderungen erfolgreich meistern zu können ist es notwendig, diese Aufgaben nicht isoliert, sondern in ihrer Gesamtheit zu betrachten und das Zusammenspiel zwischen Stadt und Umland zu forcieren.

3 Analyse des städtischen Energiesystems

In diesem Kapitel wird eine Ist-Zustandserhebung der eingesetzten Energiesysteme der Stadtgemeinde Neulengbach durchgeführt. Nach einer Analyse der Flächennutzung werden aktuelle Zahlen der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs der Stadtgemeinde Neulengbach dargestellt und gegenübergestellt. Auf Basis dieser Erhebungen wird im Kapitel 6 eine energetische Potentialanalyse durchgeführt.

3.1 Flächennutzung

In der nachfolgenden Tab. 1 werden die in Neulengbach vorherrschenden Flächennutzungen und ihre jeweiligen Anteile an der gesamten Gemeindefläche dargestellt.

Tab. 1: Flächennutzungen in Neulengbach

Bezeichnung	Flächen [ha]	Anteil an der Gemeindefläche [%]
Gemeindefläche	5.194	100,0
Wald	1.192	23,1
Ackerland (ohne Brachflächen)	2.407	46,6
Grünland (ohne Almen)	574	11,1

Mit 2.407 ha nimmt das Ackerland den größten Anteil an der Gemeinde ein. Wesentlich kleiner Anteile verzeichnen in diesen Zusammenhang der Wald mit 1.192 ha bzw. das Grünland mit 574 ha. Unter Berücksichtigung der gesamten Fläche stehen in der Gemeinde in etwa 1.021 ha für alle anderen Flächennutzungen zur Verfügung.

3.2 Energieerzeugung

In diesem Kapitel wird die Energieerzeugung der Gemeinde Neulengbach näher erläutert, wobei vor allem auf die Bereiche Strom- und Wärmeerzeugung eingegangen wird.

3.2.1 Stromerzeugung

Alle bekannten regionalen Stromerzeuger werden in diesem Zusammenhang vorgestellt. Recherchen zeigten, dass in der Gemeinde ausschließlich Photovoltaik zur Erzeugung von Strom genutzt wird.

3.2.1.1 Kommunal betriebene PV-Anlagen

Als kommunales Vorzeigeprojekt[10] ist die PV Anlagen des Freibads zu nennen. Dieser Strom wird unter anderem für die Energieversorgung der Pumpenanlagen zur Förderung des Trinkwassers aus dem Brunnenfeld im Bereich

[10] Das Vorzeigeprojekt wurde gemeinsam mit der Klima- und Energiemodellregion Elsbeere Wienerwald entwickelt und als KEM-Invest Projekt umgesetzt.

des Freibades verwendet.[11] Weiters steht auch eine PV-Anlage am Dach der NMS Neulengbach in Betrieb. Die PV-Anlage am Dach der NMS Neulengbach wurde im Oktober 2014 umgesetzt und über den Klimafonds (KEM-Invest) ermöglicht. In den Folgejahren konnten bereits erhebliche Einsparungen beim Stromverbrauch aus dem öffentlichen Netz ermittelt werden, wie die untenstehende Abbildung zeigt.

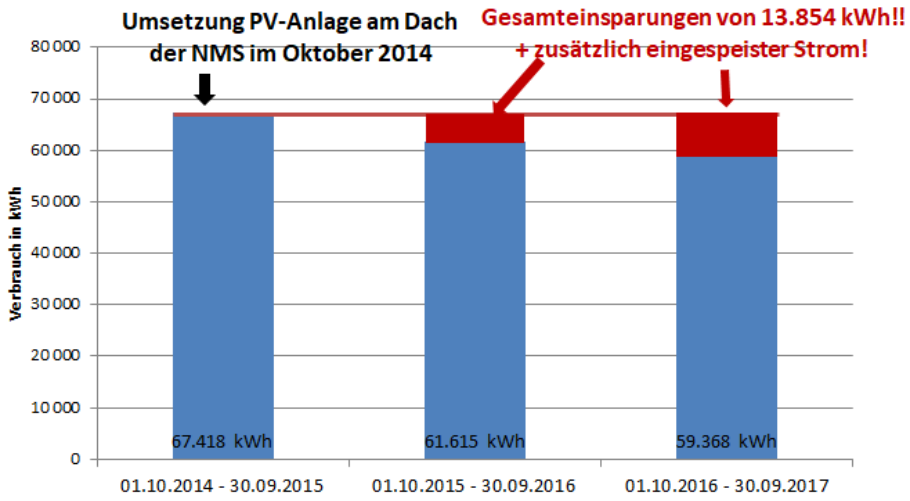


Abb. 3: Stromverbrauch der NMS Neulengbach nach Umsetzung einer PV-Anlage am Dach der NMS (Datenquelle Energieverbrauch: EVN)

Weitere Analysen zeigten aber auch, dass noch mehr Stromeinsparungen aus dem öffentlichen Netz zu erzielen wären, wenn ein Speichermedium vor Ort in Betrieb wäre und speziell in den Nachtstunden die Stromversorgung stützen könnte.

3.2.1.2 Privat betriebene PV-Anlagen

In der Gemeinde Neulengbach gibt es insgesamt 196 PV-Anlagen (privat und öffentlich) mit einer Leistung von 1.137 kWp. Im Jahr 2017 wurden 18 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 123 kWp installiert.[12,13]. Berücksichtigt man einen durchschnittlichen Ertrag von 89,5 kWh/m^2 [14] ergibt sich eine jährliche Energiemenge von 0,72 GWh/a.

3.2.1.3 Sonstige stromerzeugende Anlagen

Es liegen keine Informationen über weitere stromerzeugende Analgen in der Gemeinde Neulengbach vor.

3.2.2 Wärmeerzeugung

Hier soll auf die regionalen Energieerzeuger im Wärmebereich eingegangen werden. In Neulengbach gibt es 2 Fernwärmenetze, wobei eines im Norden und eines im Süden der Stadt installiert wurde.

3.2.2.1 FW-Netz im Norden vom Schlossberg

Die FWG Neulengbach realisierte im Jahr 2006 im Pfarrgarten Neulengbach eine Nahwärmeanlage mit 2 Biomassekessel (220 kW & 500 kW, 100 % Waldhackgut) mit 9 m³ Pufferspeicher und 270 m Leitungsnetz im Saisonbetrieb. Damit wurden 2 Wohnhausanlagen, das Gemeindeamt, das Gerichtsgebäude, das Pfarrgebäude (Pfarrhof, Kirche) sowie die Kirchenbeitragsstelle mit gesamt 838 kW Anschlussleistung und 906 MWh Wärmebedarf versorgt. Zur bestehenden Anlage erfolgte in den Jahren 2012 bis 2014 der Ausbau einer zweiten Trasse für 12 Objekte mit rund. 986 MWh Wärmebedarf und 1.200 m Trassenlänge (vgl. Abb. 4). Diese

[11] Bezirksblätter Niederösterreich, 2014.
[12] Energie- & Umweltagentur NÖ, 2018a.
[13] Energie- & Umweltagentur NÖ, 2018b.
[14] Amhof, M., et al., 2012.

Erweiterung bedingte einen Kesseltausch (600 kW statt 220 kW) inklusive Heizhauserweiterung. Der Pufferspeicher wurde ebenfalls austauscht und fasst nun 22 m³. Die Anzahl der Abnehmer wächst auch weiterhin. So wurde erst heuer im Frühjahr ein Gasthaus mit 50 kW angeschlossen und mit einem Projekt zur Siedlungserweiterung in der Klosterbergstraße wurden Vorgespräche geführt. Die Fernwärmegenossenschaft strebt außerdem an, dass heizwerkübergreifend ein mobiler Heizkessel angeschafft wird, der am Standort Neulengbach Zentrum stationiert werden könnte. Ein mobiler Heizkessel kann etwa bei der Wartung bestehender Heizkessel oder für die Notbeheizung unterschiedlicher Objekte eingesetzt werden.

Das Heizhaus (48° 12' 03,4 " N 15° 54' 37,6" O) befindet sich im Norden des Schlossberges. Die Entfernung des Heizhauses hin zum Schlössl der Burganlage beträgt in etwa 170 m Luftlinie. Der Abstand vom Schlössl zur bestehenden Fernwärmeleitung beträgt gar nur 80 m.

Tab. 2 listet noch einmal alle wichtigen Daten dieses Wärmenetzes auf.

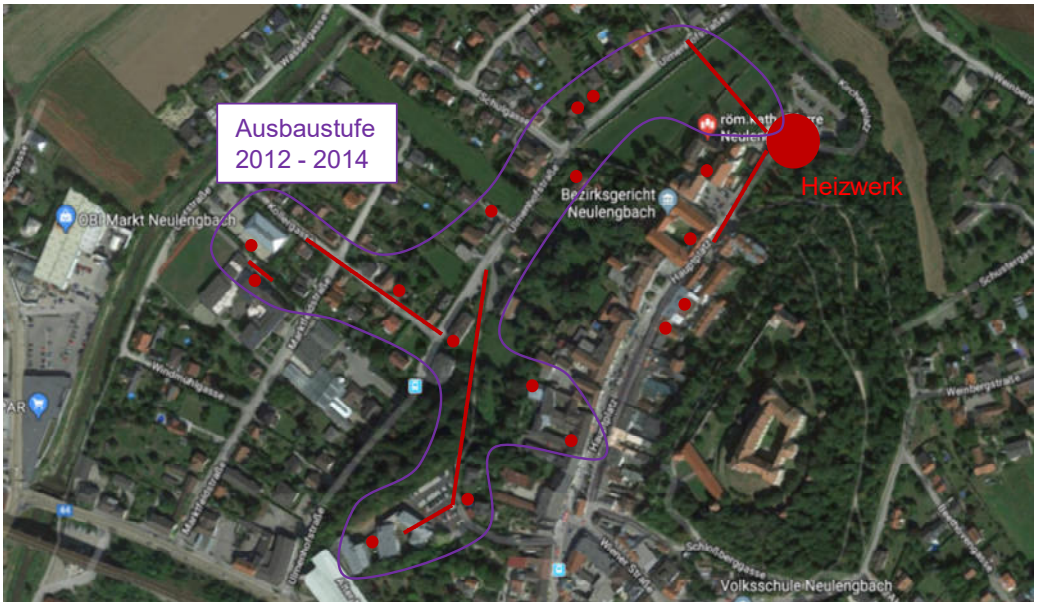


Abb. 4: Fernwärmenetz Nord

Tab. 2: Daten FW Nord

Kesselleistung	1,1 MW
Anschlussleistung	1,7 MW
Abnehmer	17
Wärmebezug (2016/2017)	2.000 MWh

In Kapitel 7.5.4 wird der Anschluss der Burganlage an dieses Wärmenetz diskutiert.

3.2.2.2 FW-Netz im Süden

Das Nahwärmenetz im Süden der Stadt befindet sich in der Nähe des Friedhofs und wird von der EVN betrieben. Über dieses Netz gibt es keine weiteren Daten.

3.3 Energiebedarf

Die Erhebung des Energiebedarfs unterteilt sich in Strom-, Wärme-, und Treibstoffbedarf. Die Ermittlung der Verbräuche wird in den jeweiligen Unterkapiteln näher erläutert. Im Anschluss daran wird der Gesamtenergiebedarf der Gemeinde vorgestellt.

3.3.1 Strombedarf

Für die Erhebung des Strombedarfs in Neulengbach stehen Realdaten der kommunalen Gebäude zur Verfügung. Diese realen Energiedaten werden durch das Personal der Klima- und Energiemodellregion Elsbeere Wienerwald seit 2013 mit der regionalen Energiebuchhaltung verwaltet. Aktuell sind in der Datenbank knapp 90 öffentliche Gebäude der 13 Mitgliedsgemeinden aufgenommen. Für die Stadtgemeinde Neulengbach werden in knapp 10 öffentlichen Gebäuden die Energiedaten überwacht. Der Strombedarf der Haushalte bzw. der Industrie & Gewerbebetriebe und der Landwirtschaft basieren vorwiegend auf statistischen Daten.

Haushalte: Für die Erhebung des Stromverbrauchs wurde der durchschnittliche Strombedarf je österreichischen Haushalt in der Höhe von 3.559,9 kWh/a[15] bzw. die Anzahl der Haushalte in der Gemeinde Neulengbach erhoben, um den Bedarf zu errechnen. Laut aktueller Erhebung der Statistik Austria[16] gibt es in Neulengbach 3.292 Haushalte, wobei der durchschnittliche Haushalt aus 2,39 Personen besteht. Daraus resultiert ein Strombedarf von **11,72 GWh/a.**

Gewerbe & Industrie: Wie bereits eingangs erwähnt sind für diese Sektoren keine Realdaten verfügbar. Daher basiert die Erhebung dieser Stromverbräuche ebenfalls auf Basis statistischer Daten[17] bzw. unter Berücksichtigung von Strombedarfskennzahlen je Erwerbstätigen[18]. Kumuliert ergibt sich somit ein Strombedarf von **78,56 GWh/a**.

Landwirtschaft: Analog zur Berechnung der Gewerbe & Industriestromverbräuche basiert diese Berechnung ebenfalls auf statistischen Daten[16] unter Berücksichtigung der Strombedarfskennzahlen für die Landwirtschaft[18]. Es ergibt sich ein Strombedarf von **0,87 GWh/a**.

Öffentliche Verwaltung: Die Erhebung des Stromverbrauchs basiert einerseits auf statistischen Daten bzw. wurden die Strombedarfskennzahlen für den öffentlichen Sektor berücksichtigt. Weiters wurden die Realdaten einiger kommunalen Gebäude (siehe Abb. 5) für den Gesamtstrombedarf berücksichtigt. Kumuliert ergibt sich somit ein Bedarf von **7,30 GWh/a**.

In Abb. 5 ist der Strombedarf einiger kommunaler Gebäude in den letzten drei Abrechnungsperioden zu sehen. Vor allem in der neuen Mittelschule und in der Volksschule ist ein abnehmender Trend zu beobachten. In den anderen Objekten ist dieser Trend zumindest nicht in dieser Deutlichkeit sichtbar. In der Neuen Mittelschule ist seit 2015 eine PV-Anlage in Betrieb.

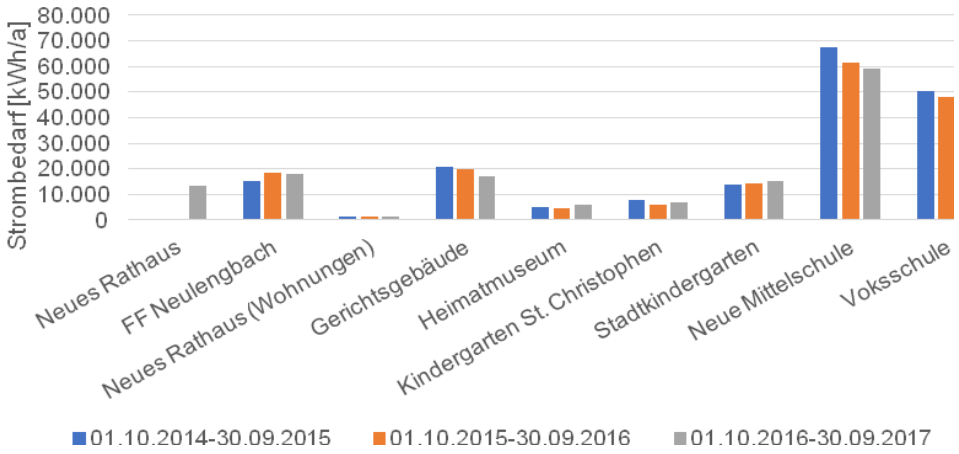


Abb. 5: Strombedarf einiger kommunaler Gebäude

[15] Statistik Austria, 2016b.
[16] Statistik Austria, 2016a.
[17] Statistik Austria, 2011a.
[18] Koch, R., et al., 2006.

In der nachfolgenden Abb. 6 wird der gesamte Strombedarf der Gemeinde Neulengbach, bzw. der bereits genannten Sektoren dargestellt.

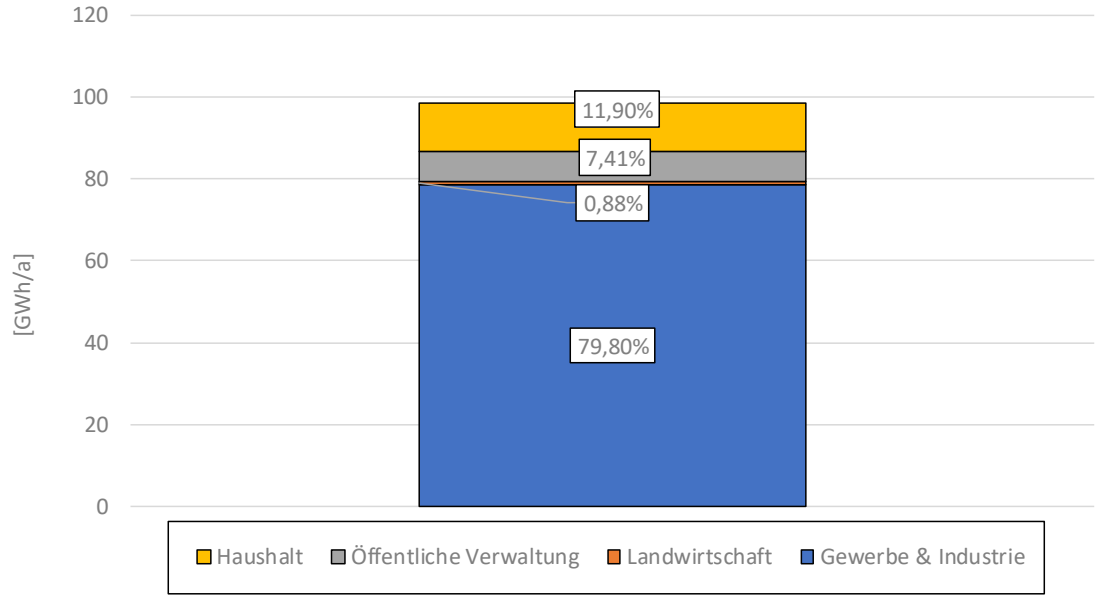


Abb. 6: Strombedarf der Gemeinde Neulengbach – in Sektoren unterteilt

Der **Gesamtstrombedarf der Gemeinde Neulengbach** beläuft sich auf **98,45 GWh/a.** Davon entfallen 79,80 % (78,56 GWh/a) auf Gewerbe & Industrie, 11,90 % (11,72 GWh/a) auf die Haushalte, 7,4% (7,30 GWh/a) auf die öffentliche Verwaltung und 0,88 % (0,87 GWh/a) auf die Landwirtschaft.

3.3.2 Gas- und Wärmebedarf

Der Wärmebedarf der Gemeinde Neulengbach wird wie der Stromverbrauch entsprechend der berücksichtigten Sektoren Haushalt, Gewerbe & Industrie, Landwirtschaft und Öffentliche Verwaltung dargestellt.

Haushalt: Die Darstellung des Wärmeverbrauchs basiert auf statistischen Daten und gängigen Energiekennzahlen. Auf dem Gemeindegebiet von Neulengbach gibt es 4.169 Wohnungen.[19] Aus diesen Daten wurde eine gesamte Nutzfläche von etwa 330.000 m² angenommen (vgl. Tab. 3). Das entspricht einer Nutzfläche von etwa 40 m² pro Einwohner. Nimmt man den durchschnittlichen Heizwärmebedarf mit 80 kWh/(m²·a) (Altbau, 1950er bis 1970er-Jahre: 150-250 kWh/(m²·a), Neubau bis 2000 Standard: 75-90 kWh/(m²·a), Normaler Neubaustandard 2000 bis 2015: 50-65 kWh/(m²·a), Niedrigenergiehaus: 20-40 kWh/(m²·a), Niedrigstenergiehaus: 20-30 kWh/(m²·a), Passivhaus: unter 15 kWh/(m²·a))[20]. Demnach kann der Heizwärmebedarf der Privatwohnungen mit **26,4 GWh/a** angegeben werden.

Nach einer Aufzählung der installierten Heizsysteme in Neulengbach (vgl. Abb. 7) kann der Bedarf von gewissen Brennstoffen abgeschätzt werden. Zu beachten ist, dass die Daten von Abb. 7 aus dem Jahre 2001 stammen, und es seitdem zahlreiche Änderungen gab. Diese Änderungen müssten bei einer detaillierteren Untersuchung mitberücksichtigt werden.

[19] Statistik Austria, 2011b.
[20] Stoiber, G., 2018.

Tab. 3: Nutzfläche Wohnungen Neulengbach[19]

Nutzfläche	Anzahl der Wohnungen
Unter 45 m²	106
45 bis unter 60 m²	174
60 bis unter 90 m²	933
90 bis unter 130 m²	1.036
130 bis unter 150 m²	388
150 m² und mehr	498

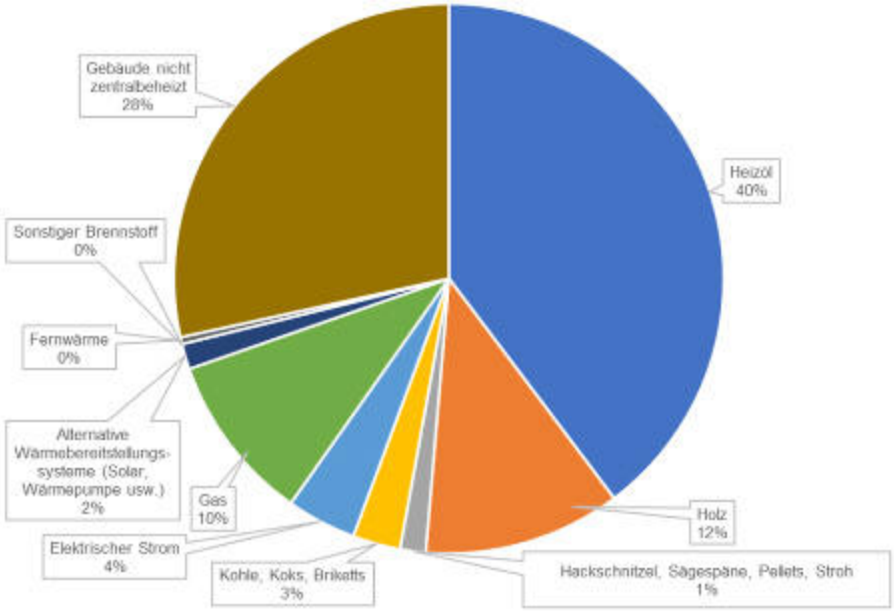


Abb. 7: Brennstoff / Energieträger zur Gebäudebeheizung in Neulengbach[21]

Gewerbe & Industrie: Die Ermittlung des Wärmebedarfs erfolgte auf Basis statistischer Daten[16] bzw. unter Berücksichtigung von Wärmebedarfskennzahlen je Erwerbstätigen[18]. Kumuliert ergibt sich somit ein Wärmebedarf von **133,90 GWh/a**.

Landwirtschaft: Analog zur Berechnung der Gewerbe & Industriewärmeverbräuche basiert diese Berechnung ebenfalls auf Basis statistischer Daten[16] bzw. unter Berücksichtigung der Wärmebedarfskennzahlen für die Landwirtschaft[18]. Es ergibt sich ein Wärmebedarf von **1,47 GWh/a.**

Öffentliche Verwaltung. Die Erhebung des Wärmeverbrauchs basiert einerseits auf statistischen Daten bzw. wurden die Wärmebedarfskennzahlen für den öffentlichen Sektor berücksichtigt. Kumuliert ergibt sich somit ein Bedarf von **10,26 GWh/a**.

Insgesamt ergibt sich für Neulengbach ein **Wärmebedarf von 172,03 GWh/a.** Davon entfallen 77,84 % auf Gewerbe & Industrie, 15,35 % zur Versorgung der Haushalte, 5,96 % zur Deckung des Bedarfs der öffentlichen Gebäude bzw. 0,85 % für die Wärmeversorgung der Landwirtschaft (vgl. dazu Abb. 8).

[21] Statistik Austria, 2001.

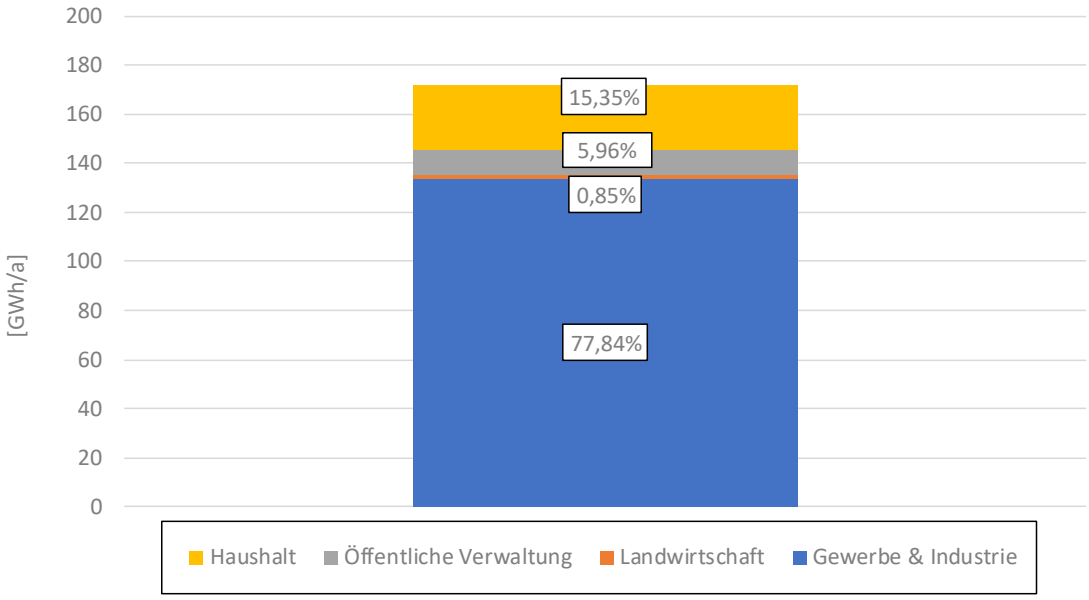


Abb. 8: Wärmebedarf der Gemeinde Neulengbach – in Sektoren unterteilt

3.3.3 Treibstoffbedarf

Die Bestimmung des Treibstoffbedarfs erfolgte auf Basis von Daten der Statistik Austria betreffend des KFZ-Bestands von Niederösterreich für 2015[22], welcher auf die Einwohner skaliert wurde bzw. es wurden die Verbräuche anhand des Mineralölproduktverbrauchs von Niederösterreich[23] abgeschätzt. Der Mineralölverbrauch von 2014 ist in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4. Mineralölverbrauch 2014 – Österreich, Niederösterreich, Neulengbach[23]

Art des Mineralöls	Verbrauch in Tonnen		
	Österreich	Niederösterreich	Neulengbach
Benzin	1.533.300	322.300	1.568
Diesel	5.901.900	1.260.900	6.136

In Neulengbach werden demnach 79,6 % des Gesamtmineralölverbrauchs in Form von Diesel verwendet und 20,4 % des genutzten Mineralöls sind Benzin.

Die nachfolgende Tab. 5 zeigt den KFZ-Bestand für Neulengbach. 89,93% der Fahrzeuge sind PKWs, 8,45 % Motorräder und 7,63 % der Fahrzeuge in Neulengbach sind LKWs.

Tab. 5: KFZ-Bestand in Neulengbach[22]

Art des Kfzs	Fahrzeug je Einwohner	Anzahl der Fahrzeuge
PKW	0,630	5.027,50
Motorrad	0,063	505,91
LKW	0,057	457,05
Gesamt		5.990,46

[22] Statistik Austria, 2015.
[23] Land Niederösterreich, 2017.

Um den Energieinhalt des Treibstoffbedarfs berechnen zu können wurden die Werte 9,10 kWh/l für Benzin bzw. 9,84 kWh/l für Diesel[24] berücksichtigt. Die Energiedichte (bei 15°C) wurde mit 0,75 kg/l für Benzin und 0,83 kg/l für Diesel angenommen. [25] Der Gesamtbedarf an Treibstoffen der Gemeinde Neulengbach unterteilt sich in Ottokraftstoffe und Diesel, bzw. erfolgt in diesen beiden Kategorien eine weitere Unterteilung in fossile und erneuerbare Treibstoffe. Der Anteil des erneuerbaren Treibstoffs bezieht sich hierbei auf den Anteil an biogenem Treibstoff, der den fossilen Treibstoffen beigemischt wird. Für die Gemeinde Neulengbach ergibt sich somit ein Anteil an erneuerbarem Treibstoff in Höhe von 5,8 % (vgl. Abb. 9).

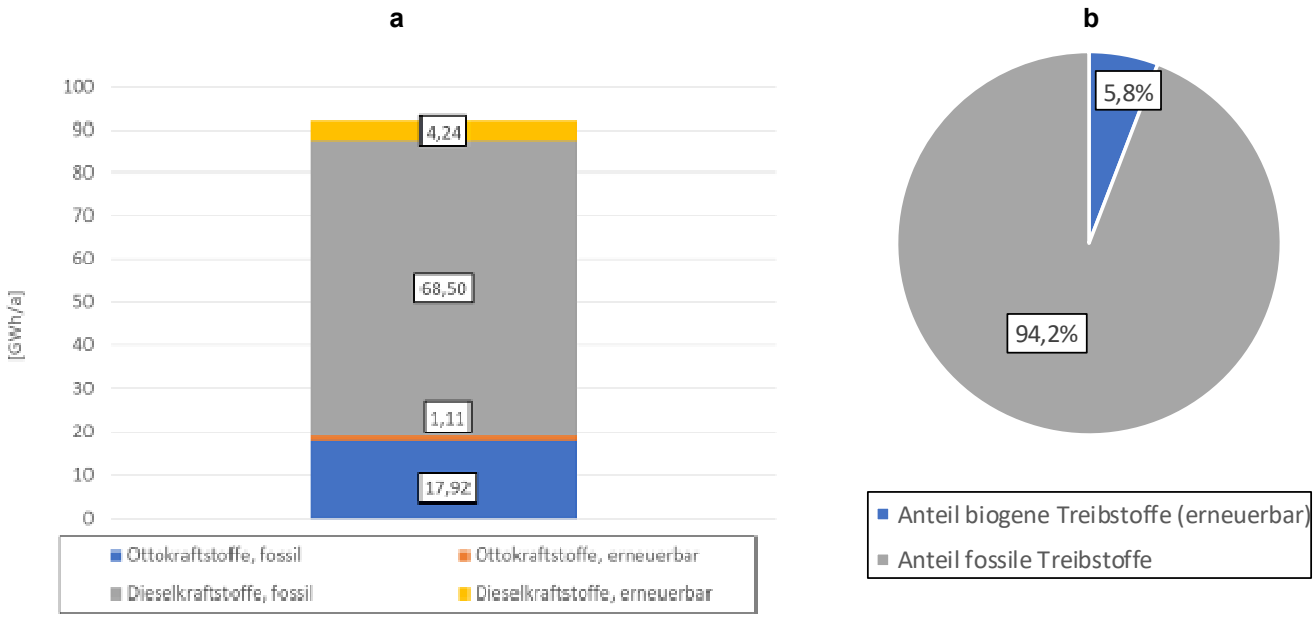


Abb. 9: (a) Treibstoffbedarf der Gemeinde Neulengbach **(b)** Prozentueller Anteil der unterschiedlichen Treibstoffklassen am Gesamtenergiebedarf

Insgesamt werden zur Deckung des Treibstoffbedarfs 68,5 GWh fossile Dieselkraftstoffe (74,64 %), 4,24 GWh erneuerbare Dieselkraftstoffe (4,62 %), 17,92 GWh fossile Ottokraftstoffe (19,53 %) bzw. 1,11 GWh erneuerbare Ottokraftstoffe (1,21%) benötigt. Der kumulierte **Treibstoffbedarf der Gemeinde** liegt bei **91,77 GWh/a.**

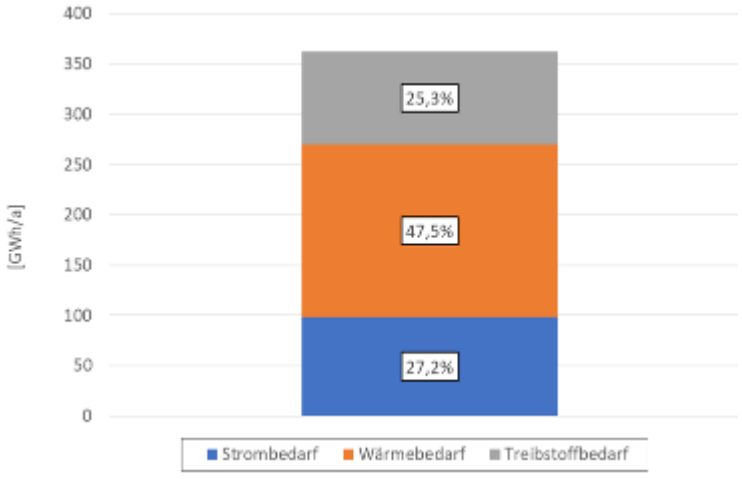


Abb. 10: Darstellung des Gesamtenergiebedarfs der Gemeinde Neulengbach

3.3.1 Gesamtenergiebedarf der Gemeinde Neulengbach

Abschließend soll der **Gesamtenergie-bedarf der Gemeinde Neulengbach** dargestellt werden. Dieser beläuft sich auf **362,25 GWh/a**, wobei für die Berechnung der Strom-, Wärme-, und Treibstoffbedarf herangezogen wurde. 172,03 GWh wurden für den Wärmebedarf berücksichtigt, 98,45 GWh für den Strombedarf und 91,77 GWh für den Treibstoffbedarf.

[24] Heinloth, K., 2003.
[25] Heinloth, K., 2003.

4 Exkurs: Neue PV-Technologien im Konsens mit dem Denkmalschutz

In diesem Kapitel werden Technologien vorgestellt, deren Einsatz im Zuge des Projekts untersucht wurde. Da einzelne denkmalgeschützte Gebäude, sowie ortsbildgeschützte Gebäudegruppen Teil der Untersuchung sind, liegt der Schwerpunkte auf neuen PV-Technologien, welche auch bei geschützten Objekten zum Einsatz kommen können.

4.1 Solardachziegel (PV-Dachziegel)

Solardachziegel sind Solarmodule in der Form herkömmlicher Dachziegel. Sie werden deshalb auch Modulziegel genannt. Sie sind eine Alternative zu üblichen Solarmodulen, die als typische Aufdach- oder Indachanlagen installiert werden. Das große Interesse an Solardachziegeln begründet sich einerseits in einer veränderten Motivation der Verbraucher zur Installation und Inbetriebnahme einer Solarstromanlage – weg vom reinen Renditeobjekt, das Ertrag und Einspeisevergütung einbringt, hin zur Möglichkeit Eigenstrom zu erzeugen, wobei auch die Ästhetik der PV-Anlagen immer stärker zum Kaufargument wird. Darüber hinaus ist vor allem auf denkmalgeschützten Objekten und teilweise in gesamten Innenstädten, wie z.B. der Grazer Innenstadt, deren Dachlandschaft UNESCO-Weltkulturerbe ist[26], eine Installation von konventionellen PV-Modulen nicht möglich. In den Niederlanden wurde die Installation von Solardachziegeln, bei optischer Ähnlichkeit, bereits von den meisten Denkmalschutzämtern erlaubt.[27] In Österreich wurden, an unter Denkmalschutz stehenden Gebäuden, noch keine größeren Projekte mit Solardachziegeln durchgeführt. Seit kurzem ist es jedoch dem Unternehmen eds Energiedach gelungen, im Bereich des Ortsbildschutzes in Wien und Niederösterreich Solardächer zu installieren.

Durch das handliche Format der Solarziegel können diese - anders als die großflächigeren Module herkömmlicher PV-Anlagen - optisch unauffällig und passgenau auf dem Dach und passend zum Strombedarf installiert werden. Die Solardachziegel ersetzen die Dachhaut selbst und sparen damit Kosten bei einer Neueindeckung eines Hauses. Wenn Schornsteine, Gaupen oder Dachfenster den Platz für die Solarmodule einschränken, war es bisher mit den herkömmlichen Solarmodulen eher schwierig, den Platz gut zu nutzen. Solardachziegel können auch in sehr kleinen Gruppen verlegt und dann an separate Stränge angeschlossen werden. Die abgedeckte Gesamtfläche kann oftmals sogar mehr Strom produzieren als mit konventionellen Solarmodulen.[27] Solardachziegel werden verlegt wie herkömmliches Deckmaterial. Dabei ist aber jeder der Ziegel mit zwei Anschlusskabeln inkl. Stecker ausgestattet, die beim Dachdecken an der Rückseite miteinander verbunden und in Reihe geschaltet werden (Abb. 11a). Die Verkabelung wird dann mit einem Wechselrichter verbunden, der dafür sorgt, dass der im Ziegel erzeugte Strom ins Netz gespeist wird.[27]

Es gibt bereits eine große Anzahl an Herstellern von Solardachziegeln. Tesla (USA) bietet bereits Solardachziegel aus Quarzglas[28] in vier verschiedenen Varianten an (strukturiert, glatt, Toskana-Stil, Schiefer-Optik)[29]. In Zukunft sollen in diese Ziegel auch Heizelemente integriert werden, welche Schnee und Eis entfernen und somit die Stromproduktion auch im Winter erlauben. Diese Modelle besitzen bis zu 98 Prozent der Effizienz herkömmlicher Solarmodule.[29] Die Kosten pro Quadratmeter Dachfläche betragen 220 €. Ein gewöhnliches Ziegeldach kostet zum Vergleich zwischen 20 und 40 €/m².[30] Das Konzept bei der Verwendung von Solardachziegeln sieht allerdings gar nicht vor, dass das gesamte Dach mit Solardachziegeln eingedeckt wird, sondern nur ein Teil.[30] Weitere Anbieter von Solardachziegeln sind z.B. Autarq GmbH[31] (Deutschland), ZEP B.V.[32] (Niederlande), REM (Italien), SolteQ (Deutschland) oder Bramac (Österreich), sowie eds Energiedach (Schweiz/Österreich). Während manche Solardachziegel optisch kaum von konventionellen Ziegeln zu unterscheiden sind, ist bei anderen der Unterschied doch deutlich erkennbar (vgl. Abb. 11c).

---

[26] meinbezirk.at, 2014.
[27] Wohnnet.at, 2018.
[28] Kesselheld GmbH., 2018.
[29] Tesla©, 2018.
[30] Vilgut, R., 2017.
[31] Autarq GmbH, 2018.
[32] ZEP B.V., 2018.

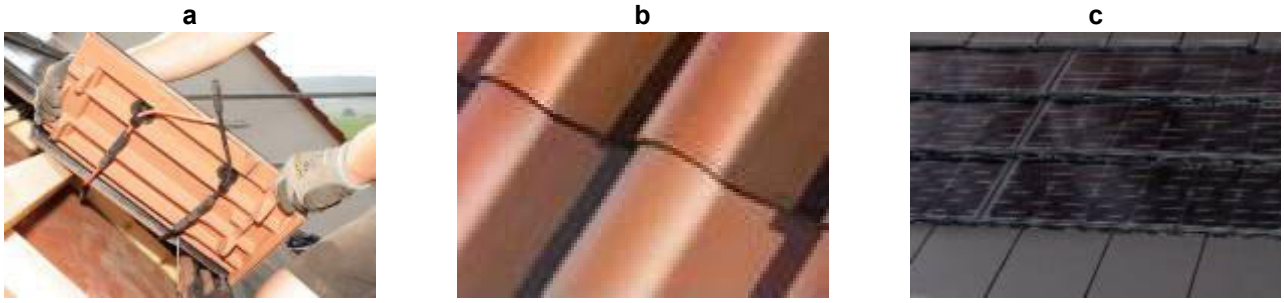


Abb. 11: (a) Anschluss von Solardachziegeln[31]; Beispiele von Solardachziegeln von Tesla[29] **(b)** und Bramac[33] **(c)**

4.2 Transluzente PV-Module

Besonders in Bereichen, wo eine ausreichende Lichtdurchflutung von Nöten ist, kann der Einsatz von semitransparenten Solarmodulen für mehr Helligkeit sorgen. Sie werfen auf die dahinter-, beziehungsweise darunterliegenden Räume reizvolle Muster aus Licht und Schatten und dienen so als flexibles Verschattungselement, mit dem zusätzlich ein wertvoller Beitrag zur Energiebilanz des Gebäudes geleistet wird. Durch ein spezielles Siebdruckverfahren auf den Modulgläsern können beinahe beliebige Designs kreiert und so als gestalterisches Element in der Architektur von Glasfassaden, Oberlichten, Wintergärten, Vordächern und Balkonbrüstungen eingesetzt werden.[34]

Man unterscheidet polykristalline und monokristalline Module (vgl. Abb. 12a). Dabei muss zwischen der erzielbaren Leistung und dem Grad der Transparenz abgewogen werden (vgl. Abb. 13). Eine höhere Transparenz ist mit einer geringeren Effizienz und somit Leistung verbunden. Während konventionelle Module ohne Transparenz etwa 160 W/m² liefern, haben z.B. monokristalline Module mit einer 49 prozentigen Transparenz eine Leistung von 118 W/m² (vgl. Abb. 13).[34]

Eine neue Technologie von transluzenten PV-Modulen absorbiert nur die ultraviolette und infrarote Sonnenstrahlung (Abb. 12b).[35] Damit gelangen bis zu 90 % des sichtbaren Lichts durch dieses PV-Modul. Die Effizienz ist mit ca.10 % aber eher bescheiden. Preise werden keine genannt.

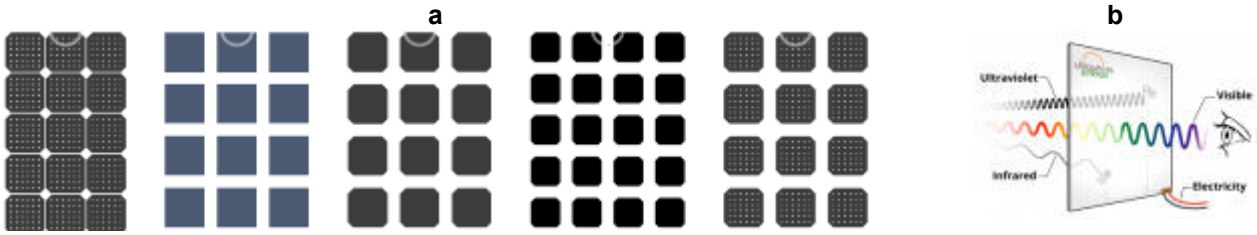


Abb. 12: (a) Verschiedene transluzente Solarmodule[34]; **(b)** Absorption von Ultraviolett- und Infrarotstrahlung[35]

Damit möglichst wenig Sonnenstrahlung reflektiert wird, haben die klassischen Silizium-Module an der Oberfläche eine antireflektorische Schicht aus Siliziumnitrat. Wegen ihr nimmt das Auge diese Module als blauschwarz wahr. Um die Farbe von PV-Modulen zu verändern, wird auf der sonnenzugewandten Seite der photoaktiven Schicht eine Folie (Interferenzfilter) aufgebracht, die gewisse Wellenlängen aus dem sichtbaren Spektrum reflektiert. Bei anderen Systemen wird auch auf der sonnenabgewandten Seite der photoaktiven Schicht eine Lage aus gefärbtem Polymer aufgetragen.[36]

---

[33] Bramac Dachsysteme International GmbH, 2017.
[34] Ertex Solartechnik GmbH, 2018.
[35] Ubiquitous Energy, Inc., 2018.
[36] Bundesamt für Energie BFE, 2016.

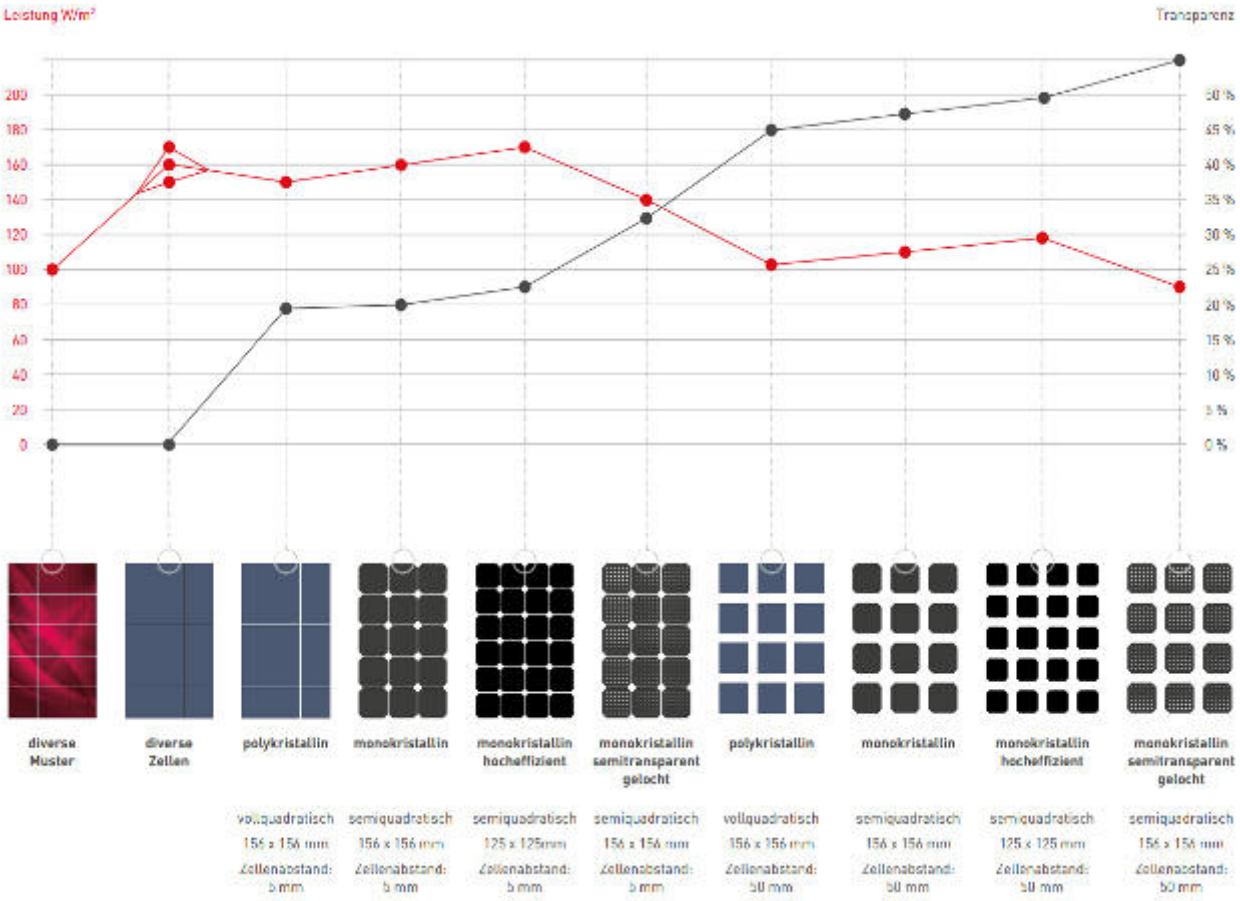


Abb. 13: Wirkungsgrad und Transparenz von transluzenten Solarmodulen[34]

Neben den oben dargestellten transluzenten Technologien, bei denen die Lichtdurchlässigkeit dadurch erreicht wird, dass sich stromproduzierende (lichtundurchlässig) und nicht stromproduzierende aber dafür transparente Flächen abwechseln, stellt die sogenannte Grätzelzelle eine Technologie dar, bei der die stromproduzierende Fläche selbst färbig transparent ist. Die Grätzelzelle wandelt – ähnlich der Photosynthese bei Pflanzen – Sonnenlicht mithilfe eines Farbstoffes in elektrischem Energie um. Das Energieglas, in welches die Zelle integriert ist, besteht aus zwei beschichteten aneinander liegenden Glasscheiben deren Zwischenraum mit einem farbigen Elektrolyt gefüllt ist. Dadurch ist das Energieglas nicht nur transparent, sondern kann auch beidseitig (bifacial) verwendet werden. Der Aufbau eines solchen Energieglases mit integrierter Grätzelzelle, wie es beispielsweise im Science Tower in Graz verbaut ist, ist in untenstehender Abbildung dargestellt.[37]

Das Energieglas ist im Gegensatz zu konventioneller Photovoltaik unempfindlich gegenüber Erwärmung oder Verschattung. Die Ausgangsprodukte sind kostengünstig und haben einen geringen ökologischen Fußabdruck.[37] Andererseits ist der Wirkungsgrad von Grätzelzellen derzeit noch geringer als der von Siliziumzellen. Ein weiteres Problem ist die mangelnde Langzeitstabilität.[38]

[37] SFL Technologies GmbH, 2018.
[38] Christian Münch GmbH, 2018.

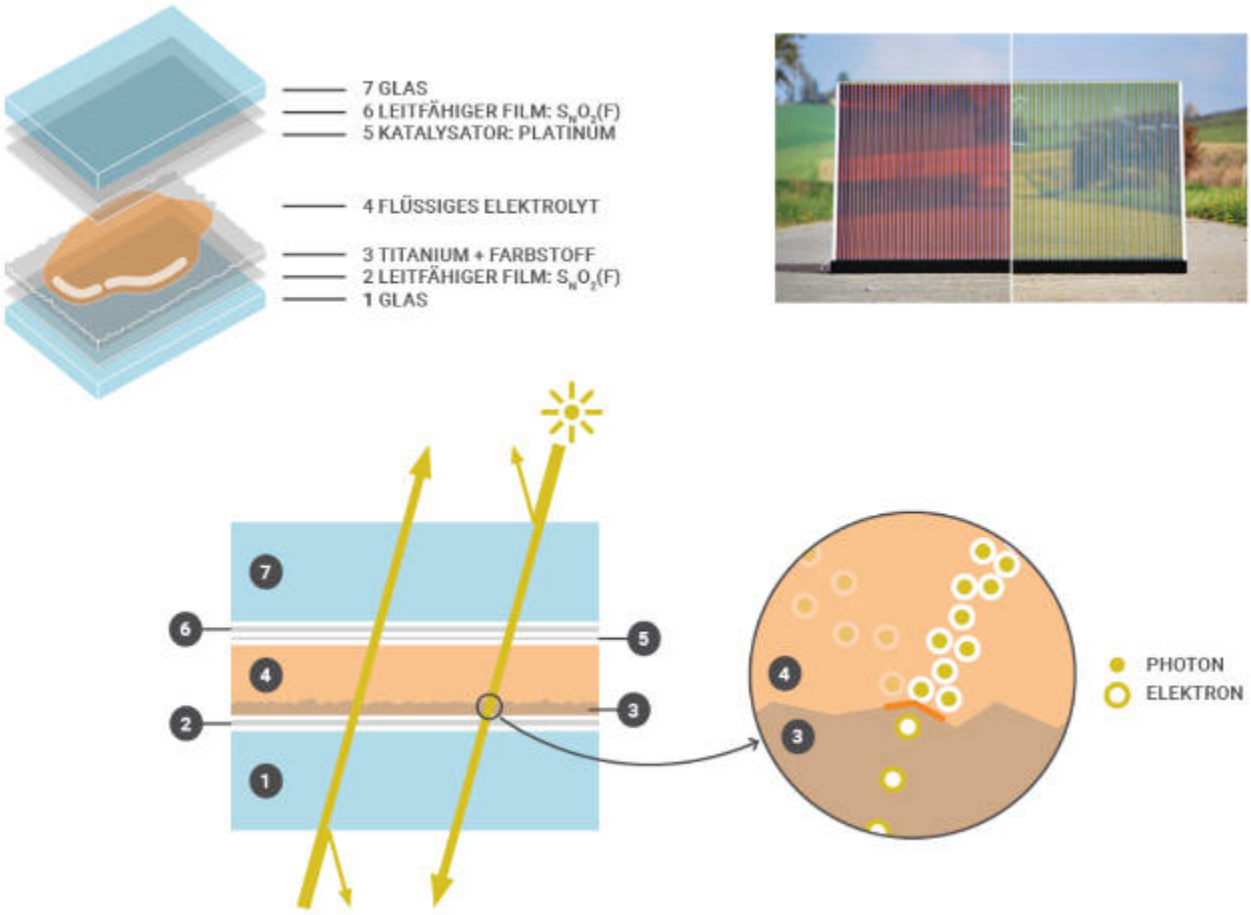


Abb. 14: Aufbau des Energieglases mit integrierter Grätzelzelle[37]

4.3 Anwendungen und Musterbeispiele zur Stromspeicherung

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die lokale bzw. quartiersbezogene Stromspeicherung immer auch die Funktion der Netzstabilisierung unterstützt (Pufferung!). Neben der lokalen Stromspeicherung werden in diesem Abschnitt daher auch Musterprojekte für Quartiere bzw. ganze Regionen vorgestellt.

Es gibt heutzutage bereits zahlreiche Argumente für Stromspeicher in Gebäuden. Die mittlerweile starke Zunahme und steigende Nachfrage nach Photovoltaik auf Gebäudedächern lässt automatisch die Strombereitstellung durch Photovoltaik ansteigen. Eine logische Konsequenz ist die Überlegung nach einer Optimierung der Deckung des hauseigenen Stromverbrauchs durch den eigenen Sonnenstrom. Daher steigt nun parallel zur Zunahme des Sonnenstroms auch die Nachfrage nach Speichermedien unterschiedlicher Art. Aber neben der Optimierung des Eigenverbrauchs kann der Speicher auch weitere Vorteile bringen, die in diesem Berichtsteil behandelt werden:

- **Stromspeicher zur Eigenverbrauchsoptimierung**
- **Stromspeicher zur Netzstabilisierung**
- **Inselbetrieb / Notstrom- USV-Funktion -** Die im Projekt durchgeführte Einholung von Musterangeboten zeigte jedoch, dass die angeführten Punkte technisch machbar und realisierbar sind, jedoch großteils nicht von den Anbietern ausgeführt werden. Daher schließen an diesen Berichtsteil noch Empfehlungen für die Umsetzung der hauseigenen Speicheranlage an.

4.3.1 Stromspeicher zur Eigenverbrauchsoptimierung

In klassischen Privathaushalten dienen Stromspeicher in der Regel zur Optimierung des Eigenverbrauchsanteils von PV-Anlagen. In der Regel hat die Verbrauchskurve eines Haushaltes zwei Maxima - eines am Morgen und eines am Abend. Um die Mittagszeit ist der Stromverbrauch üblicherweise gering. Die Stromproduktionskurve einer PV-Anlage weist bei klaren Wetterverhältnissen ein Maximum um die Mittagszeit auf. In der Früh und abends muss somit mehrheitlich (teurer) Strom aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen werden, da die hier die Sonneneinstrahlung meist zu gering ist, um den Eigenbedarf zu decken. Die Überproduktion, die um die Mittagszeit erzeugt wird, muss gegen eine relativ geringe Vergütung ins Netz eingespeist werden. Mit einem Stromspeichersystem können diese Tagesmaxima gepuffert werden, sodass bei korrekter Auslegung die Eigenverbrauchsquote und der Autarkiegrad deutlich gesteigert werden können. In der untenstehenden Darstellung wird dieser Vorgang grafisch erläutert.

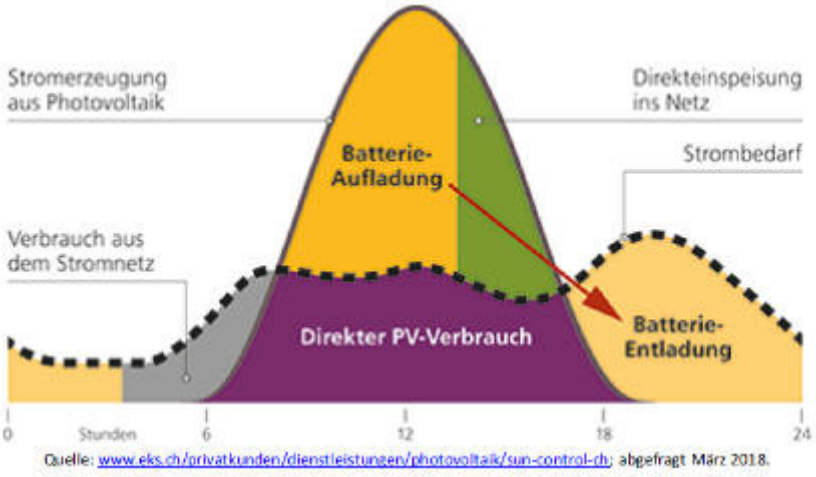


Abb. 15: Strombedarfskurve eines Haushalts und Stromproduktionskurve einer PV-Anlage

4.3.2 Stromspeicher zur Netzstabilisierung

Das öffentliche Stromnetz ist ständigen Schwankungen unterworfen. Steigt der Strombedarf, sinkt einerseits die Netzspannung (vor allem an Netzausläufern aufgrund der Leitungslängen). Außerdem muss die Norm-Netzfrequenz von 50Hz in einem gewissen Rahmen gehalten werden (+/- 0,2 Hz). Bei einem Überangebot an Strom (Kraftwerke produzieren mehr als die Verbraucher am Netz konsumieren) steigt die Netzfrequenz. Bei einem Unterangebot sinkt die Netzfrequenz. Die Netzfrequenz ist generell im gesamten Europäischen Verbundsystem synchron. Übersteigt der Strombedarf das Stromangebot, werden einzelne (unkritische) Teile des Stromnetzes weggeschalten (Lastabwurf). Gleichermaßen werden bei einem Stromüberangebot Stromlieferanten (Kraftwerke) weggeschalten (Ein bekanntes Beispiel hierfür ist das 50,2 Hz-Problem).

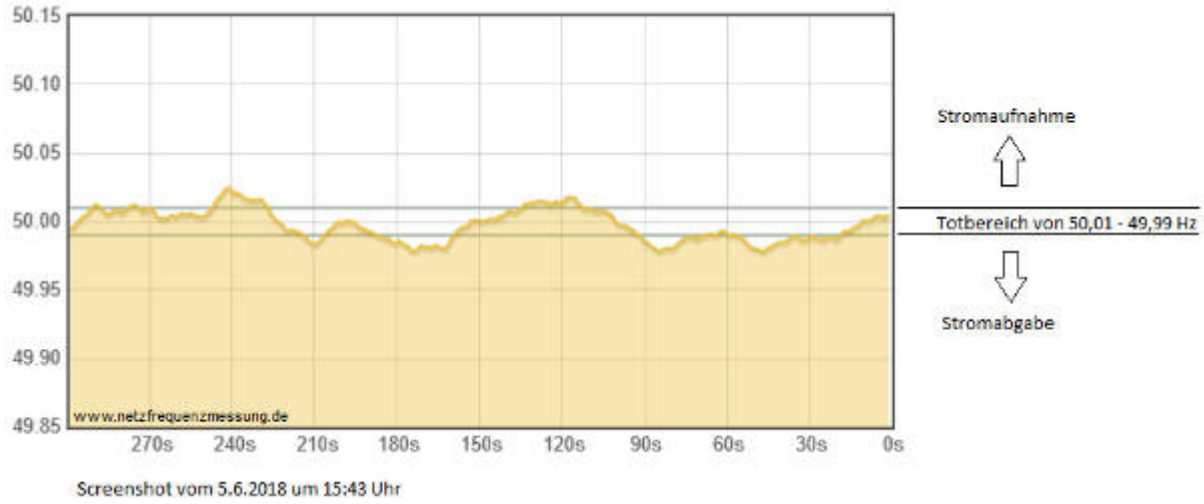


Abb. 16: Verlauf der Netzfrequenz im Europäischen Verbundsystem über 5 Minuten[39]

In der Abbildung wird der Verlauf der Netzfrequenz im Europäischen Verbundsystem über 5 Minuten dargestellt (Datum und Uhrzeit zufällig gewählt). Das Band in der Mitte von 50,01 Hz – 49,99 Hz stellt den sogenannten Totbereich dar. In diesem Bereich wird weder Regelleistung aufgenommen noch abgegeben. Bewegt sich die Netzfrequenz oberhalb des Totbereichs nimmt das Speichersystem Strom aus dem öffentlichen Netz auf (sofern dieser nicht voll ist). Unterhalb des Totbereichs liefert der Stromspeicher Energie zurück ins Netz (sofern dieser nicht leer ist). Die Höhe der abgegebenen Leistung verläuft linear mit der Netzfrequenz und ist abhängig von der Speicherkapazität und der maximalen Leistung des Stromspeichersystems.

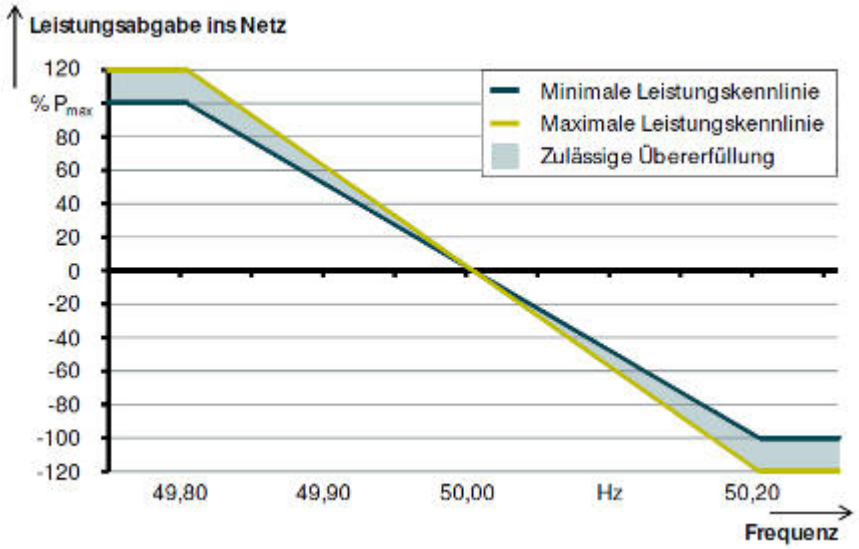


Abb. 17: Leistungsabgabe bei unterschiedlicher Frequenz[40]

Wie eingangs erwähnt, verändert sich auch die Netzspannung abhängig vom derzeitigen Stromangebot im Netz. Bei einem Überangebot steigt die Netzspannung, bei Strommangel sinkt diese. Die Normal-Netzspannung von 230VAC darf um maximal +/-10 % abweichen. Anders als die Netzfrequenz ist die Netzspannung keinesfalls überall im Netz gleich. Die Netzspannung hängt neben dem Energiebedarf (Stromstärke) des Verbrauchers auch stark von der Leitungslänge und vom Leitungsquerschnitt ab. Vor allem Netzteilnehmer am Ende einer Netzleitung (Netzausläufern) sind hier im Nachteil, da sich die Spannungsverluste über die Länge der Leitung summieren,

[39] Dr. Gobmaier GmbH, 2018.
[40] regelleistung.net, 2018.

besonders wenn innerhalb des Netzabschnittes viele größere Verbraucher gleichzeitig eingeschaltet werden (z.B. Stromtankstellen in Siedlung). Während man zur Regelung der Netzfrequenz auch beispielsweise große Pumpspeicherkraftwerke innerhalb des Netzverbundes einsetzen kann, wären solche großen Einheiten gegen das Problem des Spannungseinbruchs bei Netzausläufern nutzlos. Sinnvollerweise kann man mit intelligenten Lademanagementsystemen oder mittels kleiner bis mittelgroßer dezentraler Stromspeicher Abhilfe schaffen. Eine weitere Möglichkeit wäre eine Erhöhung der vorhandenen Leitungsquerschnitte. Dies würde einen enormen arbeitstechnischen sowie finanziellen Aufwand darstellen, wobei es für die Netzqualität hinsichtlich Netzfrequenz keinerlei Verbesserungen mitbringen würde.

➔ **Beispiel Seitenstetten – kleinräumige Absicherung der Netzversorgung**

In der Gemeinde Seitenstetten wagte das Land Niederösterreich gemeinsam mit dem Netzbetreiber Netz Niederösterreich einen Feldversuch. Es wurden ca. 25 Elektroautos in einer Siedlung über 6 Wochen intensiv verwendet. Die Fahrzeuge wurden jeweils je nach Bedarf bei den NutzerInnen geladen. Die Auswirkungen auf das Stromnetz wurden beobachtet und ausgewertet. Folgende Punkte wurden nach der Beobachtungsphase festgestellt:

- gesteuerte Ladeleistung überlastet nicht das Netz
- jedoch schränken Leistungsspitzen am Ende des Leitungsnetzes die Stromnutzung ein – es kommt zu einem Spannungsverfall

Ein lokaler Stromspeicher könnte die Spannung stabilisiert. Der Netzkunde am Ende des Leitungsastes erhält auch bei Leistungsspitzen die entsprechende Qualität.

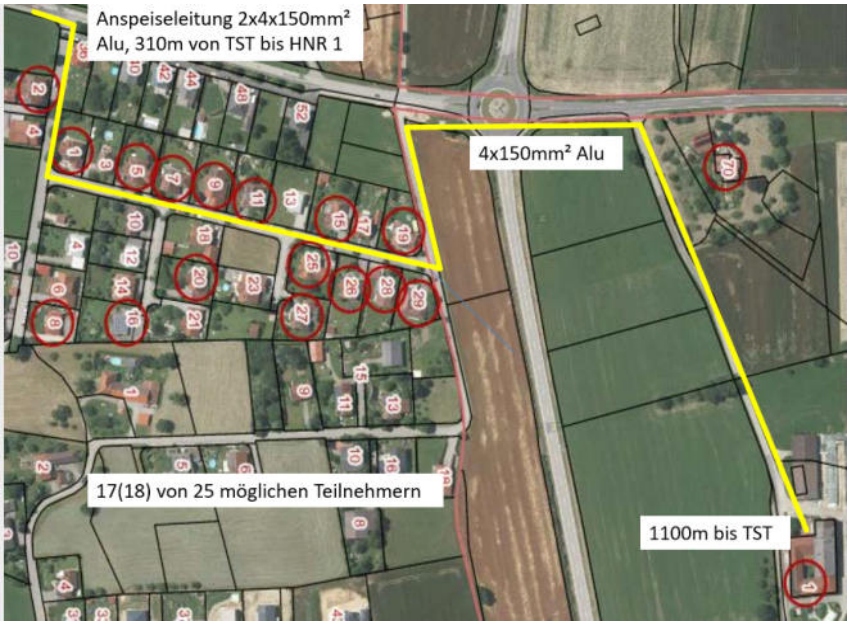


Abb. 18: Feldversuch Seitenstetten zur kleinräumigen Absicherung der Netzversorgung[41]

[41] Angerer, Franz: Feldtest Seitenstetten; Februar 2018

➔ **Beispiel Erneuerbare Energie / Windkraftstrom wird in der Bausubstanz von Gebäuden gespeichert**

Durch den vermehrten Einsatz von erneuerbarer Energie (speziell PV und Windenergie), die nicht bei Bedarf abrufbar ist, sondern von den momentanen meteorologischen Umweltbedingungen abhängt, können beide Fälle (Über- oder Unterangebot) leicht auftreten. Da es mit dem steigenden Einsatz von erneuerbarer Energie zunehmend schwieriger wird, den Strombedarf an die Stromproduktion anzupassen, ist der Einsatz von netzgekoppelten Energiespeichern auf mittelfristige Sicht unumgänglich. Ein Stromspeicher kann einerseits bei einem Stromüberangebot Strom aus dem Netz aufnehmen und speichern und andererseits bei Strommangel wieder Strom ins Netz einspeisen, um die Netzfrequenz stabil zu halten. Am Markt sind derzeit Stromspeichersysteme erhältlich, die die Funktion der Netzstabilisierung erfüllen können (z.B. Homestrom aus Freistadt / Oberösterreich). Diese Systeme können am Regelleistungsmarkt teilnehmen. Dabei wird der Stromspeicher, je nach Marktsituation, zu Zeiten günstigen Stroms (bei sehr großem Stromüberangebot wird die Stromabnahme auch vergütet) mit Strom aus dem Netz geladen bzw. zu Zeiten hoher Strompreise Strom ins Netz gespeist. Hierfür sind bereits erste Geschäftsmodelle zu Versuchszwecken in Prüfung.

So können etwa Gebäude als Windstromspeicher dienen. Mit einer Wärmepumpe in massiv gebauten Gebäuden (etwa Einfamilienhäusern) können Leistungsspitzen im öffentlichen Stromnetz genutzt werden. In Zeiten starken Windes wird die Wärmepumpe aktiviert und Wärme wird in die Bauteile des Gebäudes geschickt. Diese Wärme wird mit der Zeit wieder abgestrahlt und Räume werden so beheizt. Gut gedämmte Gebäude können bis zu einer Woche ohne zusätzlicher Heizung warm gehalten werden, sie wirken demnach selbst als Energiespeicher. Über jene Starkwindphasen können bis zu 95% des Stroms für den Betrieb der Wärmepumpe bezogen werden.[42]

4.3.3 Notstrom- USV-Funktion

Einzelne Stromspeichersysteme bieten die Möglichkeit, im Falle eines Netzausfalls die Stromversorgung aufrecht zu erhalten, dies ist allerdings kein selbstverständliches Feature und muss in jedem Fall bei der Planung beachtet werden. Im Rahmen von Projektrecherchen durch die Klima- und Energiemodellregion Elsbeere Wienerwald gemeinsam mit dem Projektkonsortium wurden insgesamt 19 Preise von 7 verschiedenen Systemen (SolarWatt, Sonnen, HomeStrom, LG Chem, Fronius und zwei Kombisysteme: Akku von BYD und Wechselrichter von Fronius; Akku von BYD und Wechselrichter von SMA) eingeholt. Die Motivation der Klima- und Energiemodellregion, im Bereich Speicherung tätig zu werden, war ebenfalls das hier beschriebene Sondierungsprojekt „smarte Speicherstadt Neulengbach“, im Zuge dessen die Steigerung des PV-Eigenverbrauchs durch lokale Speicherung immer wieder diskutiert wurde.

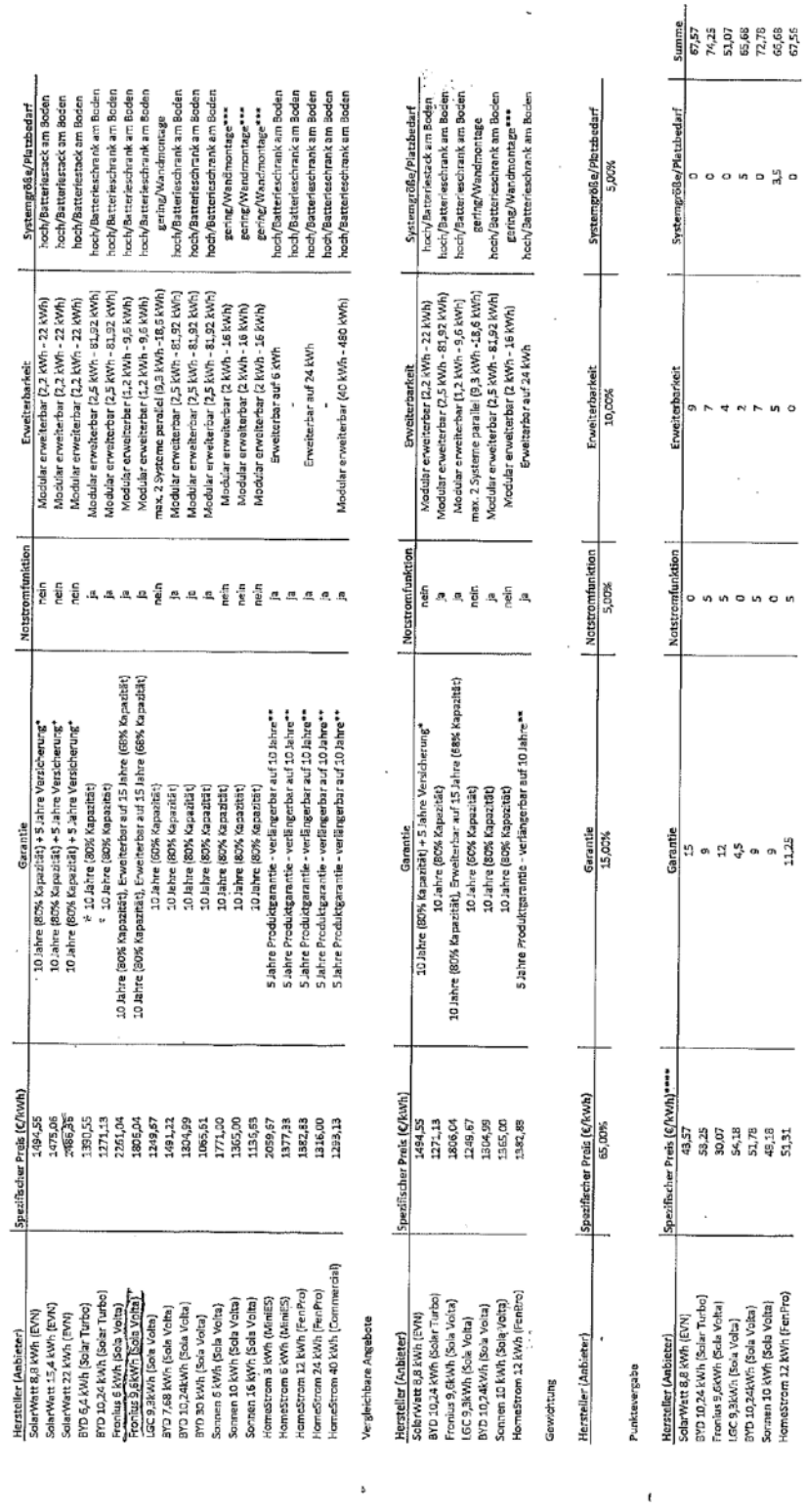
Von den 7 Systemen, die im Rahmen der Angebotseinholung vorgestellt wurden, bieten 4 in der Standardausführung eine Notstromfunktion (Kombi: Fronius, Homestrom und die beiden Kombisysteme BYD/Fronius und BYD/SMA). Mit einer gewöhnlichen Notstromlösung können unkritische Systeme wie Beleuchtungen, Pumpen geringer Leistung, Kühlgeräte geringer Leistung etc. für eine gewisse Zeit weiter im Inselbetrieb mit Strom versorgt werden.

Für kritische Systeme (Serveranlagen, wichtige IT-Systeme generell sowie Krisenstabsgebäude etc.) ist unbedingt eine Stromspeicherlösung mit zusätzlicher USV-Funktion vorzusehen. „USV“ steht für Unterbrechungsfreie Stromversorgung, wobei die maximale Umschaltzeit zum Akkubetrieb < 16ms sein muss. Bei gewöhnlichen Notstromsystemen kann die Umschaltzeit mehrere Sekunden betragen. Ein weiterer Vorteil von USV-Systemen ist, dass auch kurze Spannungsspitzen gepuffert werden, wodurch ein gewisser Schutz für die IT-Ausrüstung entsteht. Von den angebotenen Systemen erfüllten lediglich einzelne wenige diese Funktionalität (HomeStrom, SMA), wobei mehrere Hersteller derartige Systeme anbieten können. Notstrom und USV-Systeme erfordern spezielle Wechselrichter und sind teurer als reine Puffersysteme. Für die Aufrechterhaltung von kritischen IT-Systemen für mehrere Tage (Krisenfall) muss zusätzlich zu einem Stromspeichersystem mit USV-Funktion auch die Möglichkeit gegeben sein, mittels Notstrom-Aggregat, welches mit konventionellem Treibstoff betrieben werden kann, die Stromversorgung aufrechtzuerhalten. In der Regel wird ein Stromspeicher bei wirtschaftlich sinnvoller Auslegung die Stromversorgung der kritischen Systeme maximal einige Stunden aufrechterhalten können, weswegen ein Notstromaggregat schnell verfügbar sein muss und auch von vornherein sichergestellt sein muss, dass dieses ins lokale Stromnetz eingebunden werden kann.

[42] Handler, S., 2016.

4.3.4 Empfehlungen zur Umsetzung der hauseigenen Speicheranlage

Die folgende Tabelle bietet einen detaillierten Überblick über die eingeholten Angebote für die lokale PV-Strom-Speicherung. Diese Angebote werden nun vermehrt unter den Mitgliedsgemeinden der Region Elsbeere Wienerwald in den Verwaltungen diskutiert, da es u.a. das Ziel der Region ist, pro Gemeinde ein Speichersystem in öffentlichen Gebäuden mit PV-Anlagen zu realisieren.



Hersteller (Anbieter)	Spezifischer Preis (€/kWh)	Garantie	Notstromfunktion	Erweiterbarkeit:	Systemgröße/Platzbedarf
SolarWatt 8,8 kWh (EVN)	1494,55	10 Jahre (80% Kapazität) + 5 Jahre Versicherung*	nein	Modular erweiterbar (2,2 kWh - 22 kWh)	hoch/Batteriesack am Boden
SolarWatt 15,4 kWh (EVN)	1475,06	10 Jahre (80% Kapazität) + 5 Jahre Versicherung*	nein	Modular erweiterbar (2,2 kWh - 22 kWh)	hoch/Batteriesack am Boden
SolarWatt 22 kWh (EVN)	2986,36	10 Jahre (60% Kapazität) + 5 Jahre Versicherung*	nein	Modular erweiterbar (2,2 kWh - 22 kWh)	hoch/Batteriesack am Boden
BYD 5,4 kWh (Solar Turbo)	1350,55	10 Jahre (80% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (2,5 kWh - 81,92 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
BYD 10,24 kWh (Solar Turbo)	1271,13	10 Jahre (80% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (2,5 kWh - 81,92 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
Fronius 5,6kWh (Sola Volta)	2261,04	10 Jahre (80% Kapazität), Erweiterbar auf 15 Jahre (60% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (1,2 kWh - 9,6 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
Fronius 9,6kWh (Sola Volta)	1806,04	10 Jahre (80% Kapazität), Erweiterbar auf 15 Jahre (60% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (1,2 kWh - 9,6 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
LGC 9,3kWh (Sola Volta)	1248,67	10 Jahre (60% Kapazität)	nein	max. 2 Systeme parallel (9,3 kWh-18,6 kWh)	gering/Wandmontage
BYD 7,68 kWh (Sola Volta)	1491,32	10 Jahre (80% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (2,5 kWh - 81,92 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
BYD 10,24kWh (Sola Volta)	1304,99	10 Jahre (80% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (2,5 kWh - 81,92 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
BYD 50 kWh (Sola Volta)	1065,61	10 Jahre (80% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (2,5 kWh - 81,92 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
Sonnen 5 kWh (Sola Volta)	1771,00	10 Jahre (80% Kapazität)	nein	Modular erweiterbar (2 kWh - 16 kWh)	gering/Wandmontage***
Sonnen 10 kWh (Sola Volta)	1365,00	10 Jahre (80% Kapazität)	nein	Modular erweiterbar (2 kWh - 16 kWh)	gering/Wandmontage***
Sonnen 16 kWh (Sola Volta)	1135,63	10 Jahre (80% Kapazität)	nein	Modular erweiterbar (2 kWh - 16 kWh)	gering/Wandmontage***
HomeStrom 3 kWh (MiniES)	2059,67	5 Jahre Produktgarantie - verlängerbar auf 10 Jahre**	ja	Erweiterbar auf 6 kWh	hoch/Batterieschrank am Boden
HomeStrom 6 kWh (MiniES)	1377,33	5 Jahre Produktgarantie - verlängerbar auf 10 Jahre**	ja	-	hoch/Batterieschrank am Boden
HomeStrom 12 kWh (FenPro)	1582,83	5 Jahre Produktgarantie - verlängerbar auf 10 Jahre**	ja	Erweiterbar auf 24 kWh	hoch/Batterieschrank am Boden
HomeStrom 24 kWh (FenPro)	1316,00	5 Jahre Produktgarantie - verlängerbar auf 10 Jahre**	ja	-	hoch/Batterieschrank am Boden
HomeStrom 40 kWh (Commercial)	1293,13	5 Jahre Produktgarantie - verlängerbar auf 10 Jahre**	ja	Modular erweiterbar (40 kWh - 480 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden

Vergleichbare Angebote

Hersteller (Anbieter)	Spezifischer Preis (€/kWh)	Garantie	Notstromfunktion	Erweiterbarkeit	Systemgröße/Platzbedarf
SolarWatt 8,8 kWh (EVN)	1494,55	10 Jahre (80% Kapazität) + 5 Jahre Versicherung*	nein	Modular erweiterbar (2,2 kWh - 22 kWh)	hoch/Batteriesack am Boden
BYD 10,24 kWh (Solar Turbo)	1271,13	10 Jahre (80% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (2,5 kWh - 81,92 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
Fronius 9,6kWh (Sola Volta)	1806,04	10 Jahre (80% Kapazität), Erweiterbar auf 15 Jahre (60% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (1,2 kWh - 9,6 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
LGC 9,3kWh (Sola Volta)	1249,67	10 Jahre (60% Kapazität)	nein	max. 2 Systeme parallel (9,3 kWh-18,6 kWh)	gering/Wandmontage
BYD 10,24kWh (Sola Volta)	1304,99	10 Jahre (80% Kapazität)	ja	Modular erweiterbar (2,5 kWh - 81,92 kWh)	hoch/Batterieschrank am Boden
Sonnen 10 kWh (Sola Volta)	1365,00	10 Jahre (80% Kapazität)	nein	Modular erweiterbar (2 kWh - 16 kWh)	gering/Wandmontage***
HomeStrom 12 kWh (FenPro)	1582,83	5 Jahre Produktgarantie - verlängerbar auf 10 Jahre**	ja	Erweiterbar auf 24 kWh	hoch/Batterieschrank am Boden

Gewichtung

Hersteller (Anbieter)	Spezifischer Preis (€/kWh)	Garantie	Notstromfunktion	Erweiterbarkeit:	Systemgröße/Platzbedarf
-	65,00%	15,00%	5,00%	10,00%	5,00%

Punktevergabe

Hersteller (Anbieter)	Spezifischer Preis (€/kWh)****	Garantie	Notstromfunktion	Erweiterbarkeit	Systemgröße/Platzbedarf	Summe
SolarWatt 8,8 kWh (EVN)	43,57	15	0	9	0	67,57
BYD 10,24 kWh (Solar Turbo)	58,25	9	5	7	0	74,25
Fronius 9,6kWh (Sola Volta)	30,07	12	5	4	0	51,07
LGC 9,3kWh (Sola Volta)	54,18	4,5	0	2	5	65,68
BYD 10,24kWh (Sola Volta)	51,78	9	5	7	0	72,78
Sonnen 10 kWh (Sola Volta)	48,18	9	0	5	3,5	65,68
HomeStrom 12 kWh (FenPro)	53,31	11,25	5	0	0	67,56

* bei Verwendung von freigegebenem Wechselrichter
** bzw. 10 Jahre Zeitwertgarantie bis 80% Kapazität oder 12 Jahre bzw. 6000 Zyklen bis 70% Kapazität
*** bzw. sehr flache Bauweise
**** Punkte nach folgender Funktion ermittelt: 100 Pkt bei €1000/kWh (x Gewichtungsfaktor)
0 Pkt ab €2500/kWh (x Gewichtungsfaktor)

Die in der Tabelle vorgestellten Angebote wurden durch das Personal des Projektkonsortiums und der Klima- und Energiemodellregion fachlich gesichtet und diskutiert. Dabei fiel die Entscheidung, dass künftig ausschließlich inselfähige Systeme zum Einsatz kommen sollen, die auch bei Stromausfall die lokale Stromversorgung innerhalb der Haustechnik aufrechterhalten können. Vereinzelt soll auch Augenmerk auf die USV-Tauglichkeit der Speichersysteme gelegt werden, wenn sensible EDV-System an der Stromversorgung im Gebäude hängen, deren Dauerbetrieb von Relevanz ist.

Weiters wurde festgestellt, dass einzelne inselfähige Systeme sehr niedrige Leistungsbeschränkungen haben und somit im Notstrombetrieb nur geringe Leistungen unterstützt werden können. Diesbezüglich muss auch wesentliches Augenmerk auf die Auswahl des Speichersystems gelegt werden.

Zuletzt sei noch der Preis der Speichersysteme zu erwähnen. Dabei wurde gesondert auf die Preise in EUR/kWh Speichervolumen geachtet.

In Summe betrachtet, bringen die Speichersysteme mit einem BYD Speicher in der Bewertung sehr gute Ergebnisse weshalb die Region Elsbeere Wienerwald entsprechende Empfehlungen an interessierte Gemeinden übermitteln wird.

4.3.5 Musterbeispiele – Größter Batteriespeicher der Welt

In Kalifornien sollen 3 Gaskraftwerke, die üblicherweise die Peaks in den Stromnetzen abpuffern, durch Batteriespeicher ersetzt werden. Insgesamt werden 4 neue Speicher installiert. So wird die Firma Dynegy alleine einen Batteriespeicher mit einer Kapazität von 1.200 Megawattstunden errichten. Hinzu kommt ein Speicher von Tesla mit einer Kapazität von 730 Megawattstunden sowie zwei kleinere Projekte. In den Batterien wird jeweils Strom gespeichert, wenn Stromüberschuss im Netz besteht. Wird akut Strom im Netz benötigt (Peak), kann dieser sofort aus dem Speicher geliefert werden, ohne dass ein fossiles Kraftwerk angeworfen werden muss.
Tesla selbst wird den Stromspeicher nicht betreiben. Der Konzern baut die Anlage lediglich und übergibt sie anschließend an den Netzbetreiber PG&E. Die restlichen drei anderen Anlagen werden von den dahinter stehenden Firmen weiter betrieben, die die gespeicherte Elektrizität dann an den Stromversorger verkaufen. Tesla wird für den geplanten Energiespeicher seine bereits mehrmals verwendeten Powerpacks nutzen. Gleichzeitig hat die Firma aber bereits angekündigt, neue und noch größere Speichermodule namens „Megapack“ zu entwickeln.[43]

4.3.6 Musterbeispiel - Größter Batteriespeicher der Schweiz



Abb. 19: größter Batteriespeicher der Schweiz in Volketswil[44]

In Volketswil im Schweizer Kanton Zürich wurde ein Batteriespeichersystem mit einer Maximalleistung von 18 Megawatt von den Elektrizitätswerken Zürich installiert. Der Lithium-Ionen-Speicher hat dabei einen Größenumfang von 3 Containern und wurde von der NEC Energy Solutions gefertigt. Mit einer Speicherkapazität von rund 7,5 Megawattstunden ging der Riesenspeicher Anfang 2018 in Betrieb. 600 durchschnittliche Vierpersonenhaushalte könnten mit dem Strom aus einem Speicher dieser Größenordnung versorgt werden. Der Speicher wird aber nicht direkt für die Stromversorgung genutzt, sondern er liefert Regelenergie für die nationale Netzgesellschaft Swissgrid.

Damit leistet der Speicher einen Beitrag zur europaweiten Stromnetzstabilisierung. Eine Amortisierung des Speichers soll bereits in 4-5 Jahren erreicht werden.[45]

[43] Trend der Zukunft; 2018. (https://www.trendsderzukunft.de/kalifornien-der-groesste-batteriespeicher-der-welt-ersetzt-drei-gaskraftwerke/)
[44] EKZ, 2018.

4.3.7 Stromtarife für Speicher – Beispiel Sonnenflat

Mit der Einrichtung eines Solarspeichers werden neben der Hardware auch zusätzliche Stromverträge angeboten. Mittels Cloud- und Community-Lösungen sollen Freistromkontingente, sinkende Stromkosten oder auch 100% Eigenverbrauch des selbst produzierten PV-Stroms erzielt werden. Eine aktuelle Studie zeigt, dass die sogenannte „Sonnencommunity“ mit dem besten Ergebnis hinsichtlich Stromtarife für Speicher abschneidet. Im Rahmen der Studie der EuPD Research wurden 15 Angebote von Cloud- und Community-Lösungen in Deutschland hinsichtlich Vertragsdetails, Kosten, Nutzen und weiteren Kriterien analysiert und verglichen. Deutliche Unterschiede konnten hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Lösungen identifiziert werden. Zwischen dem günstigsten und dem teuersten Anbieter lag in Bezug auf den Stromtarif in der Berechnung für einen Vierpersonenhaushalt mit 4.500 kWh jährlichen Stromverbrauchs ein Unterschied von 512 EUR pro Jahr. Bei etlichen Cloud-Lösungen wird die Einspeisevergütung außerdem mit dem aus der Cloud bezogenem Strom verrechnet. So können die tatsächlichen Kosten verdeckt werden. Bei der Sonnencommunity kann mittels flexiblen Flat-Tarifen die kostengünstigste Lösung geboten werden. Die Sonnen-Flat ist dabei ein Stromtarif basierend auf einem virtuellen Kraftwerk. Über Speicher können ergänzend Einnahmen am Energiemarkt generiert werden. Durch eine Vernetzung der Speicher können bei der Sonnencommunity außerdem die Stromnetze entlastet werden.[46]

4.4 Die Stadt als virtueller Energiespeicher [47]

Virtuelle Speicher können heutzutage in urbanen Regionen bereits wesentlich zur Stabilisierung von Stromnetzen beitragen. Ein Ausbau der elektrischen Speicherkapazitäten ist gerade im Hinblick auf den fortschreitenden Wandel des Energiesystems notwendig. Im Rahmen des Forschungsprojekts „Stadt als Speicher“ dienten die deutschen Städte Herten im Ruhrgebiet sowie Wunsiedel als urbane Modellregionen.

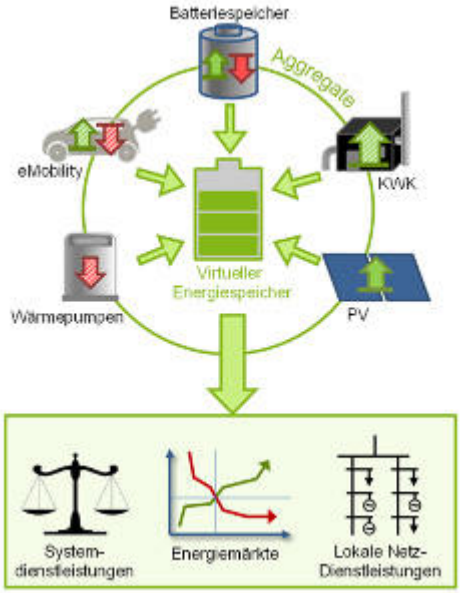


Abb. 20: Zusammenspiel von Stromerzeugern und Verbrauchern in einem virtuellen Speicher[48]

Ein im Laufe des Projekts entwickeltes Managementsystem bündelte verschiedene Anlagen, wie etwa Kleinwasserkraft-Anlagen, Wärmepumpen oder Nachtspeicherheizungen. Stromerzeuger als auch Verbraucher arbeiteten bei einem virtuellen Großspeicher zusammen. In den Anlagen schlummert derzeit vielmals ungenutztes Speicherpotenzial. Besonders in kommunalen Unternehmen sind oftmals Erzeugungsanlagen zu finden, deren Flexibilität aktuell noch nicht genutzt wird. Mit Hilfe der Bündelung kann jenes Potenzial genutzt und die Nutzung erneuerbarer Energien forciert werden. Für die beiden Modellregionen wurde ein Speicherpotenzial von 3 bzw. 5 MWh ermittelt.

Mittels eines Feldtests in der Modellregion wurde schließlich gezeigt, inwiefern ein virtueller Speicher das Stromnetz unterstützen kann und ob sich die entwickelten Lösungen als praxistauglich bewähren. Dabei arbeiteten verschiedene Energiewandler, Speicher und Verbraucher zusammen.

Das Projekt zeigte, dass prinzipiell alle betrachteten Technologien in einen virtuellen Speicher eingebunden werden, die Potenziale hier aber sehr unterschiedlich sind. Ein virtueller Speicher unterliegt, anders als herkömmliche Speicher, diversen Restriktionen - die einzelnen Anlagen haben schließlich grundsätzliche

[45] AZ Fachverlage AG, 2018. & Rütti, T., 2018.
[46] Holler-Bruckner, D., 2018.
[47] BINE Informationsdienst, 2018. & forschung-energiespeicher.info, 2017.
[48] TU Dortmund, 2017.

Versorgungsaufgaben. Eine wirtschaftliche Optimierung kann durch die Berücksichtigung der Rahmenbedingungen der verschiedenen Anlagen, des Netzzustands sowie Anreizen der Elektrizitätsmärkte erzielt werden.

Im Projekt zeigte sich außerdem, dass die Prognose des Wärmebedarfs ein zentrales Element darstellt und hier entsprechende detaillierte Messungen vorausgehen sollten, um fehlerhafte Prognosen zu vermeiden. Dies ist gerade bei Anlagen mit kleinen Wärmespeichern wichtig, da hier oftmals genauere Messungen fehlen und mit Jahresverbräuchen gerechnet werden müsste. Besonders der Wärmebedarf in den unterschiedlichen Jahreszeiten ist aber wichtig, um richtige Prognosen erstellen zu können. Eine möglichst genaue Prognose der Netzbelastung muss vorliegen, um einen virtuellen Speicher planen zu können.

5 Mobilitätsanalyse

5.1 Ausgangssituation im Bereich Mobilität

5.1.1 Individualverkehr

Als ländlich geprägte Stadt, die hohe Bevölkerungszuwächse verzeichnet liegt Neulengbach zwischen Wien und St. Pölten – direkt an zwei Bundesstraßen, die B19 (Tullner Straße) und die B44 (Neulengbacher Straße). Die B19 führt von Altlengbach nach Göllersdorf und durchquert Neulengbach in Nord-Süd Richtung. Die B44 kommt aus östlicher Richtung und endet an dem Punkt, an dem sie auf die B19 trifft.

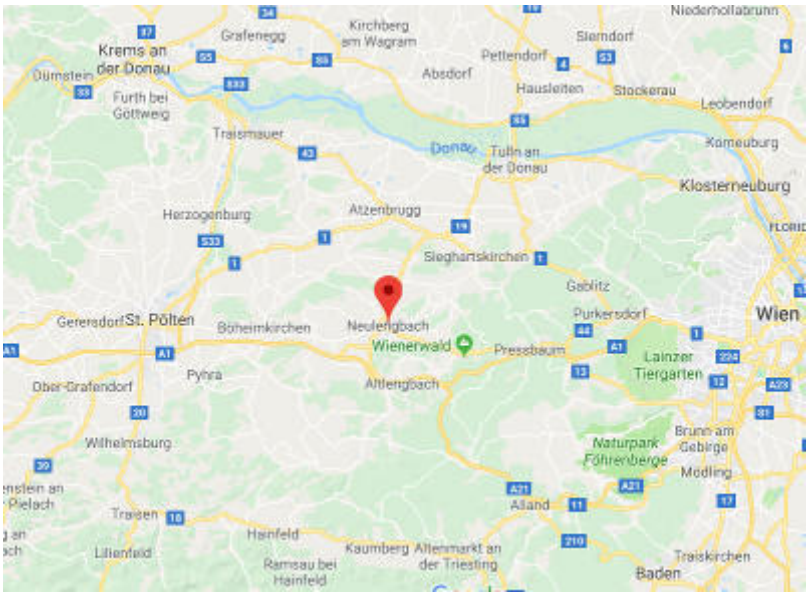


Abb. 21: Lage und Erreichbarkeit der Stadtgemeinde Neulengbach[49]

Die Autobahnabfahrt St. Christophen kann über einen Autobahnzubringer erreicht werden. Dieser beginnt bei einem Kreisverkehr in der Nähe der Ortschaft Unterdambach. Bei der Autobahnauffahrt St. Christophen ist ein Auffahren auf die Autobahn allerdings nur in Richtung St. Pölten möglich und ein Abfahren nur, wenn man aus der Fahrtrichtung St. Pölten kommt. Möchte man Richtung Wien auf die Autobahn auffahren bzw. von Wien kommend von der Autobahn abfahren, muss man entweder die Abfahrt Altlengbach oder Böheimkirchen benutzen.

Durch Neulengbach führt außerdem die L129, sie verbindet Neulengbach mit St Pölten.

In Neulengbach ist eine Park & Ride Anlage beim Bahnhof Neulengbach Stadt vorhanden, die sich in unmittelbarer Nähe des Zentrums befindet. Ebenso zentrumsnah kann in der Reichelgasse geparkt werden. Direkt innerhalb des Ortszentrums können Parkplätze entlang der Straße genutzt werden, für diese gilt allerdings eine begrenzte Parkzeit von 1,5h. Diese Regelung gilt von Montag bis Freitag von 7 bis 12 Uhr und von 14 bis 18 Uhr sowie an Samstagen von 7 bis 12 Uhr. Weitere Parkmöglichkeiten sind in der Nähe des Rathauses (Klosterparkplatz) zu finden.

In Neulengbach gibt es mehrere Stromtankstellen:

- SMATRICS Ladestation Stadtgemeinde Neulengbach: Kindergartenweg 304, 3040 Neulengbach, 2x Typ 2 Stecker 22kW (siehe Abb. unten blauer Pfeil)
- Autohaus Figl: Tullnerstraße 71, 3040 Neulengbach, 1x Typ 2 Stecker 3,7 kW, während der Öffnungszeiten (siehe Abb. unten roter Pfeil)
- Fahrschule Leitgeb: Klosterbergstraße 180, 3040 Neulengbach, 1x Typ 2 Stecker 11kW, während der Öffnungszeiten (siehe Abb. unten grüner Pfeil)
- Stadtgemeinde Neulengbach: Bahnstraße 19, 3040 Neulengbach (Park&Ride Anlage), 6x Schuko, 1,4kW (siehe Abb. 1 gelber Pfeil)
- Stadtgemeinde Neulengbach (Carsharing Standplatz): Kirchenplatz 82, 3040 Neulengbach, 1x Typ 2 Stecker 11kW (siehe Abb. unten schwarzer Pfeil)
- Region Elsbeere Wienerwald / Stadtgemeinde Neulengbach: Kirchenplatz 82, 3040 Neulengbach, 1x Typ 2 Stecker 11 kW (siehe Abb. unten schwarzer Pfeil)
- Beim Freibad stehen mehrere Stecker für ebikes zur Verfügung.

[49] Google©, 2018b.

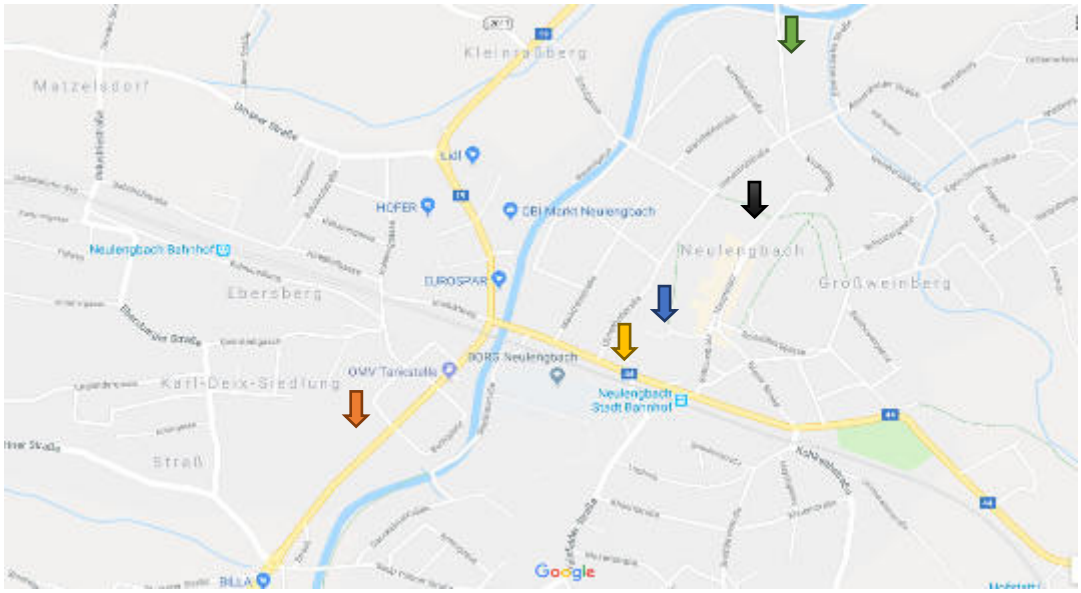
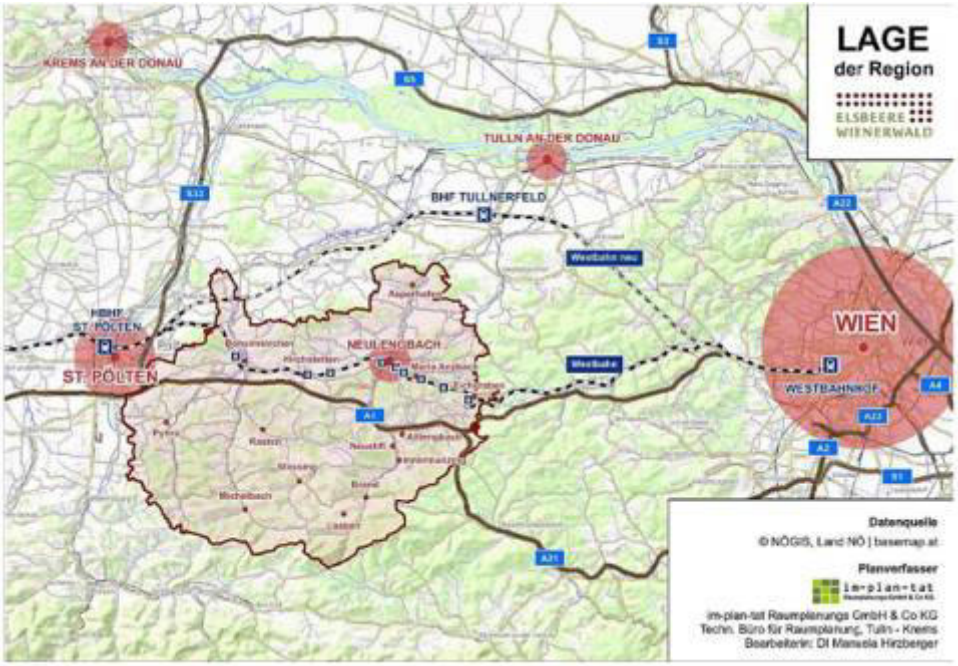


Abb. 22: Öffentliche Stromtankstellen in der Stadtgemeinde Neulengbach[50]

5.1.2 Öffentlicher Verkehr

Durch Neulengbach verläuft die alte Westbahnstrecke, die von Wien nach St. Pölten führt. Im Gebiet der Stadt Neulengbach liegen die drei Stationen Neulengbach Stadt, Neulengbach und Ollersbach, an denen alle REX-Züge halten, die zwischen Wien und St. Pölten verkehren. Diese fahren in den Stoßzeiten im Halbstundentakt und außerhalb der Stoßzeiten im Stundentakt. Die S50 verkehrt zwischen Wien Westbahnhof und Neulengbach, das heißt sie hält in den Stationen Neulengbach Stadt und Neulengbach. Diese Züge fahren im Stundentakt.



In Neulengbach gibt es verschiedene Buslinien, die einerseits verschiedene Punkte innerhalb Neulengbachs, andererseits Neulengbach mit den umliegenden Ortschaften verbinden. Ein Beispiel dafür ist der Bus 456, der zwischen Neulengbach und Laaben fährt.

Abb. 23: Öffentliche Erreichbarkeit Neulengbachs mit der Bahn

[50] Google©, 2018b.

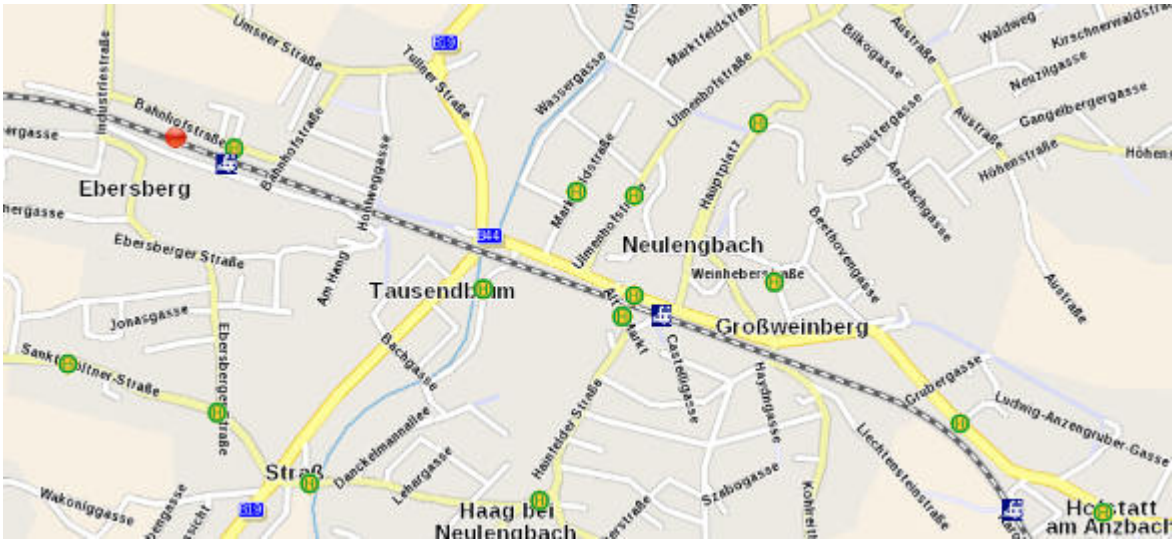


Abb. 24: Bahn- und Bushaltestellen im Zentrum Neulengbachs[51]

5.1.3 Rad- und Fußgängerverkehr

In Neulengbach gibt es drei verschiedene (Freizeit-)Radwege mit überregionaler Bedeutung:

- Laabentalradweg: Laaben-Neulengbach
- Radweg Große Tulln: Tulln-Neulengbach
- Wienerwaldradweg: Eichgraben-St.Pölten



Abb. 25: Große Tulln Radweg und Laabentalradweg[52]

Diese überregionalen Radwege bieten das Grundgerüst für das engmaschige Wegenetz in Neulengbach für den nicht-motorisierten Verkehr. Ausgehend von diesen Radwegen werden immer wieder neue Initiativen gestartet und auch realisiert, um höhere Qualität für den Radverkehr bieten zu können.

Neu gebaut wurde 2017 ein Radweg am Klosterberg (Projekt Stadteinfahrt). Er führt vom Zentrum in die Ulmenhofstraße. Von dieser können die drei zuvor genannten Radwege über nicht stark befahrene Straßen erreicht werden. Somit kann auch mit dem Rad von außerhalb des Siedlungskerns das Zentrum der Stadt sicher und angenehm erreicht werden. Entsprechende Radabstellanlagen wurden im Bereich des Rathauses errichtet.

In Neulengbach gibt es zudem die Möglichkeit, sich Leihfahrräder von der Stadt kostenlos auszuleihen. Die Freiräder können im Informationsbüro Neulengbach am Hauptplatz ausgeliehen werden.

Darüber hinaus gibt es in Neulengbach verschiedene Fußwege, die das Zentrum an die umliegenden Straßen anbinden: Der Kindergartenweg und der Franziskanersteig verbinden das Zentrum mit der Ulmenhofstraße. Sie

[51] ÖBB-Personenverkehr AG / HaCon Ingenieurgesellschaft mbH, 2018.
[52] Strahlhofer, A. 2018.

stellen eine erhebliche Abkürzung dar, da andernfalls der Umweg über die Bahnstraße bzw. den Klosterberg gegangen werden muss. Weitere Fußwege sind der Naturpfad und die Weinbergstraße. Diese verbinden die Weinbergstraße mit dem Zentrum.

Zur weiteren Förderung der aktiven Mobilität (Fuß und Rad) wurde in Neulengbach der sogenannte „Wadlpass“ ins Leben gerufen. Diese Kooperation zwischen der Stadtgemeinde Neulengbach und der Aktiven Wirtschaft Neulengbach soll die Bevölkerung zu mehr Bewegung und klimafreundlicher Mobilität motivieren. Wadlpass-Inhaber, die ihre Einkäufe und Erledigungen mit dem Rad oder zu Fuß durchführen, erhalten dafür zur Belohnung einen Aufkleber in ihrem Sammelpass erhalten. Alle abgegebenen, vollen Wadlpässe nehmen an der Verlosung eines hochwertigen Fahrrads und weiterer Preise teil. Der Wadlpass ist in den Neulengbacher Geschäften, im Infobüro, im Gemeindeamt, in der Stadtgreißlerei Brutschy und in der Stadtbibliothek erhältlich.



Abb. 26: Wadlpass Neulengbach[53]

5.1.4 E-Car-Sharing und andere Mobilitätsangebote



Abb. 27: E-Carsharing-Fahrzeug des Modells „Renault Zoe“ in Neulengbach[54]

Direkt im Zentrum und nahe der Burg befindet sich am Kirchenplatz bereits seit 2015 ein Carsharing-Standort mit einem Elektroauto. Genutzt wird dieses Mobilitätsangebot nicht nur von der Bevölkerung, sondern auch von den lokalen Betrieben (z. örtliche Sparkasse, Handelstreibende), der Stadtgemeinde und den MitarbeiterInnen des Regionsbüros Elsbeere Wienerwald. Betrieben wird das E-Carsharing von dem Mobilitätsverein fahrvergnügen.at, getragen wird es von den Mitgliedern selbst durch die Entrichtung entsprechender Beiträge. Das vollelektrische E-Carsharing Fahrzeug in Form eines Renault Zoes bietet den NutzerInnen ein ergänzendes Mobilitätsangebot zum öffentlichen Nahverkehr in Neulengbach, das noch dazu emissionslose Mobilität garantiert. Weder Abgase noch Lärm belasten das kleinstädtische Umfeld und Klima.

In der Region rund um Neulengbach stehen zum aktuellen Zeitpunkt bereits einige weitere E-Carsharing- Fahrzeuge zur geteilten Nutzung zur Verfügung (z.B. in Böheimkirchen oder in Maria Anzbach sowie Eichgraben).

[53] Stadtgemeinde Neulengbach, 2018.
[54] Verein fahrvergnügen.at

Die Verknüpfung des E-Carsharing-Angebotes mit dem öffentlichen Nahverkehr bringt aber auch eine Vielzahl an weiteren Vorteilen mit sich. Neben der Erweiterung und Vernetzung des Mobilitätsangebots vor Ort kann auch eine Abdeckung entlegener Gebiete durch E-Carsharing erreicht werden. Die E-Carsharing-Fahrzeuge stehen dabei im ländlichen Raum – anders als im urbanen Raum - teilweise auch an Standorten zur Verfügung, an denen keine gute ÖV-Anbindung besteht. Die Fahrzeuge werden dann innerhalb der (erweiterten) Nachbarschaft gemeinsam genutzt und stehen zum Teil als Zweitfahrzeug für Familien zur Verfügung. Ein gänzliches Aufgeben der eigenen Pkws wird allerdings bei schlechter ÖV-Anbindung erschwert, auch wenn Carsharing- Fahrzeuge in der Nähe zur Verfügung stehen. Für tägliche Fahrten in die Arbeit (PendlerInnen) ist Carsharing (zumindest standortbezogenes Carsharing, wie im ländlichen Raum der Fall) nicht geeignet, da das Fahrzeug so den ganzen Tag über von einer Person blockiert werden würde (z.B. Fahrt zum nächsten Bahnhof, Auto steht tagsüber am Bahnhof, am Abend wieder Fahrt nach Hause) und in dieser Zeit nicht für andere Personen zur Verfügung steht. Hier können andere Mobilitätsangebote Abhilfe schaffen, wie zum Beispiel ein Gemeindebus oder ein Anrufsammeltaxi, um den Lückenschluss der letzten Meile in der Kette der öffentlichen Verbindungen zu schaffen.



Abb. 28: Start des Elsbeer-Shuttledienstes am 11. April 2016[56]

In der Region rund um Neulengbach wurde bereits ein Mikro-ÖV-Pilotprojekt („Elsbeer Shuttledienst“) gestartet, um genau diesen Lückenschluss zu ermöglichen.

In Folge einer Analyse der aktuellen Bus- und Zugverbindungen sowie des Bedarfs an Mobilitätsangeboten zur Erreichung alltäglicher Ziele wurde festgestellt, dass vor allem Jugendliche und ältere Personen von einem ergänzenden Mobilitätsangebot profitieren würden. Schließlich wurde ein Mikro-ÖV-Angebot konzipiert, das den Schwerpunkt auf SchülerInnenfahrten vom Bahnhof Böheimkirchen in die Gemeinden Michelbach, Stössing und Kasten sowie Einkaufs-/Bank- und Arztfahrten setzt. Projektträger des von 2016 bis 2018 laufenden Projekts ist die Region Elsbeere Wienerwald. [55] Status Quo: Der Verkehrsverbund Ostregion hat mittlerweile den Regelbetrieb übernommen und somit die Fahrplanlücken gefüllt.

Die Elektromobilität im Carsharingeinsatz bietet – neben positiven Effekten auf Umwelt und Klima - eine hervorragende Möglichkeit des Erstkontakts mit der Elektromobilität. Im Rahmen von zahlreichen Veranstaltungen in und um Neulengbach (z.B. Eröffnung des neuen Rathauses in Neulengbach am 9. September 2017) wurden aktiv bewusstseinsbildende Maßnahmen gesetzt und Sharing-Fahrzeuge gemeinsam mit einer breiten Palette an zusätzlichen Elektroautos für Probefahrten zur Verfügung gestellt. Es gibt aber auch im E-Carsharing Betrieb selbst die Möglichkeit einer Probemitgliedschaft, um das Auto ausgiebig testen zu können. So wurde das Thema der E-Mobilität bereits zahlreichen NeulengbacherInnen näher gebracht und der Umstieg auf E-Mobilität auch bei den privaten Fahrzeugen attraktiviert.



Abb. 29: Informations- und Testmöglichkeit über/von E-Fahrzeugen bei der Neu-Eröffnung des Rathauses Neulengbach am 9. September 2017[57]

[55] Leader-Region Elsbeere Wienerwald, 2016.
[56] Leader-Region Elsbeere Wienerwald, 2016.

5.2 Mobilitätsverhalten und Mobilitätskennzahlen

In der Stadtgemeinde Neulengbach wurden im Jahr 2017 laut Meldestellen insgesamt 5.205 PKW's gezählt. Bei einer Bevölkerungsanzahl von 8.308 mit 01.01.2017 ergibt dies einen Motorisierungsgrad von 63% für die Stadtgemeinde. Im Vergleich dazu gab es in der gesamten Region Elsbeere Wienerwald (13 Gemeinden) im Jahr 2017 24.670 gemeldete PKWs. Bei einer Einwohnerzahl von 37.633 mit 01.01.2017 entspricht dies einem Motorisierungsgrad von 66%.[58] Somit liegt der Motorisierungsgrad in Neulengbach etwas unter dem regionalen Durchschnitt. Verglichen mit dem Motorisierungsgrad in Niederösterreich (1.054.166 PKW's im Jahr 2016 bei einer Wohnbevölkerung von 1.665.753 mit 1.1.2017[59]) von etwa 63% liegt Neulengbach genau innerhalb des niederösterreichischen Durchschnitts.

In Neulengbach wurden im Jahr 2017 insgesamt 26 Elektrofahrzeuge gezählt, sowie 36 Hybrid-Fahrzeuge (Benzin/Elektro oder Diesel/Elektro). Der Anteil an Elektrofahrzeugen an der Gesamt-Anzahl der PKWs in Neulengbach entspricht somit etwa 0,5%. Auch in der gesamten Region Elsbeere Wienerwald liegt der Wert im Jahr 2017 bei etwa 0,5%. In Niederösterreich gesamt hingegen lag der Anteil im Jahr 2016 bei nur 0,2%.

Tab. 6: Fahrzeug-Bestand 2016/2017

	Neulengbach 2017[60]	Region Elsbeere Wienerwald 2017[61]	Niederösterreich 2016[62]
PKW gesamt	5 205	24 670	1054166
PKW Benzin - Benzin/Ethanol (flex-fuel) 2017	2 355	10420	456377
PKW Diesel 2017	2 786	13969	591094
PKW Erdgas 2017	1	3	325
PKW Benzin/Flüssiggas (bivalent) 2017	0	1	39
PKW Benzin/Erdgas (bivalent) 2017	1	4	241
PKW Benzin/Elektro (hybrid) 2017	34	141	3758
PKW Diesel/Elektro (hybrid) 2017	2	8	274
PKW Wasserstoff 2017	0	0	0
PKW Elektro 2017	26	124	2058

Der Außer-Haus-Anteil (=Anteil mobiler Personen) lag im Jahr 2006 in Neulengbach bei durchschnittlich 90% an einem Werktag. Vergleicht man den Wert Neulengbachs mit anderen Wienerwald Gemeinden, kann man erkennen, dass der Anteil der mobilen Personen in Neulengbach dem Durchschnittswert innerhalb der Region entspricht. Diese und die folgenden Zahlen stammen von einer von Herry Consult GmbH durchgeführten Verkehrsverhaltensbefragung im Jahr 2006 im Rahmen des Projekts „Verkehrssparen Wienerwald".

Die Anzahl der Wege pro Person betrug im Jahr 2006 werktags durchschnittlich 2,9. Die Anzahl der Wege pro mobiler Person betrug im Jahr 2006 werktags in der Stadtgemeinde Neulengbach durchschnittlich 3,2. Beide Werte lagen unter dem Durchschnittswert aller Gemeinden im Wienerwald.

[57] Verein fahrvergnügen.at
[58] Statistik Austria
[59] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2017.
[60] Statistik Austria
[61] Statistik Austria
[62] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2017.

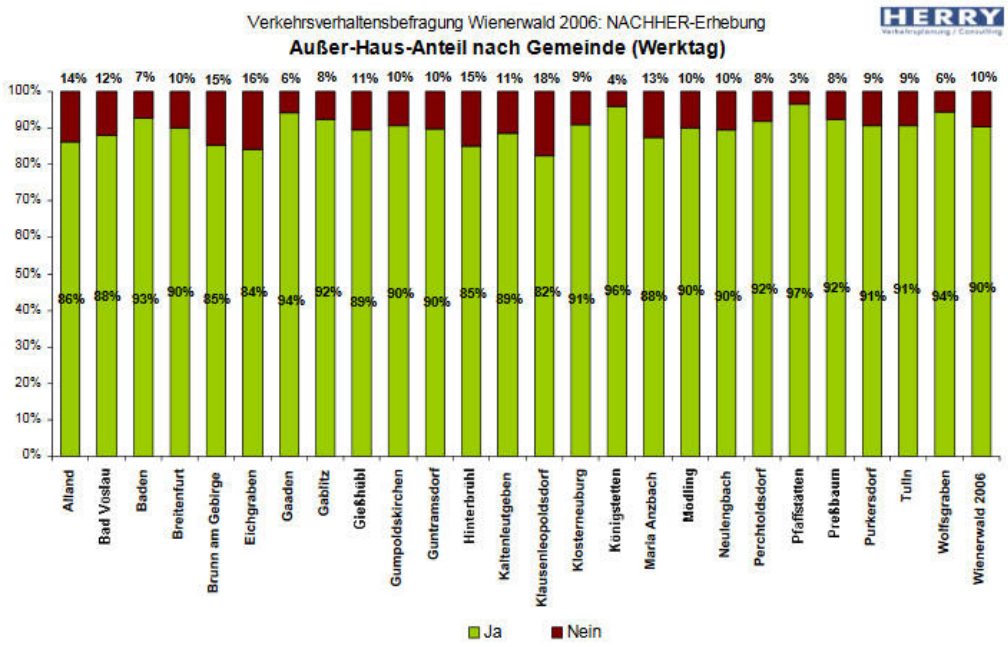


Abb. 30: Außer-Haus-Anteil nach Gemeinde (Werktag), Verkehrsverhaltensbefragung 2006 im Rahmen des Projekts „Verkehrssparen Wienerwald“, Herry Consult GmbH[63]

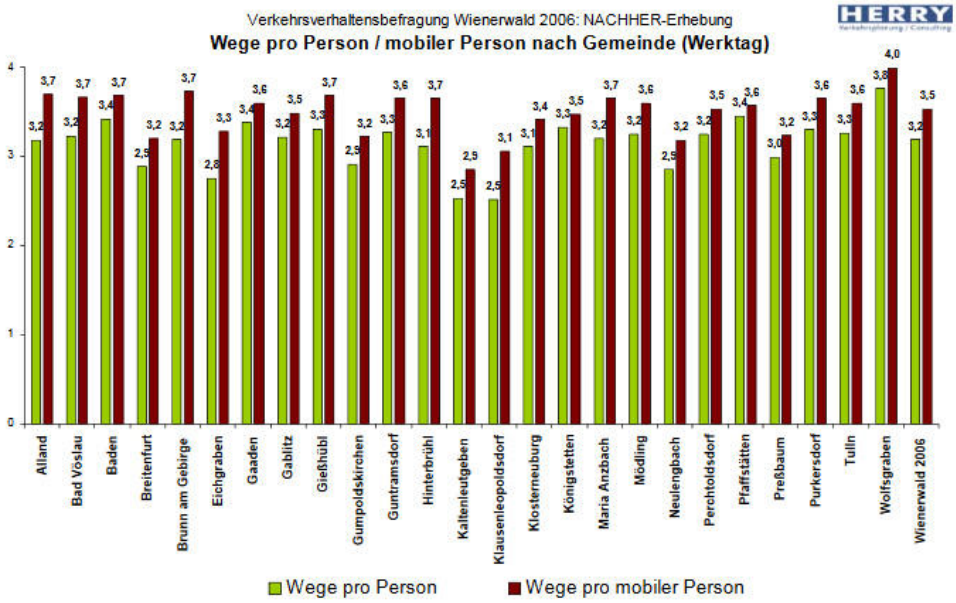


Abb. 31: Wege pro Person bzw. Wege pro mobiler Person nach Gemeinde (Werktag), Verkehrsverhaltensbefragung 2006 im Rahmen des Projekts Verkehrssparen Wienerwald, Herry Consult GmbH[64]

[63] Herry Consult GmbH, 2007.
[64] Herry Consult GmbH, 2007.

Beim Modal Split der Stadtgemeinde Neulengbach ergab sich im Jahr 2006 folgendes Bild: 10% Fußgänger, 10% Radfahrer, 47% MIV-Lenker, 14% MIV-Mitfahrer und 18% Nutzer des öffentlichen Verkehrs. Wenn man Neulengbach mit anderen Orten des Wienerwaldes vergleicht, kann man erkennen, dass der Anteil der Fußgänger zu den niedrigsten der gesamten Region gehörte. Bei den Radfahrern wiederum befand Neulengbach sich im oberen Mittelfeld. Vergleicht man den Anteil der Radfahrer der Jahre 2003 und 2006 fällt auf, dass dieser um 6% gestiegen ist. Der Anteil der MIV-Lenker ist im selben Zeitraum um 6% gesunken.

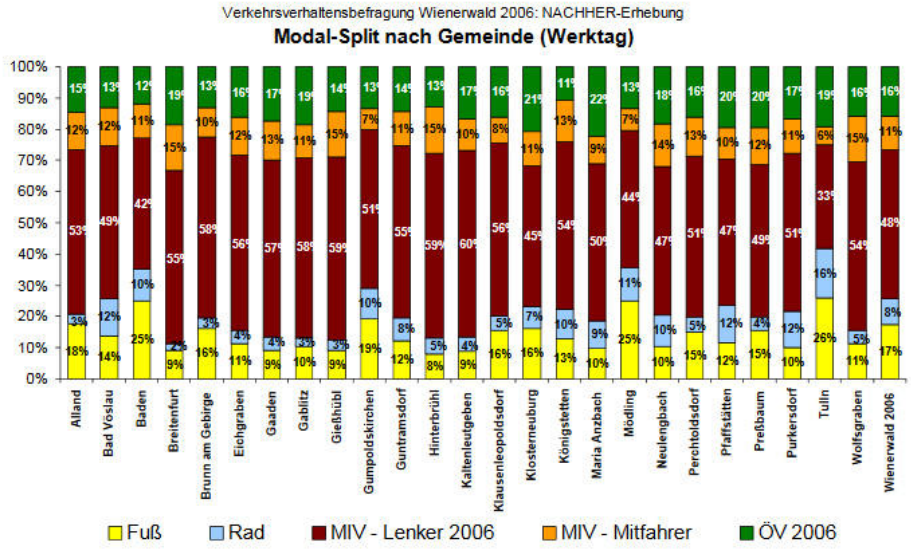
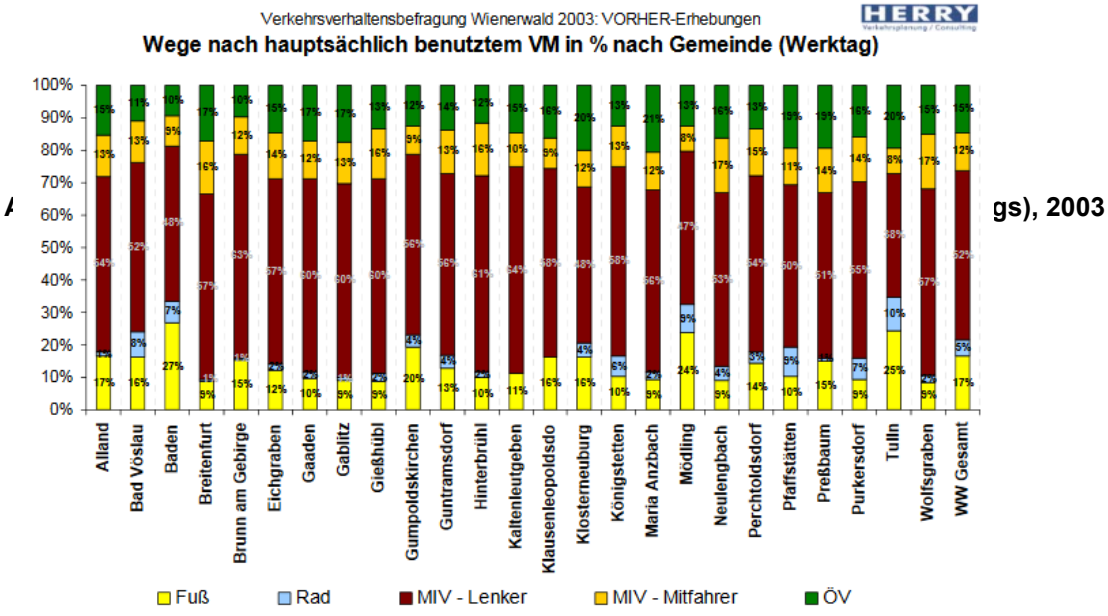


Abb. 32: Modal Split 2006 nach Gemeinde (Werktag), Verkehrsverhaltensbefragung 2006 im Rahmen des Projekts Verkehrssparen Wienerwald, Herry Consult GmbH[65]



gs), 2003

Abb. 33: Modal Split 2003 nach Gemeinde (Werktag), Verkehrsverhaltensbefragung 2003 im Rahmen des Projekts „Verkehrssparen Wienerwald“, Herry Consult GmbH[66]

[65] Herry Consult GmbH, 2007.
[66] Herry Consult GmbH, 2007.

Die Wegezwecke teilten sich in Neulengbach 2006 folgendermaßen auf: 23% Arbeit, 8% dienstlich, 16% Schule, 6% Bringen/Holen von Personen, 10% private Erledigungen, 25% Einkauf und 13% Freizeit. Auffällig hoch war allerdings der Anteil der Wege, die zum Einkaufen zurückgelegt werden. Beim Wegezweck Freizeit erzielte Neulengbach den niedrigsten Wert aller Gemeinden im Wienerwald.

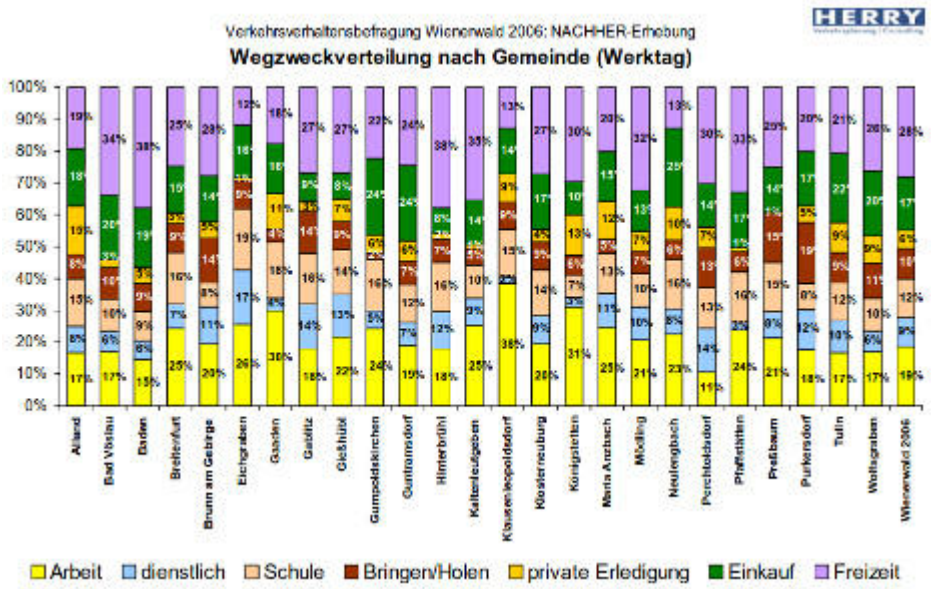


Abb. 34: Wege nach Wegzweck in % 2006 nach Gemeinde (Werktag), Verkehrsverhaltensbefragung 2006 im Rahmen des Projekts „Verkehrssparen Wienerwald“, Herry Consult GmbH[67]

Die Wegelänge betrug werktags in der Kleinregion Wienerwald-West, zu der Neulengbach, Maria Anzbach und Eichgraben zählen, im Jahr 2006 in 6% der Fälle kürzer als 0,5km, zu 8% zwischen 0,5 und 1km, zu 14% zwischen 1 und 2,5km, zu 16% zwischen 2,5 und 5km, zu 9% zwischen 5 und 10km, zu 12% zwischen 10 und 20km, zu 31% zwischen 20 und 50km und lediglich zu 4% über 50km. Auffällig ist, dass die Region in der Kategorie 30 bis 50km mit 31% den mit Abstand höchsten Wert aufwies.

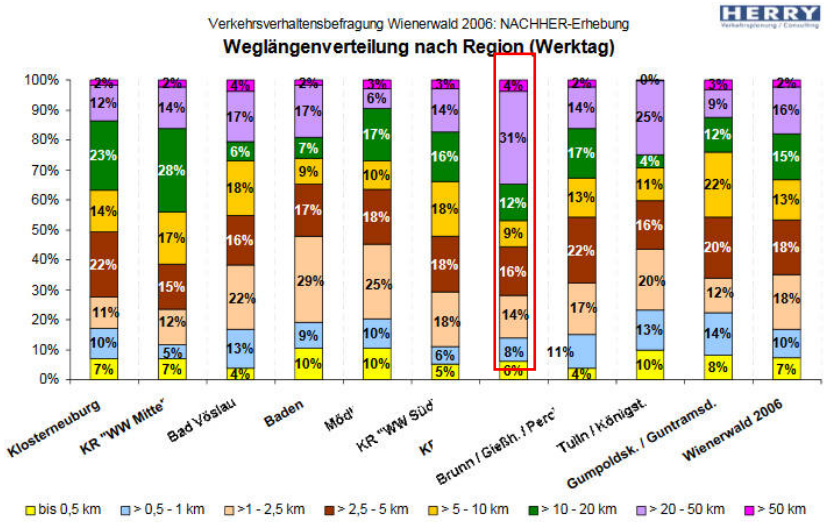


Abb. 35: Weglängenverteilung 2006 nach Region (Werktag), Verkehrsverhaltensbefragung 2006 im Rahmen des Projekts Verkehrssparen Wienerwald, Herry Consult GmbH[68]

[67] Herry Consult GmbH, 2007.

Die Wegedauer belief sich an Werktagen in der Kleinregion Wienerwald West in 35% der Fälle unter 10 min, in 9% zwischen 10 und 15min, in 5% zwischen 15 und 20min, in 15% zwischen 20 und 30min, in 11% zwischen 30 und 45min, in 13% zwischen 45 und 60 min, in 9% zwischen 60 und 90min und in den restlichen Fällen über 90min. Vergleicht man die Zahlen in der Kategorie 10 bis 15min der Kleinregion Wienerwald West mit jenen des gesamten Wienerwaldes kann man erkennen, dass der Wert der Kleinregion Wienerwald West mit 9% um 7 Prozentpunkte niedriger ist als der Durchschnittswert des Wienerwaldes. Dafür werden jedoch des Öfteren länger andauernde Wege (zwischen 45 und 90 Minuten) zurückgelegt.

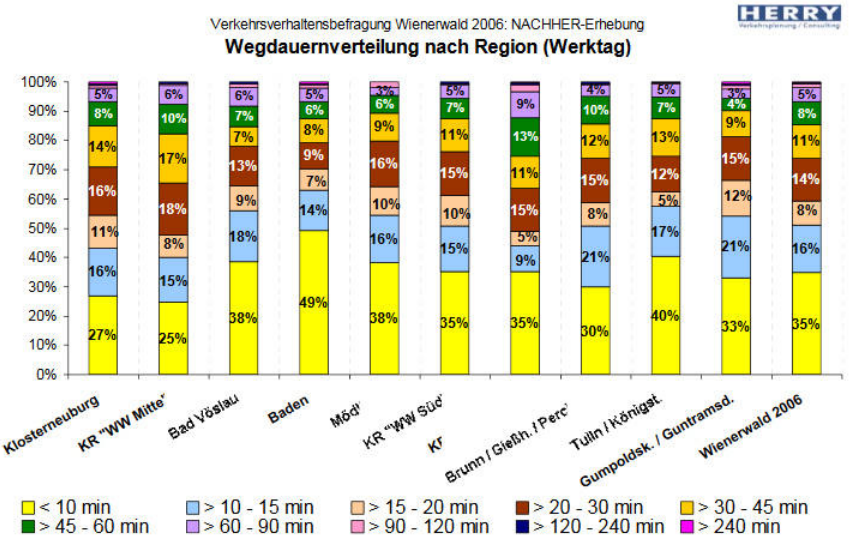


Abb. 36: Wegdauernverteilung 2006 nach Region (Werktag), Verkehrsverhaltensbefragung 2006 im Rahmen des Projekts „Verkehrssparen Wienerwald“, Herry Consult GmbH[69]

Pendelverhalten:

AuspendlerInnen: Die Stadtgemeinde Neulengbach verzeichnete mit Stichtag 31.10.2015 eine Anzahl von Erwerbstätigen am Wohnort im Ausmaß von 3.782. Davon waren 455 NichtpendlerInnen und 710 GemeindebinnenpendlerInnen. 2.617 Erwerbstätige pendelten entweder in eine andere Gemeinde des politischen Bezirks St. Pölten Land (490 Personen), in einen anderen Politischen Bezirk Niederösterreichs (941 Personen), in ein anderes Bundesland (1.175) oder ins Ausland (11 Personen). Am genannten Stichtag wurden 1.106 SchülerInnen und Studierende am Wohnort verzeichnet. Davon waren 599 GemeindebinnenpendlerInnen. Es gab 507 SchülerInnen und Studierende, die entweder in eine andere Gemeinde des Politischen Bezirks (143 Personen), in einen anderen Politischen Bezirk des Bundeslandes (218 Personen) oder in ein anderes Bundesland (146 Personen) pendelten.

EinpendlerInnen: Die Stadtgemeinde Neulengbach verzeichnete mit Stichtag 31.10.2015 eine Anzahl von 1.703 Erwerbstätigen als EinpendlerInnen. Davon waren 978 Personen aus einer anderen Gemeinden des Politischen Bezirks St. Pölten Land, 580 Personen aus einem anderen Politischen Bezirk des Bundeslandes und 145 Personen aus einem anderen Bundesland. Es wurden 375 SchülerInnen und Studierende verzeichnet die aus einer anderen Gemeinde des Politischen Bezirks (325 Personen), aus einem anderen Politischen Bezirk des Bundeslandes (35 Personen) oder aus einem anderen Bundesland (15 Personen) nach Neulengbach pendelten.

[68] Herry Consult GmbH, 2007.
[69] Herry Consult GmbH, 2007.

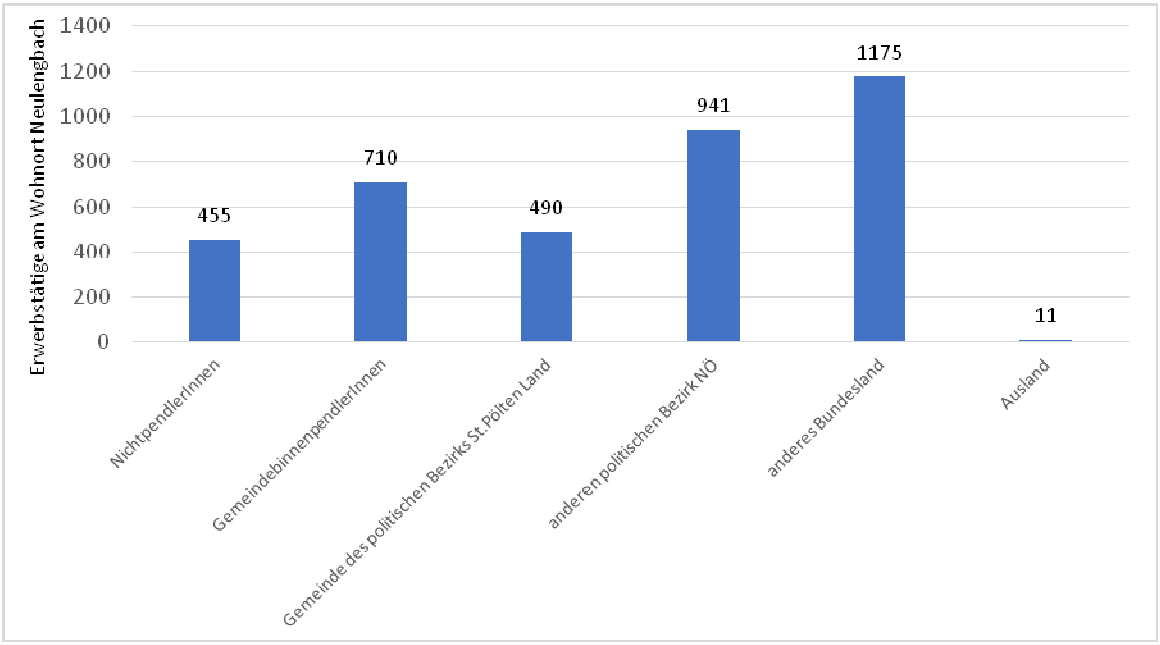


Abb. 37: Pendelverhalten unter den Erwerbstätigen am Wohnort in Stadtgemeinde Neulengbach (AuspendlerInnen), 31.10.2015[70]

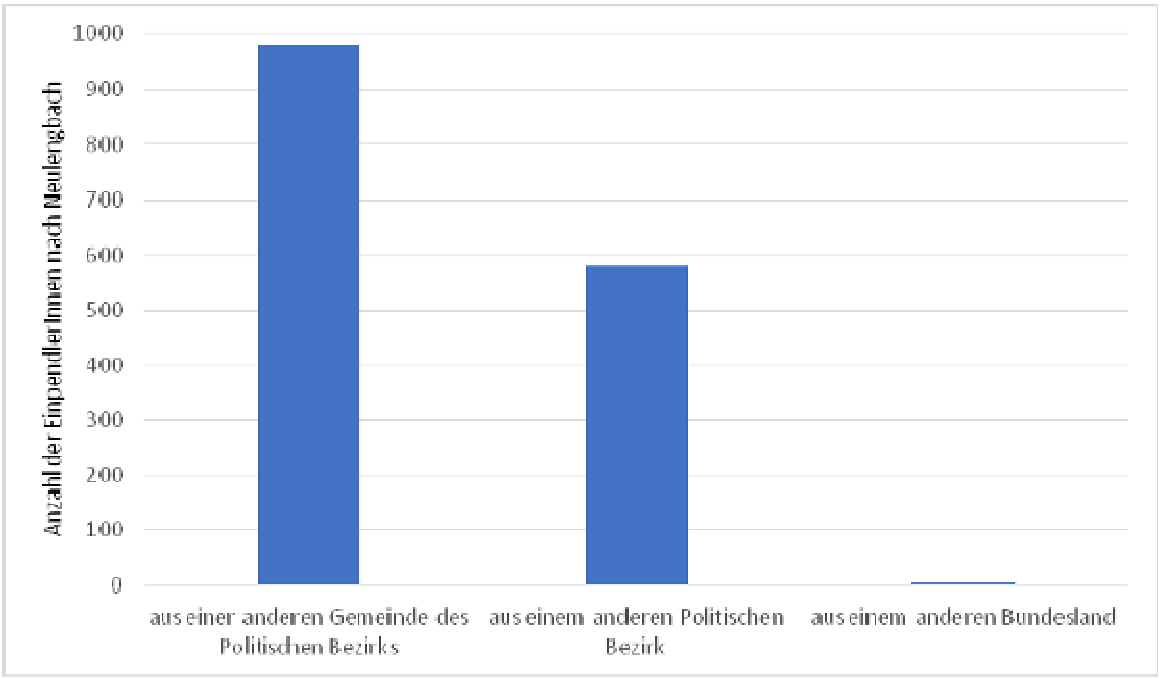


Abb. 38: Herkunft der EinpendlerInnen in die Stadtgemeinde Neulengbach, 31.10.2015[71]

[70] Statistik Austria
[71] Statistik Austria

B.4 Ergebnisse des Projekts

6 Energetische Potentialanalyse

Dieses Kapitel befasst sich mit dem energetischen Potential der Stadtgemeinde Neulengbach. Es wurden die Potenziale zur Energieproduktion und Energieeinsparung analysiert. Bei der Analyse wurde zwischen Potentialen für die Einsparung und Erzeugung von Wärme und Strom unterschieden.

6.1 Energetische Nutzung zusätzlicher Biomasse

Für die Betrachtung des Biomassepotentials wurde das Potential aus forstlicher Holzbiomasse betrachtet. Da in Neulengbach nur eine begrenzte landwirtschaftliche Fläche zur Verfügung steht und eine Konkurrenzsituation mit der Nahrungsmittelproduktion vermieden werden soll, wurde das landwirtschaftliche Potential in diesem Zusammenhang nicht mitbetrachtet. Tab. 7 zeigt alle relevanten Daten bezüglich des Waldes der Gemeinde Neulengbach.

Tab. 7: Potential Forstwirtschaft Neulengbach

Bezeichnung	Flächen / Flächennutzung
Ertragswald	1.180 ha
Spez. Zuwachs	9,6 Vfm/ha
Nadelwald	613,6 ha
Laubwald	566,4 ha
Nutzbare Holzmenge	11.328 Vfm

Ca. 70 % der nutzbaren Holzmenge werden für die Energieproduktion genutzt.[72] Die restlichen 30 % werden meist als Nutzholz verwertet. Die nutzbare Holzmenge von 7.929,6 Vfm entspricht 4.044 t Brennholz. Bei einem durchschnittlichen Brennwert von 4,7 MWh/t[73,74] ergibt sich unter Berücksichtigung des harmonisierten Wirkungsgrads von 86 %[75] ein **theoretisch nutzbares Endenergieträgerpotential an holzartiger Biomasse** in der Höhe von rund **16,3 GWh/a.**

6.2 Nutzung von Abwärme

Am Rand der Arbeiten an dem Sondierungsprojekt wurde beratend ein Unternehmen in Neulengbach begleitet, wo größere Mengen an Abwärme zu erwarten sind. Die Abwärme entsteht aufgrund des Einsatzes einer größeren Kälteanlage, um die Produkte abzukühlen. Grobschätzungen zufolge wäre das jährliche Abwärmepotential mind. 4 GWh. Die gesamt Abwärmeleistung variiert zwischen 720 und 900kW sofern die Firma in Betrieb ist. Bei der Abwärmenutzung wird sich der Aufbau eines Wärmenetzes schwierig gestalten. Zu klären wäre, ob die Abwärme auf dem Betriebsgelände z.B. zur Raumheizung genutzt werden kann.

Eine weitere Abwärmequelle würde eine Tiefgarage im Schlossberg (unter der Burg Neulengbach) darstellen. Details hierzu sind in Kombination mit Kapitel 7.5.6 zu lesen, sowie der Beilage betreffend die Geologie des Schlossberges.

[72] Schwarzbauer, P., 2011.
[73] AGRAR PLUS Beteiligungsgesellschaft m.b.H., 2018.
[74] Österreichischer Biomasse-Verband, 2015.
[75] Europäische Kommission, 2015.

6.3 Stromerzeugung durch erneuerbare Energie

6.3.1 Photovoltaik-Anlagen

Ein wesentliches Potential zur Stromerzeugung durch erneuerbare Energien stellen im Raum Neulengbach Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) dar. Um dieses Potential beziffern zu können, wurde ein Simulationsmodell in Matlab/Simulink entwickelt, das den PV-Ertrag auf eine beliebig geneigte und ausgerichtete Fläche unter Berücksichtigung von Verschattungen berechnen kann. Weiters wird im Modell ebenfalls die Wirkungsgradänderung bei unterschiedlicher Globalstrahlung bzw. Außenlufttemperatur berücksichtigt.

Von besonders großem Interesse war die Ermittlung des PV-Ertrags, welcher auf der Hochburg durch die Installation von Solardachziegeln bzw. durch die Innenhofüberdachung mit transluzenten PV-Modulen zu erreichen ist. Dieser bildete im Weiteren die Grundlage zur Speicherdimensionierung der Burganlage. Aber auch weitere kommunale Gebäude wie die Volksschule oder der neue Bauhof der Gemeinde wurden detailliert untersucht.

6.3.1.1 Simulationsmodell

In diesem Unterkapitel wird die gewählte Berechnungsmethode der PV-Kollektoren beschrieben. Diese setzt sich aus der Berechnung des Sonnengangs und der Berechnung der Strahlungsleistung auf eine geneigte Fläche, sowie aus der PV-Ertragsberechnung inklusive der Berücksichtigung von etwaigen Verschattungen zusammen.

6.3.1.1.1 Sonnengang

Die Sonnendeklination δ wurde nach Gl. 1 berechnet.

$$\delta = 0{,}3948 - 23{,}2559 \cdot \cos(J + 9{,}1) - 0{,}3915 \cdot \cos(2 \cdot J + 5{,}4) - 0{,}1764 \cdot \cos(3 \cdot J + 26) \quad \textbf{Gl. 1}$$

Wenn kein Schaltjahr vorliegt gilt $J = \frac{360}{365} \cdot n$ ansonsten $J = \frac{360}{366} \cdot n$. n gibt dabei den Tag im Jahr an, beginnend mit am 1. Jänner. Die Zeitgleichung Zg berechnet sich aus Gl. 2.

$$Zg = 0{,}0066 + 7{,}3525 \cdot \cos(J + 85{,}9) + 9{,}9259 \cdot \cos(2 \cdot J + 108{,}9) + 0{,}3387 \cdot \cos(3 \cdot J + 105{,}2) \quad \textbf{Gl. 2}$$

Aus der lokalen Zeit LZ und der Zeitzone wird abhängig von der geografischen Länge die mittlere Ortszeit MOZ ermittelt (Gl. 3). LON ist dabei die geografische Breite des Aufstellungsortes (Neulengbach: -15.9 °) und LON_{Zeit} die korrigierte geografische Länge des Aufstellungsortes falls Sommerzeit herrscht (Neulengbach: -30.9 °). Mit $Stunde$ und $Minute$ wird die aktuelle lokale Ortszeit angegeben.

$$MOZ = Stunde \cdot 60 + Minute + 4 \cdot (LON_{Zeit} - LON) \quad \textbf{Gl. 3}$$

Die wahre Ortszeit WOZ berechnet sich nach Gl. 4

$$WOZ = MOZ + Zg \quad \textbf{Gl. 4}$$

Mit der geografischen Breite φ des Aufstellungsorts und dem Stundenwinkel nach Gl. 5

$$\omega = (12 - WOZ/60) \cdot 15$$ **Gl. 5**

lassen sich nun Sonnenhöhe γ_S und Sonnenazimut $\alpha_S$mit Gl. 6 bis Gl. 8 berechnen. Dabei gilt Gl. 7 gilt für $WOZ \leq 12{:}00$ und Gl. 8 für $WOZ > 12{:}00$.

$$\gamma_S = arc\sin(\cos\omega \cdot \cos\varphi \cdot \cos\delta + \sin\varphi \cdot \sin\delta)$$ **Gl. 6**

$$\alpha_S = 180 - arc\cos\frac{\sin\gamma_S \cdot \sin\varphi - \sin\delta}{\cos\gamma_S \cdot \cos\varphi}$$ **Gl. 7**

$$\alpha_S = 180 + arc\cos\frac{\sin\gamma_S \cdot \sin\varphi - \sin\delta}{\cos\gamma_S \cdot \cos\varphi}$$ **Gl. 8**

6.3.1.1.2 Strahlung auf eine geneigte Fläche

Zur Berechnung des erzielbaren PV-Ertrags der zu modellierenden Anlagen wurden Globalstrahlungsdaten der Messstation Buchberg (48° 12' 51,0" N 15° 56' 44,0" O) verwendet, welche in unmittelbarer Umgebung zu Neulengbach liegt. Diese Daten wurden im 10 Minutentakt aufgezeichnet. Da sich die Globalstrahlung aus einem direkten und diffusen Anteil zusammensetzt, diese aber nicht differenziert gemessen wurden (bzw. diese Werte nicht in dieser Form zur Verfügung stehen), wurde diese Unterscheidung programmintern anhand des Transparenzfaktors durchgeführt. Die Unterscheidung ist notwendig, da die Umrechnung auf die geneigte Fläche für die beiden Strahlungsarten unterschiedlich zu erfolgen hat.

Anhand des stündlichen Transparenzfaktors k_T (clearness factor) wurde also der Anteil der diffusen Strahlung berechnet, wobei k_T das Verhältnis der Globalstrahlung zur extraterrestrischen Einstrahlung (siehe Gl. 9) beschreibt.[76,77]

$$k_T = \frac{i_{glob}}{i_{extra}}$$ **Gl. 9**

i_{glob} ist von den Messdaten bekannt.

Auf Grund der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne ergeben sich Schwankungen der extraterrestrischen Strahlung, weshalb sich nach Gl. 10 eine tagesabhängige extraterrestrische Solarkonstante i_0 für den n-ten Tag im Jahr berechnen lässt.

$$i_0 = i_{sc} \cdot \left[1 + 0{,}033 \cdot \cos\left(\frac{360}{365} \cdot n\right)\right]$$ **Gl. 10**

[76] Stieglitz, R., Heinzel, V., 2012.
[77] Kishore, V.V.N., 2009.

Mit der Solarkonstante $i_{sc} = 1367\ W/m^2$ und n als bestimmter Tag im Jahr, wobei der Jänner als Startwert definiert wird und daher mit beginnt. Die Berechnungsfaktoren für n sind in Tab. 8 aufgelistet.

Tab. 8: Berechnungsfaktoren für n[77]

Monat	n für i-ten Tag des Monats	Für durchschnittlichen Tag des Monats		
		Tag	n, Tag des Jahres	δ, Neigungswinkel
Jänner	1	17	17	- 20,9
Februar	3+ i	16	47	- 13,0
März	59 + i	16	75	- 2,4
April	90 + i	15	105	9,4
Mai	120 + i	15	135	18,8
Juni	15+ i	11	162	23,1
Juli	18+ i	17	198	21,2
August	212 + i	16	228	13,5
September	243 + i	15	258	2,2
Oktober	273 + i	15	288	- 9,6
November	304 + i	14	318	18,9
Dezember	334 + i	10	344	- 23,0

Für i_{extra} an einem bestimmten Ort muss auch noch die geografische Lage mitberücksichtigt werden, weshalb i_0 mit dem $\cos\theta_z$ multipliziert werden muss.

$$i_{extra} = i_0 \cdot \cos\theta_z \qquad \textbf{Gl. 11}$$

Dabei stellt θ_z den Winkel für die horizontale Fläche dar, welcher aus Gl. 12 berechnet werden kann.

$$\cos\theta_z = \sin\emptyset \cdot \sin\delta + \cos\emptyset \cdot \cos\delta \cdot \cos\omega \qquad \textbf{Gl. 12}$$

Wobei ϕ, der Winkel der geographischen Breite, für den Standort Neulengbach $48{,}19°$ beträgt und δ, die Deklination (Neigung), sich nach Gl. 13 berechnet.[76,77]

$$\delta = 23{,}45 \cdot \sin\left(360 \cdot \frac{284 + n}{365}\right) \qquad \textbf{Gl. 13}$$

Bei der Winkelberechnung muss darauf geachtet werden, dass die Berechnung in Grad erfolgt.

Der in Gl. 12 verwendete Stundenwinkel ω kann in einer ersten Näherung mit $h = 15°$ angenommen werden. Vormittags muss der Wert kleiner als Null und nachmittags größer als Null sein. Ebenso muss darauf geachtet werden die Sommerzeit zu korrigieren, da sonst die Strahlungswerte nicht stimmen. Der Stundenwinkel kann nach Gl. 14 auch exakt berechnet werden.[78]

$$\omega = \frac{360}{24} \cdot (t_{lok} - 12) \qquad \textbf{Gl. 14}$$

Der Stundenwinkel sollte mittags 0, vormittags negativ und nachmittags positiv sein. Die lokale Zeit t_{lok} berechnet sich nach Gl. 15.[76]

$$\omega t_{lok} = LST + ET + \frac{24}{360} \cdot (L_{st} - L_{Lokal}) \qquad \textbf{Gl. 15}$$

LST ist dabei die Zeit der lokalen Zeitzone (local standard time) und im betrachteten Fall mitteleuropäische Zeit bzw. Mitteleuropäische Sommerzeit von 0 bis 24 Uhr. L_{st} ist die geografische Länge der lokalen Zeitzone und ist für den Standort Neulengbach für die CET (Central European Time) -15 ° (negativ, da östlich von Greenwich Meridian). L_{lokal} ist der Längengrad des Standortes, was im vorliegenden Fall für Neulengbach -15,9 ° ergibt. Die Zeitgleichung ET wird durch Gl. 16 beschrieben.

$$ET = \sum_{k=1}^{3} [a_k cos(k * J) + b_k sin(k * J)] \qquad \textbf{Gl. 16}$$

mit

$a_k \ldots a_1 = 0{,}0072,\ a_2 = -0{,}0528,\ a_3 = -0{,}0012$

$b_k \ldots b_1 = -0{,}1229,\ b_2 = -0{,}1565,\ b_3 = -0{,}0041$

Wenn kein Schaltjahr ist gilt $J = \frac{360}{365} \cdot n$ ansonsten $J = \frac{360}{366} \cdot n$.

Anhand der dargelegten Formeln und Zusammenhänge lässt sich k_T für jede Stunde bestimmen. Der Wert von k_T wird bei kleiner Null immer gleich Null angenommen. Der graphische Zusammenhang ist in Abb. 39 dargestellt.

[78] Häberlin, H., 2007.

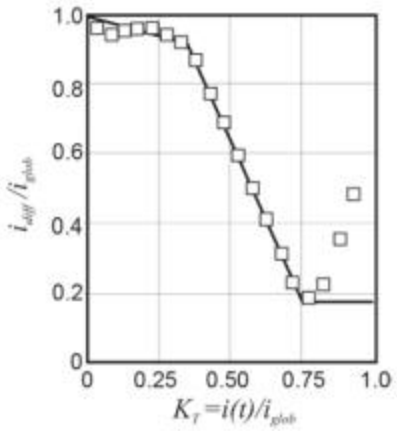


Abb. 39: Diffuser Strahlungsanteil i_{diff} als Funktion der Globalstrahlung bezogen auf die extraterrestrische Strahlung auf eine horizontale Fläche jeweils als stündlicher Mittelwert.[79]

Der in Abb. 39 dargestellte Zusammenhang kann auch rechnerisch ermittelt werden. So wird mit k_T das Verhältnis i_{diff} / i_{global} nach Gl. 17 bestimmt.[77]

$$\frac{i_{diff}}{i_{glob}} = \begin{bmatrix} 1{,}0 - 0{,}09 \cdot k_T & k_T \leq 0{,}22 \\ 0{,}9511 - 0{,}1604 \cdot k_T + 4{,}388 \cdot k_T^2 - 16{,}638 \cdot k_T^3 + 12{,}336 \cdot k_T^4 & 0{,}22 < k_T \leq 0{,}8 \\ 0{,}165 & k_T > 0{,}8 \end{bmatrix} \qquad \textbf{Gl. 17}$$

Damit kann der direkte Strahlungsanteil mit $i_{direkt} = i_{global} - i_{diff}$ ermittelt werden. Alle drei Werte beziehen sich auf die Strahlung auf eine horizontale Fläche.

Mit Gl. 18 kann die Globalstrahlung auf eine geneigte Fläche bestimmt werden.

$$G_{Mod} = \frac{cos\theta}{cos\theta_z} \cdot i_{dir,h} + \frac{1 + cos\beta}{2} i_{diff,h} + \rho_B \frac{1 - cos\beta}{2} \cdot i_{glob,h} \qquad \textbf{Gl. 18}$$

Global-, Diffus- und Direktstrahlungsanteile wurden bereits berechnet. β ist der Aufstellwinkel und γ der Azimuthwinkel, welche für die Anlagen variabel angenommen werden. θ ist der Winkel auf die geneigte Fläche, der nach Gl. 19 berechnet werden kann.[76]

$$\cos\theta = \sin\delta \cdot \sin\phi \cdot \cos\beta - \sin\delta \cdot \cos\phi \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma + \cos\delta \cdot \cos\phi \cdot \cos\beta \cdot \cos\omega + \cos\delta \cdot \sin\phi \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma \cdot \cos\omega + \cos\delta \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma \cdot \sin\omega \qquad \textbf{Gl. 19}$$

Für die Berechnung muss zusätzlich noch das Reflexionsvermögen der Umgebung beachtet werden. Die Reflexionsgrade (Albedo-Werte) ρ_B für die Solarstrahlung werden aus Tab. 9 bezogen.

[79] Duffie, J.A., Beckman, W.A., 2013.

Tab. 9: Reflexionsgrade (Albedo-Werte) für verschiede Bodenarten[76]

Bodenart	ρ_B
Straßen und Häuser	0,15 – 0,25
Wälder	0,05 – 0,20
Altschnee/Neuschnee	0,40 – 0,95

Für den Standort Neulengbach wurde das ganze Jahr über mit einem Wert $\rho_B = 0{,}15$ gerechnet. Eine mögliche Schneebedeckung des Kollektors wurde in dieser Berechnung vernachlässigt, da es sich bei dem Standort Neulengbach um eine verhältnismäßig schneearme Region handelt, und diese Phasen sich somit in Grenzen halten.

6.3.1.1.3 PV-Ertrag

Es wurde ein Model nach Huld et. al[80] gewählt das die Berechnung des erzielbaren PV-Ertrags an einer beliebigen geografischen Position ermöglicht. Das Model basiert auf einer mathematischen Methode, die den PV-Ertrag als Funktion der Einstrahlung auf die geneigte Kollektorfläche sowie der Modultemperatur berechnet. Die dazu benötigten Parameter stehen aus Versuch für drei verschiedene PV-Technologien zur Verfügung: kristalline Siliziumzellen (c-SI), CIS-Zellen (Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid) und CdTe-Dünnschichtzellen. Weiters gehen in dieses Modell auch die Montageart (Freifläche, dachintegriert, etc.) und eine Abschätzung weiterer Verluste (Mismatching, Verschmutzung, Gleichstromverkabelung, etc.) ein.

Im ersten Schritt wurde die Modultemperatur bestimmt, die einen großen Einfluss auf den Wirkungsgrad der Module hat. Die Berechnung der Modultemperatur erfolgt nach Drews et al. (2007)[81] (siehe Gl. 20). Maßgebend für die Modultemperatur sind die auf das Modul auftreffende Globalstrahlung G_{Mod} und die Umgebungstemperatur T_U sowie der von der Montageart abhängige Temperaturkoeffizient c.[82]

$$T_{Mod} = T_U + c \cdot G_{Mod} \qquad \text{Gl. 20}$$

Die Modultemperatur ist entscheidend von der Art der Montage abhängig. Im Modell werden daher Freiflächenanlagen, Anlagen auf geneigten Dächern im Abstand von mehr als 10 cm bzw. weniger als 10 cm, und dachintegrierte Anlagen unterschieden. Die benötigten Temperaturkoeffizienten sind in Tabelle 3 aufgeführt. Ähnliche Werte für leicht abweichende Kategorien ermittelten auch Skoplaki und Palyvos.[83,81]

Tab. 10: Temperaturkoeffizienten für verschiedene Montagearten des PV-Feldes[81]

Montageart	Temperaturkoeffizient
Freiflächenanlagen	0,020
Anlagen auf geneigten Dächern; Abstand > 10 cm	0,027
Anlagen auf geneigten Dächern; Abstand < 10 cm	0,036
dachintegrierte Anlagen	0,058

Unter der Vorgabe der Globalstrahlung auf das Modul, der Modultemperatur, der Modultechnologie sowie sonstiger Verluste wird anschließend die relative Systemleistung berechnet. Weiters fließt darin auch der Wechselrichterwirkungsgrad ein, welcher abweichend von der ursprünglichen Methode vereinfacht als konstant über den gesamten Berechnungszeitraum angenommen wurde. In Abhängigkeit von der Globalstrahlung auf das Modul und der Modultemperatur wird der Wirkungsgrad des PV-Feldes errechnet (Gl. 21).

---

80 Huld T., Gottschalg R., Beyer H. G., Topic M. 2009.
81 Drews, A., et al., 2007.
82 Schubert G. 2012.
83 Skoplaki, E., Palyvos, J.A., 2009.

$$\eta_{Mrel} = 1 + k_1 \cdot ln\frac{G_{Mod}}{G_{STC}} + k_2 \cdot \left(ln\frac{G_{Mod}}{G_{STC}}\right)^2 + \left[k_3 + k_4 \cdot ln\frac{G_{Mod}}{G_{STC}} + k_5\left(ln\frac{G_{Mod}}{G_{STC}}\right)^2\right] \cdot (T_{Mod} - T_{STC}) + k_6 \cdot (T_{Mod} - T_{STC})^2$$ **Gl. 21**

G_{STC} und T_{STC} stehen dabei für die Standardbedingungen, unter denen der angegebene Kollektorwirkungsgrad vermessen wurde. Üblich sind dabei eine Globalstrahlung G_{STC} von 1.000 W/m² und eine Außentemperatur T_{STC} von 25 °C. Außerdem weisen unterschiedliche Zelltechnologien unterschiedliche Eigenschaften bezüglich der Wirkungsgradänderungen bei Änderung der Einstrahlung und der Temperatur auf. Dieses Verhalten wird mit den technologiespezifischen Koeffizienten k_i (siehe Tab. 11) berücksichtigt. Um das Verhalten der unterschiedlichen Technologien zu veranschaulichen sind in Abb. 40 Kennlinien mit konstanter Temperatur bzw. mit konstanter Globalstrahlung aufgetragen.

Tab. 11: Koeffizienten zur Ermittlung des relativen Modulwirkungsgrades[80]

	k_1	k_2	k_3 [1/K]	k_4 [1/K]	k_5 [1/K]	k_6 [1/K]	Standard-gewichtung
c-SI	-0,017162	-0,040289	-0,004681	0,000148	0,000169	0,000005	94 %
CIS	-0,005521	-0,038492	-0,003701	-0,000899	-0,001248	0,000001	2 %
CdTe	-0,103251	-0,040446	-0,001667	-0,002075	-0,001445	-0,000023	4 %

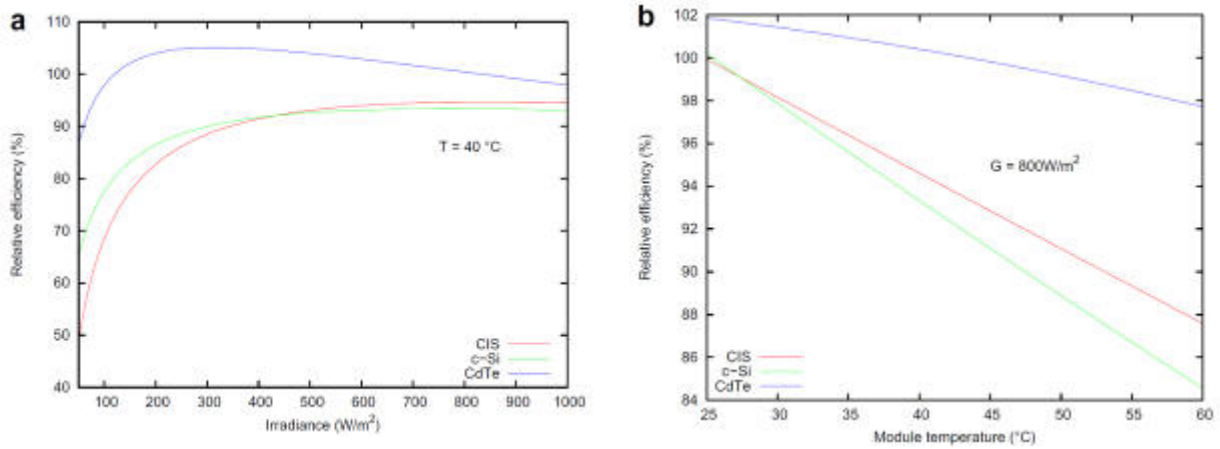


Abb. 40: (a) Wirkungsgradänderung über die Globalstrahlung bei konstanter Kollektortemperatur von 40 °C **(b)** Wirkungsgradänderung über die Kollektortemperatur bei konstanter Globalstrahlung auf die geneigte Fläche von 800 W/m²[2,80]

Damit lässt sich der PV-Ertrag pro m² Kollektorfläche wie in Gl. 22 berechnen. Neben den bereits dargestellten Anlagenkomponenten gibt es noch die Möglichkeit weitere Verlustquellen wie Mismatching, Reflexionen an der Moduloberfläche, Verschmutzungen, Gleichstromverkabelung etc. in Form von Abschlägen zu berücksichtigen.[82]

$$P_{PV}(h,t,s,\beta,\gamma,G_{Mod}) = \eta_{STC} \cdot \eta_{WR} \cdot I \cdot \eta_{Rel}(G_{Mod},t,s) \cdot G_{Mod}(\beta,\gamma)$$ **Gl. 22**

mit

h	Stunde des Jahres	η_{Rel}	relativer Wirkungsgrad des PV-Feldes
t	Modultechnologie	s	Montageart
P_{PV}	Systemleistung	η_{STC}	Kollektorwirkungsgrad unter STC
G_{Mod}	Globalstrahlung auf das Modul	β	Modulazimut
γ	Modulneigung	I	sonstige Verluste

Um die Gesamtleistung zu erhalten muss die nach Gl. 22 ermittelte Leistung schlussendlich noch mit der verbauten Kollektorfläche A_{Koll} multipliziert werden.

6.3.1.1.4 Verschattung

Die eben beschriebene Methode der Leistungsermittlung berücksichtigt allerdings noch keine Verschattungseffekte. Da diese aber vor allem im Falle der Hochburg bei den dem Innenhof zugewandten Dachflächen einen wesentlichen Einfluss haben, wurde ein Modell entwickelt, um diese ebenfalls zu berücksichtigen. Dabei wird die betreffende Dachfläche in beliebig viele kleine Einzelflächen unterteilt und die Hindernisse auf Grund deren Verschattungseffekte auftreten können als Flächen im Raum modelliert. Diese Einzelflächen werden für jede mögliche Kombination aus Sonnenhöhe und Sonnenazimut auf eine mögliche Verschattung untersucht. Schneidet ein Sonnenstrahl auf dem Weg zum Mittelpunkt der PV-Einzelfläche eine Verschattungsebene gilt die jeweilige Fläche als verschattet. Diese Vorgehensweise ist in Abb. 41 schematisch dargestellt.

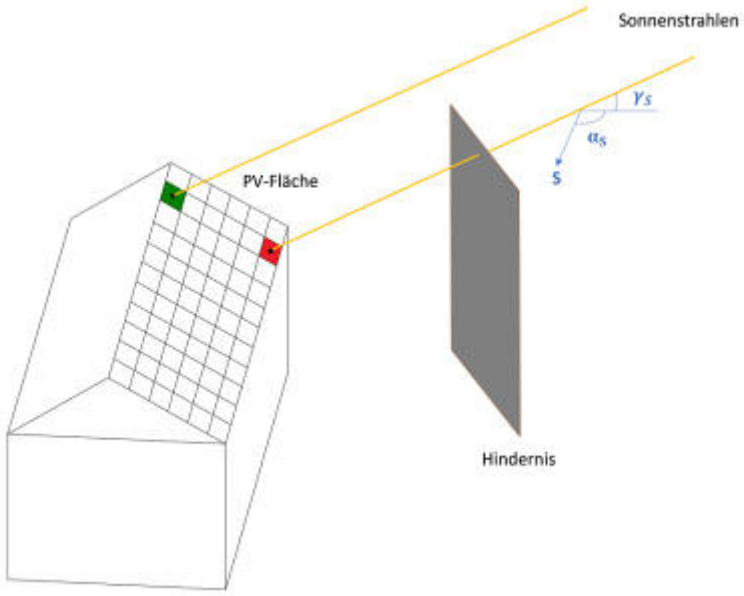


Abb. 41: Schematische Darstellung der Ermittlung des Verschattungsanteils

Eine Einzelfläche wird also entweder als komplett verschattet (rot dargestellt) oder als unverschattet (grün) gesehen. Daher ist es notwendig die Flächen entsprechend klein zu wählen, um eine aussagekräftiges Ergebnis zu bekommen. Eine zu detaillierte Unterteilung wirkt sich im Gegenzug allerdings negativ auf die Simulationsgeschwindigkeit aus. Für jede Kombination aus Sonnenazimut und Sonnenhöhe werden alle Einzelflächen überprüft und daraus ein Anteil an verschatteten Flächen berechnet. Das erste Ergebnis dieser Berechnung ist also eine Matrix, in der für jede Kombination ein prozentueller Anteil an verschatteter Dachfläche eingetragen ist. Diese Matrix wird in der eigentlichen PV-Ertragsberechnung eingelesen und die absolute Kollektorfläche wird um den jeweils verschatteten Anteil reduziert. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass somit die Verschattungsmatrix für jede Fläche nur einmal vor der eigentlichen PV-Ertragsberechnung erstellt werden muss. Danach können damit verschiedene Szenarien durchgerechnet werden, ohne dass die Verschattungsberechnung einen gravierenden Einfluss auf die Simulationsgeschwindigkeit nimmt.

Bei der Verschattung wurde angenommen, dass auch der gesamte diffuse Strahlungsanteil verloren geht und somit nicht zur Stromerzeugung verwendet werden kann. Auf di Berücksichtigung des diffusen Abschattungsgrades wurde verzichtet. Der gesamte PV-Ertrag einer Kollektorfläche ergibt sich somit für jeden Zeitschritt nach Gl. 23, wobei $A_{koll\ red}$ der um die Verschattung reduzierten Kollektorfläche entspricht.

$$P_{PV_ges} = P_{PV} \cdot A_{koll_red} \qquad \text{Gl. 23}$$

6.3.1.2 Untersuchte Gebäude

Dieses Simulationsmodell wurde herangezogen, um die PV-Potentiale ausgewählter Gebäude in Neulengbach zu bestimmen. Das Kernstück bildet dabei die Hochburg, bei der das Decken der Dachflächen mit Solardachziegel sowie eine Innenhofüberdachung mit transluzenten PV-Modulen untersucht werden sollen. Ein Einsatz dieser Solardachziegel soll weiters auch auf dem Dach der Volksschule Neulengbach geprüft werden. In diesem Fall bestehen zwar keine Denkmalschutzvorgaben, wie im Falle der Hochburg, allerdings begünstigen die Art der Dachfläche (viele kleine Flächen) und die hohen Ansprüche an den Erhalt der Ästhetik des Gebäudes einen Einsatz dieser Technologie (Ortsbildschutz). Der Bauhof dagegen ist ein typisches Industriegebäude mit Flachdach, weshalb in diesem Fall klassische Module zum Einsatz kommen sollen.

6.3.1.2.1 Burg Neulengbach

Zur Ermittlung des PV-Ertrags der Hochburg wurden zunächst die Größe und die Ausrichtung der Dachflächen ermittelt. Es wurde, auch aufgrund der Tatsache, dass keine exakten Pläne der Dachflächen vorhanden sind, beschlossen, die Berechnung dahingehend zu vereinfachen, als dass ähnlich ausgerichtete Flächen zu einer zusammengefasst werden. Damit ergibt sich eine Unterteilung in vier Außen- und vier Innenflächen. Diese wurden nach der hauptsächlichen Ausrichtung des jeweiligen Traktes in Nord, Ost, Süd und West benannt, wobei zu beachten ist, dass diese, wie in Abb. 42(b) ersichtlich, nicht exakt nach den Himmelsrichtungen ausgerichtet sind.

In Tab. 12 sind darüber hinaus die wesentlichen Eckdaten der einzelnen Dachflächen angegeben. Die Berechnung der Größe der Dachflächen wurde anhand der Maße der Grundfläche und der selbst im Zuge einer Burgbegehung gemessenen Dachneigung durchgeführt. Die einzelnen Ausbuchtungen wurden unter Zuhilfenahme von Satellitenbildern (siehe Abb. 65(a)) bestmöglich in die Flächen eingerechnet. Die Angabe der Giebelhöhe wird für die Verschattung benötigt. Zur Erstellung der Verschattungsmatrix wurden jeweils die drei anderen Trakte durch eine entsprechende Fläche wie in Kapitel 6.3.1.1.4 beschrieben abgebildet.

A



B

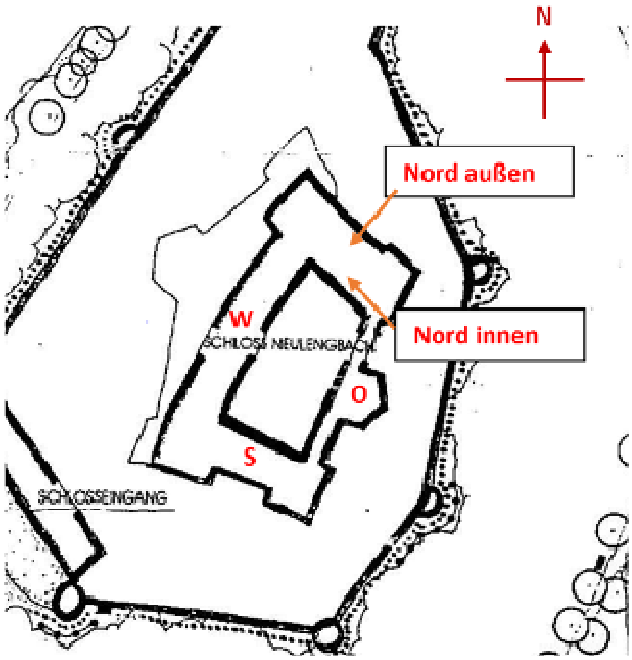


Abb. 42: (a) Satellitenansicht auf die Burganlage[84] **(b)** Skizze zur Bezeichnung der Dachflächen

Tab. 12: Eckdaten Dachflächen

	Ausrichtung in Grad (0° ≙ Süden)	**Neigung in Grad**	**Fläche in m²**	**Giebelhöhe in m**
Nord innen	35	45	175	7
Nord außen	220	45	410	7
Ost innen	115	56	163	3.8
Ost außen	295	56	400 (inkl. Turm)	3.8
Süd innen	200	48	194	7,2
Süd außen	20	48	400	7,2
West innen	295	48	441	7.8
West außen	115	48	630	7.8
Innenhof ost	295	20	410	3,8
Innenhof west	115	20	410	3,8

[84] Google©, 2018a.

Zur Auswertung des PV-Ertrags wurde ein komplettes Jahr simuliert. Die dafür benötigten Klimadaten (Globalstrahlung und Außenlufttemperatur) stammen von einer Messstation der ZAMG[85] am Buchberg welche in unmittelbarer Umgebung zu Neulengbach liegt. Die verwendeten Daten stammen aus dem Jahr 2016 und wurden mit einer Genauigkeit von 10 Minuten aufgezeichnet. Die geografischen Daten wurden auf Neulengbach angepasst. Der Reflexionsgrad wurde mit 0,15 angenommen, was dem Wert für Dächer ohne Schnee entspricht. Spezifische Daten für Solardachziegeln konnten diesbezüglich in der Literatur nicht gefunden werden.

Der Wirkungsgrad der Solardachziegel unter Standardbedingungen (G_{Mod} = 1000 W/m², T_a = 25 °C) wurde mit 19,2 % angenommen. Dieser Wert, der sich aktuell an der technologischen Obergrenze befindet, wurde einem Angebot von *SolteQ Europe GmbH*[86] entnommen, die laut eigenen Angaben in der Lage sind Solardachziegel mit solchem Wirkungsgrad herzustellen. Ebenfalls aus diesem Angebot stammt der angenommene Wechselrichterwirkungsgrad von 98 %. Bei der verwendeten Technologie handelt es sich je nach gewähltem Model um mono- oder polykristalline Zellen. Als Einbauart wurde „im Dach integriert“ gewählt. Weitere Verluste wurden nicht berücksichtigt.

Für die Innenhofüberdachung wurde ein Wirkungsgrad von 10 % angenommen. Das entspricht dem Bereich, in dem die Wirkungsgrade solcher Zellen mit einer hohen Transparenz aktuell liegen (siehe Kapitel 4.2). Die restlichen Parameter wurden analog zu den Solardachziegeln gewählt.

Die Ergebnisse dieser Berechnung sind in Tab. 13 zusammengefasst. Es ist für jede Fläche sowohl der Gesamtertrag in MWh/a als auch der spezifische Ertrag in kWh/(m²·a) angegeben. Darüber hinaus sind zur Beurteilung der Verschattung ebenfalls jene Werte eingetragen, die sich ohne Berücksichtigung von Verschattungseffekten ergeben würden.

Bei komplettem Decken der Hochburg mit Solardachziegeln sowie der Realisierung der Innenhofüberdachung mit transluzenten PV-Modulen ist ein Gesamtertrag von 410 MWh/a erreichbar. Der spezifische Ertrag pro m² Dachfläche liegt in diesem Fall bei 114 kWh/(m²·a). Betrachtet man die einzelnen Dachflächen so zeigt sich, dass der spezifische Ertrag zwischen 88 und 169 kWh/(m²·a) liegt. Aus wirtschaftlicher Sicht kann es also sinnvoll sein nicht alle Dachflächen mit Solardachziegel zu decken. Das betrifft vor allem, wie allgemein üblich, die hauptsächlich in Richtung Norden ausgerichteten Dachflächen, aber auch die dem Innenhof zugewandte Dachfläche des Osttrakts (nach Nord-Westen ausgerichtet). Diese Flächen sind in Tab. 13 rot markiert.

Ein eigenes Kapitel sind die beiden Dachflächen der Innenhofüberdachung. Aufgrund des niedrigeren Wirkungsgrades (10,0 % statt 19,2 %) liegt der spezifische Ertrag bei diesen Flächen naturgemäß auch entsprechend niedriger. Diese Überdachung sollte aber als Gesamtkonzept beurteilt werden (siehe Kapitel 7.4.3.3), und nicht nur aufgrund des erzielten PV-Ertrags, so dass es durchaus Sinn machen kann, die Innenhofüberdachung mit transluzenten PV-Zellen zu versehen. Ohne dynamischer Gebäudesimulation ist eine genaue Beurteilung dieses System allerdings schwierig, weshalb in diese Richtung ein eigenständiges Projekt angestrebt wird.

Betrachtet man nur die Flächen mit einem spezifischen Ertrag von mehr als 100 kWh/(m²·a) ohne einer Berücksichtigung einer Innenhofüberdachung, dann ergibt sich ein jährlicher Gesamtertrag von 284 MWh/a sowie ein spezifischer Ertrag von 140 kWh/(m²·a).

[85] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), 2018.
[86] SolteQ Europe GmbH, 2018.

Tab. 13: Ergebnisse PV-Berechnung der Hochburg

	mit Verschattung		ohne Verschattung	
	Ertrag in MWh/a	**Ertrag in kWh/(m²·a)**	**Ertrag in MWh/a**	**Ertrag in kWh/(m²·a)**
Nord innen	25,8	147	28,8	165
Nord außen	38,3	94	38,3	94
Ost innen	16,2	99	17,2	96
Ost außen	57,6	144	57,6	144
Süd innen	15,0	88	15,6	92
Süd außen	67,4	169	67,4	169
West innen	63,3	152	65,0	155
West außen	69,9	111	69,9	111
Innenhof ost	30,5	74	34,5	84
Innenhof west	25,7	63	30,1	74
Gesamt	**410**	**114**	**424**	**118**
Flächen >100 kWh/(m²·a)	**284**	**140**		

Ebenfalls in Tab. 13 ersichtlich sind die PV-Erträge ohne Berücksichtigung von Verschattungen. Als Verschattung wurden bei den dem Innenhof zugewandten Dachflächen jeweils die anderen drei Trakte bzw. beim Innenhof alle 4 umgebende Trakte berücksichtigt. Im Hinblick auf das Gesamtergebnis zeigt sich, dass sich diese Verluste in Grenzen halten. So wird der erzielbare PV-Ertrag durch die Verschattung von 424 auf 410 MWh/a gesenkt, was einen Verlust von ca. 3,3 % entspricht. Nennenswerte Verschattungen treten dabei vor allem in den Morgen- und Abendstunden auf, in denen allerdings ohnehin nicht die großen Erträge erzielt werden. Den größten Einfluss hat die Verschattung auf die Innenhofüberdachung, wo mit Einbußen von bis zu 15 % zu rechnen ist. Hier kann es aus wirtschaftlicher Sicht Sinn machen, denn untersten Teil der Innenhofdachfläche, der am stärksten von Verschattungen betroffen ist, nicht mit transluzenten PV-Modulen zu versehen (vgl. dazu Abb. 69 und Abb. 70). Bei den restlichen Dachflächen, die als geeignet eingestuft wurden, kann hingegen ein Decken der gesamten Dachfläche aufgrund der geringen Verschattungsverluste empfohlen werden. Auch jene Bereiche, die am stärksten von Verschattungen betroffen sind leisten in diesem Fall nennenswerte Beiträge zum PV-Ertrag.

In Abb. 43 bis Abb. 45 sind die Ertragskurven der verschiedenen Dachflächen über charakteristische Tage (sonniger Sommertag, sonniger Wintertag, bewölkter Tag) aufgetragen. Dabei handelt es sich um die Leistung der kompletten Dachfläche, was bedeutet, dass größere Dachflächen höhere Erträge aufweisen.

Betrachtet man einen sonnigen Sommertag, so sieht man, dass die Sonne weit im Osten aufgeht und damit in der Früh neben den beiden nach Osten ausgerichteten Flächen auch die nach Norden ausgerichtete Fläche (Nord außen) gute Erträge abliefert. Wobei diese Fläche nicht exakt nach Norden, sondern leicht nord-östlich ausgerichtet ist. Auf die zweite hauptsächlich nach Norden ausgerichtete Fläche, die Innenfläche des Südtrakts, trifft das nicht zu, da hier vor allem in den Morgenstunden bei niedrigem Sonnenstand Verschattungen auftreten. Die Südflächen liefern erwartungsgemäß ebenfalls hohe Erträge ab, auch wenn diese aufgrund der geringeren Fläche im Vergleich, mit den nach Osten und Westen ausgerichteten Dachflächen in absoluten Zahlen zurück liegt.

Bezogen auf die Leistung pro Quadratmeter sind die südlich ausgerichteten Flächen aber wie in Tab. 13 ersichtlich die Ertragreichsten. Am Nachmittag und Abend liefern die nach Westen ausgerichteten Flächen den höchsten Ertrag, wobei die „West außen“-Dachfläche auch jene mit dem höchsten absoluten Betrag im Sommer entspricht.

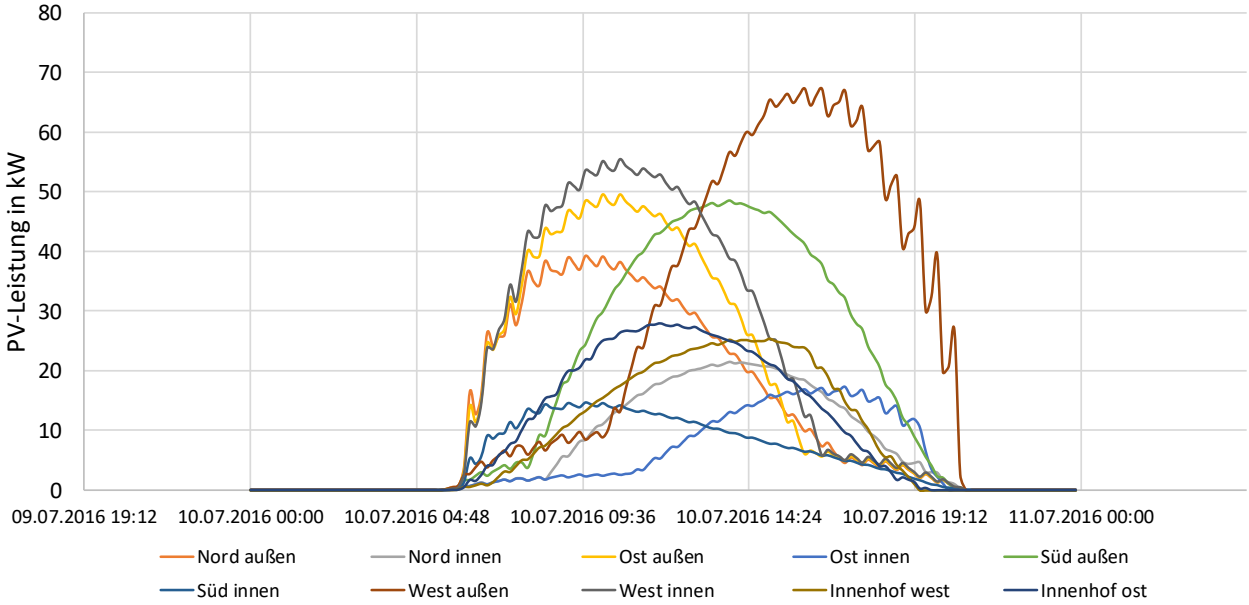


Abb. 43: Sonniger Sommertag

Im Vergleich dazu, ist in Abb. 44 ein klassischer sonniger Wintertag dargestellt. Im Hinblick auf die Absolutwerte, zeigt sich, dass der erzielbare Ertrag sowie die elektrische Spitzenleistung im Winter geringer als im Sommer ausfallen, dennoch aber nennenswerte PV-Erträge erzielt werden. Allerdings zeigt sich, dass nur drei Dachflächen in dieser Zeit ähnliche Leistungen aufweisen wie im Sommer. Das sind einerseits die beiden hauptsächlich nach Osten ausgerichteten Flächen sowie die nach Süden ausgerichtete Außenfläche. Die auch nach Süden ausgerichtete Innenfläche des Nordtrakts liefert ebenfalls gute spezifische Werte ab, liegt in absoluten Zahlen aufgrund der weit geringeren Fläche aber deutlich zurück. Auffällig ist, dass die nach Westen, bzw. leicht nach Nordwesten ausgerichteten Flächen in dieser Zeit weit geringere Erträge abliefern. Auch die Erträge der Innenhofflächen sind im Sommer aufgrund der geringeren Verschattung weit besser als im Winter bei niedrigerem Sonnenstand.

In Abb. 45 ist darüber hinaus noch ein bewölkter (Winter)Tag abgebildet. Es ist ersichtlich, dass ohne direkter Einstrahlung von keiner Dachfläche nennenswerte Erträge generiert werden können, egal wie diese ausgerichtet sind.

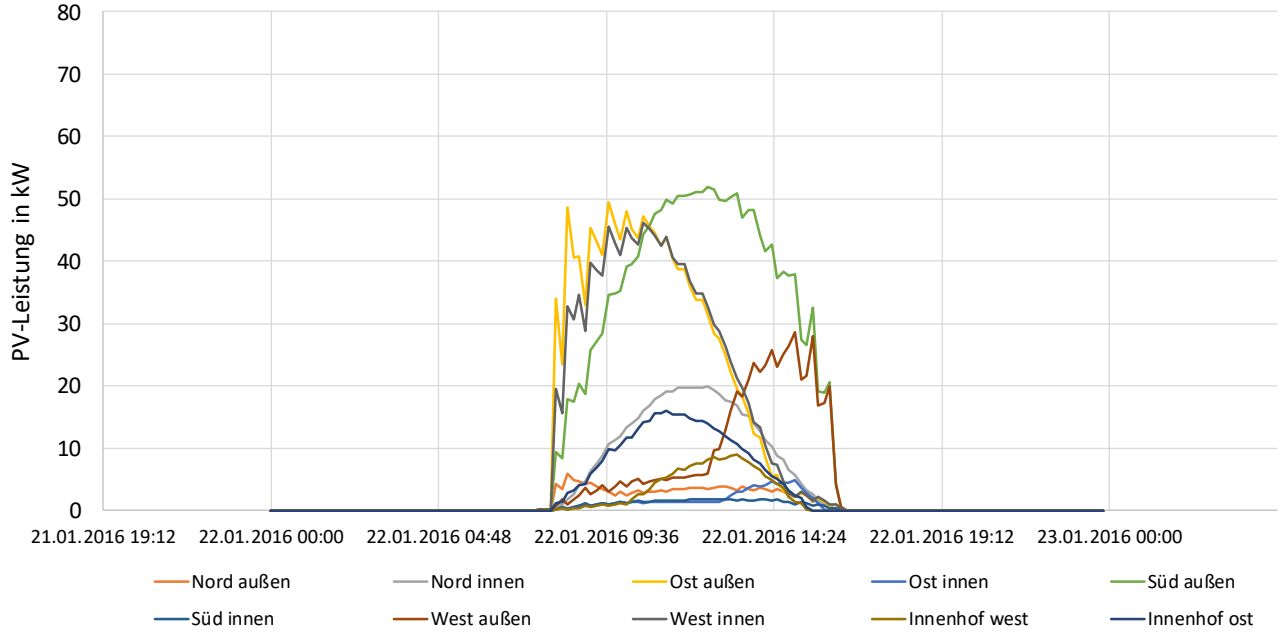


Abb. 44: Sonniger Wintertag

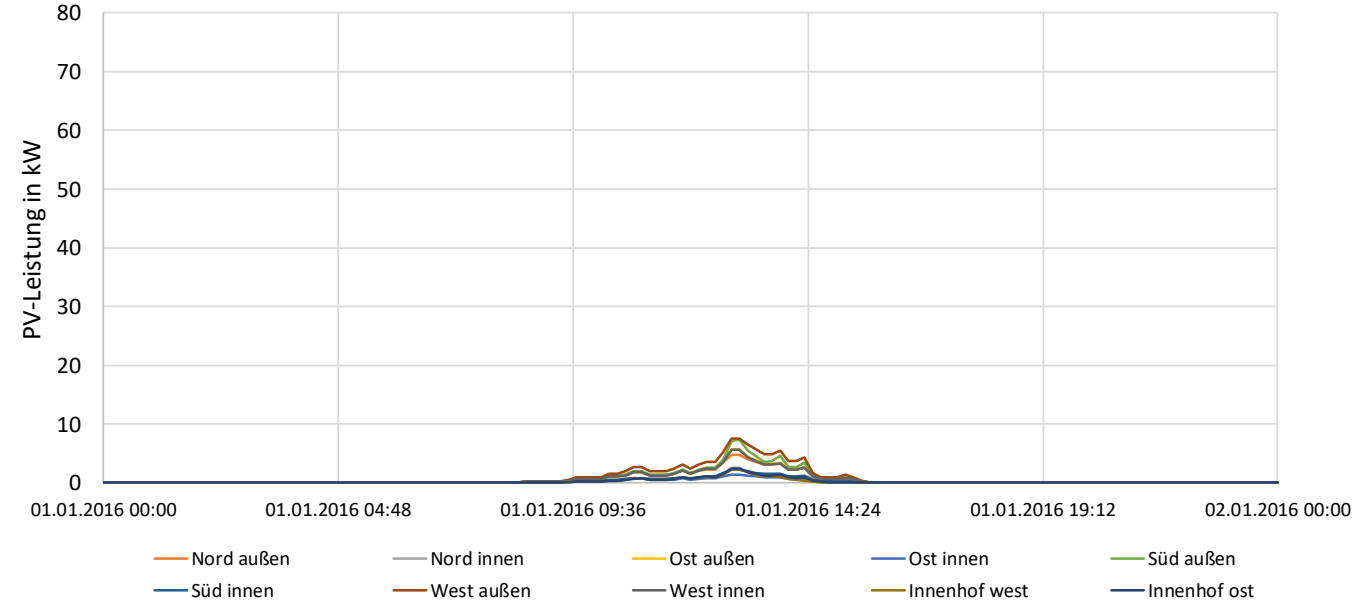


Abb. 45: Bewölkter Tag

6.3.1.2.1 Volksschule

Neben der Hochburg wurde auch am Dach der Volkschule Neulengbach der Einsatz von Solardachziegeln überprüft. Diese steht zwar nicht unter Denkmalschutz, wodurch auch der Einsatz herkömmlicher PV-Module prinzipiell in Frage kommt, allerdings besteht seitens der Verantwortlichen ein großes Bestreben die Ästhetik des im Jahre 1919 errichteten Gebäudes im höchst möglichen Maß zu bewahren (Ortsbildschutz). Weiters spricht auch die Ausführung der Dachfläche, siehe Abb. 46, die sich aus vielen kleinen, unterschiedlich ausgerichtet und geneigten Flächen zusammensetzt, für den Einsatz von PV-Ziegel, da diese flexibler an die gegebenen Bedingungen anpassbar sind.

A



B

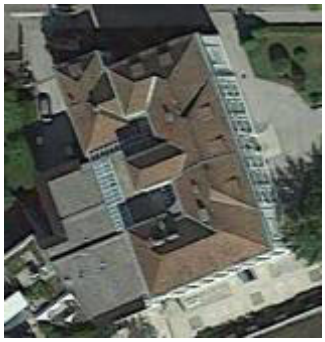


Abb. 46: (a) Foto Volksschule[87] **(b)** Dachflächen Volksschule[88]

Die einzelnen Dachflächen wurde in dem in Kapitel 6.3.1.1 beschriebenen Berechnungstool abgebildet und damit das jeweilige PV-Potential ermittelt. Die Bereiche der Dachflächenfenster wurden dabei ausgenommen. Weiters wurden bei der Volksschule keine Verschattungsverluste berücksichtigt. Diese Vereinfachung wurde getroffen, da es sich bei dem Gebäude um das höchste in unmittelbarer Umgebung handelt und keine großen Bäume zu maßgeblichen Verschattungen führen. Auch der Burghügel, der sich ca. 150 m entfernt befindet sorgt aufgrund seiner Lage nördlich zur Volksschule kaum für Verschattungen. Somit reduzieren sich die Verschattungsverluste auf die gegenseitige Verschattung der Dachflächen, die allerdings bei den meisten Flächen als gering einzustufen sind.

Für die weitere Beurteilung der Dachflächen wurden diese wie in Abb. 47 dargestellt nummeriert. Jede dieser zwanzig Flächen wurde separat abgebildet und ausgewertet. Die wichtigsten Eckdaten dieser Flächen sowie die Ergebnisse der PV-Ertragsberechnung sind in Tab. 14 angeführt.

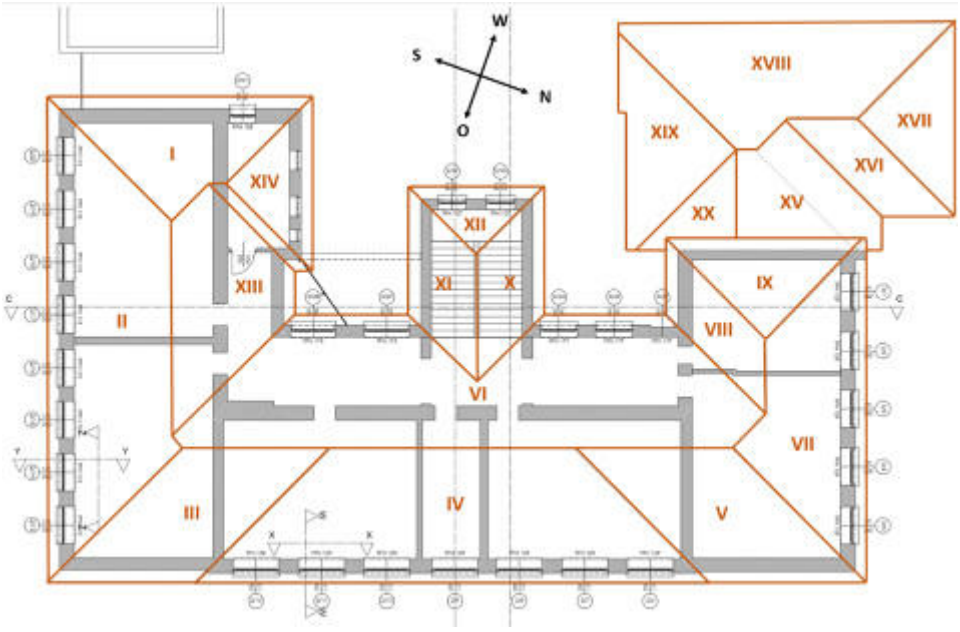


Abb. 47: Nummerierung der Dachflächen

[87] Wikimedia Commons, 2018.
[88] Google©, 2018a.

Die gesamte Dachfläche der Volksschule beträgt ca. 830 m², wobei die Neigung zwischen 40 ° und 45 ° variiert. Wenn man mit den gleichen Parameter wie bei der Hochburg (siehe Kapitel 6.3.1.2.1*)* rechnet, wo unter Standardbedingungen ein Wirkungsgrad von 19,2 % angenommen wurde, ergeben sich spezifische PV-Erträge zwischen 83 und 170 kWh/(m²·a) je nach Ausrichtung und Neigung der Dachflächen. Würde man das komplette Dach mit Solardachziegeln versehen, ergibt das einen Jahresgesamtertrag von 112 MWh. Basierend auf einem Jahresverbrauch von 54 MWh wurde im Folgenden ermittelt, welche Dachflächen unter Berücksichtigung des wirtschaftlichen Aspektes tatsächlich mit Solardachziegeln bestückt werden sollen. Des Weiteren wurde auch untersucht, ob die Installation eines Energiespeichers zur Eigenbedarfsoptimierung empfohlen werden kann.

Tab. 14: Eckdaten und Erträge der Dachflächen (vgl. dazu Abb. 47)

	Ausrichtung in Grad (0° ≙ S)	Neigung in Grad	Fläche in m²	Ertrag in MWh/a	Ertrag in kWh/(m²·a)
I	72	40	42,5	6,2	147
II	342	40	115	19,5	170
III	252	40	52	6,3	121
IV	252	45	102	12,0	118
V	252	40	52	6,3	121
VI	72	40	126	18,5	147
VII	162	40	30	2,7	90
VIII*	342	40	21	3,6	170
IX	72	40	26	3,8	147
X	162	45	20,8	1,7	83
XI*	342	45	20,8	3,5	169
XII*	72	45	11,1	1,6	145
XIII	162	40	30	2,7	90
XIV	162	40	20	1,8	90
XV	252	40	33,5	4,0	121
XVI	252	40	18,5	2,2	121
XVII	162	40	10	0,9	90
XVIII	72	40	55	8,1	147
XIX	342	40	34,5	5,8	170
XX	162	45	13,6	1,1	83
Summe	-	-	**834**	**112,4**	**135**

*erhöhte Verschattungseffekte zu erwarten

In dieser Wirtschaftlichkeitsberechnung wird die Volksschule als isoliertes Gebäude gesehen, das nicht Teil des Smart-Grids (Kapitel 7.8) der Burganlage ist. Das bedeutet, dass der PV-Ertrag, wenn er nicht unmittelbar benötigt wird, entweder in einem Speicher zwischengespeichert, oder in das Stromnetz eingespeist wird. Die optimalen PV-Flächen sowie die optimale Speichergröße sollen ermittelt werden. Dabei wird einerseits der Kapitalwert der Investition, sowie die Amortisationszeit unter verschiedenen Gesichtspunkten beurteilt.

Da der Verlauf des Lastgangs der Volksschule nicht bekannt war, wurde auf ein Standardlastprofil zurückgegriffen und dieses entsprechend auf den gemessenen Strombedarf skaliert. Dafür wurde das Profil „Gewerbe werktags 8 – 18 Uhr“[89] verwendet, da dieses von den zur Verfügung stehenden Lastprofilen den Gegebenheiten in der Volksschule Neulengbach am besten entspricht. Wie in Abb. 48 dargestellt, sind die Lasten am Vormittag am höchsten und nehmen am Nachmittag ab. Am Wochenende treten keine nennenswerten Lasten auf. Nicht berücksichtigt werden in diesem Fall Ferienzeiten. Da allerdings in der Volkschule eine Sommerbetreuung angeboten wird, wird auch in dieser Zeitspanne zumindest ein Teil des ansonsten üblichen Strombedarfs benötigt. Dasselbe gilt für den höheren Strombedarf bis 18 Uhr, der über die normalen Schulzeiten hinausgeht, sich aber mit der angebotenen Nachmittagsbetreuung deckt.

[89] APCS – Power Clearing & Settlement, 2018.

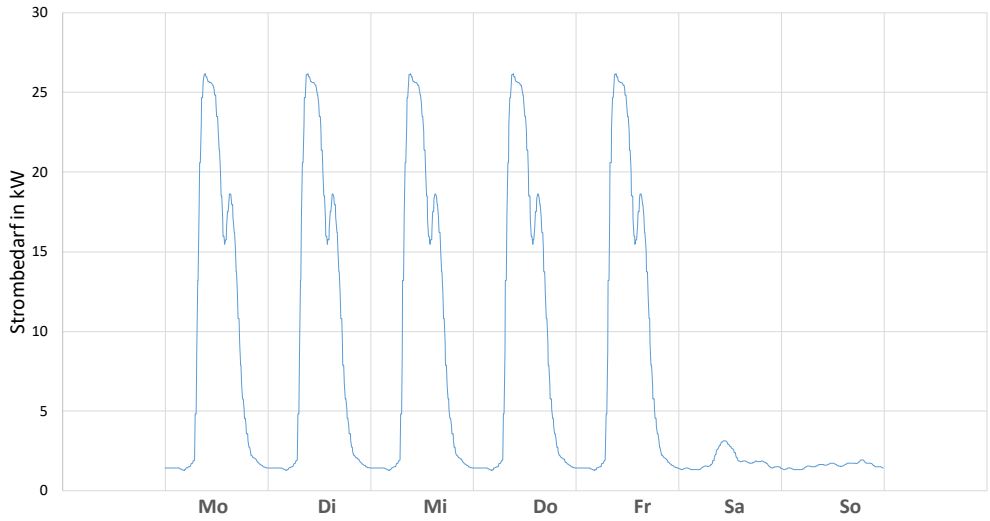


Abb. 48: Gewähltes Stromlastprofil der Volksschule Neulengbach für eine Woche[89]

Tab. 15: Parameter zur PV-Flächen und Speicherauslegung

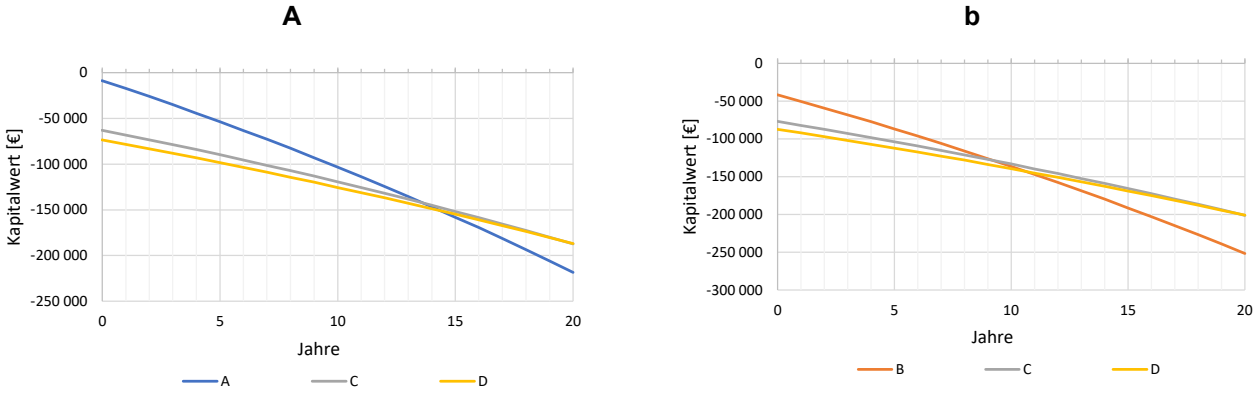
Bezeichnung		
Strombedarf	54000	kWh/a
Kosten Solardachziegel	390	€/m²
Kosten herkömmliche Dachziegel	40	€/m²
Förderung Solardachziegel und Speicher	0 bzw. 40	%
Kosten Speicher	750	€/m²
Verwendbare Speicherkapazität	83	%
Wirkungsgrad Laden/Entladen	98	%
Nutzungsdauer Solardachziegel und Speicher	20	Jahre
Grundpreis Stromkosten	8,06	€/Monat
Arbeitspreis Stromkosten	15,75	Cent/kWh
Preissteigerung Arbeitspreis	4	% pro Jahr
Überschusstarif	3,27	Cent/kWh
Preisänderung Überschusstarif	0	% pro Jahr
Wartung und Instandhaltungskosten	100	€/a
Kosten für Verrechnung beim Netzbetreiber	500	€/a
Kalkulationszinssatz	2	%

Die neben den beiden Last- bzw. Ertragsgängen für die Berechnung benötigten Parameter sind in Tab. 15 angeführt. Dabei wird in einem Szenario davon ausgegangen, dass die Installation der Solardachziegel im Zuge einer kompletten Dachsanierung durchgeführt wird, was bedeutet, dass die restlichen Dachflächen mit neuen herkömmlichen Ziegeln gedeckt werden. In einem zweiten Szenario wird davon ausgegangen, dass keine Dachsanierung notwendig ist und funktionsfähige herkömmliche Ziegel durch Solardachziegel getauscht werden. Die Kosten der Solardachziegel beziehen sich auf ein Angebot der Firma *SolteQ Europe GmbH*[86] und belaufen sich auf ca. 390 €/m². Die Nutzungsdauer der PV-Anlage sowie eines etwaigen Speichers wurde mit 20 Jahren beziffert. Für den Netzbezug wurde ein Stromgrundpreis von 8,06 €/Monat und ein Arbeitspreis von 15,75 Cent/kWh sowie eine jährliche Preissteigerung von 4 % angenommen. Der Überschusstarif für eine Netzeinspeisung beträgt 3,27 Cent/kWh.[90]

[90] Energie Burgenland, 2018.

Wie auch bei der Betrachtung der Hochburg zeigt sich, dass aufgrund der relativ hohen Investitionskosten der Solardachziegel nur die Installation auf Flächen mit hohem spezifischen Ertrag sinnvoll ist. In diesem Fall handelt es sich dabei um die Flächen, die nach Südost bzw. nach Südwest ausgerichtet sind. Berücksichtigt man zusätzlich zu den in Tab. 14 angegebenen Erträgen die Beschaffenheit der Dachflächen (Dachfenster, Gefahr der Verschattung, Größe) so ergibt sich die beste Wirtschaftlichkeit bei der Installation der Solardachziegel auf den Flächen I, II, XIX und XVIII. Von der Installation der Dachziegel auf den Dachflächen des Stiegenhauses (XII, XI) wird Abstand genommen, da das Dach an dieser Stelle tiefer liegt als die umgebenden Dachflächen und daher mit erhöhten Verschattungsverlusten zu rechnen ist. Die Installation der Solardachziegel auf unterschiedlich ausgerichteten Flächen bietet darüber hinaus den Vorteil, dass der maximale Ertrag zu verschiedenen Zeiten auftritt und somit über einen längeren Zeitraum PV-Strom zur Verfügung steht.

Allerdings zeigt sich, dass auch diese Variante nur unter der Voraussetzung einer Förderungsgewährung wirtschaftlich ist, da ansonsten die Amortisationszeit mehr als 20 Jahre beträgt und somit die Nutzungsdauer überschreiten würde. Geht man von einer Förderzusage von 40 % aus (KPC-Förderung), so lassen sich über einen Zeitraum von 20 Jahren bei einer zusätzlichen Installation der Solardachziegel ohne notwendiger Dachsanierung ca. 3500 € einsparen. Eine Amortisation stellt sich nach 15 Jahren ein. Geht man davon aus, dass ohnehin eine Dachsanierung notwendig ist und die Solardachziegel im Zuge dieser angebracht werden, dann lassen sich ca. 5000 € einsparen und die Investition amortisiert sich bereits nach 10 Jahren. In beiden Fällen ist ebenfalls ein Speicher mit 24 kWh (20 kWh effektiv nutzbar) berücksichtigt, da sich damit die besten Resultate erzielen lassen. Die Entwicklung der Kapitalwerte der beiden Fälle sind in Abb. 46 grafisch dargestellt. Abb. 46a behandelt den Fall, in dem keine Dachsanierung durchgeführt wird, während in Abb. 46b von einem komplett neuen Dach ausgegangen wird. Die Kurve C steht dabei jeweils für den Fall ohne Speicher und die Kurve D für jenen mit Speicher. In Abb. 46b ist in den Investitionskosten berücksichtigt, dass die nicht aktiven Flächen mit herkömmlichen Ziegeln gedeckt werden müssen, während in Abb. 46a nur die Kosten der Solardachziegel berücksichtigt werden.



A: ohne Sanierung

B: mit Sanierung

C: ohne Speicher

D: mit Speicher

Abb. 49: (a) Wirtschaftlichkeitsvergleich ohne Dachsanierung und **(b)** mit Dachsanierung

Wie sich zeigt, ist die Variante mit Speicher nur geringfügig wirtschaftlicher als ohne Speicher. In Abb. 50 ist weiters der Kapitalwert in Abhängigkeit der gewählten Speichergröße aufgetragen. Es ist ersichtlich, dass das Optimum bei einer Speichergröße von 20 kWh liegt, dieser aber auch ohne große Einbußen hinnehmen zu müssen weggelassen werden kann. Der Eigennutzungsgrad liegt mit Speicher bei ca. 68 % und ohne Speicher bei ca. 57 %.

Größere PV-Flächen bzw. größere Speicherkapazitäten sind unter gegebenen Bedingungen nicht wirtschaftlich. Kleinere PV-Flächen bewirken eine schnellere Amortisation, allerdings sinkt damit auch der Kapitalwert, also die erzielbaren Einsparungen.

Eine weitere Option kann das Anbringen von herkömmlichen PV-Modulen auf dem Flachdach des angrenzenden Turnsaals darstellen. Damit wäre man in der Ausrichtung und Neigung flexibel und könnte auf günstigere herkömmliche PV-Module zurückgreifen. Allerdings ist das Gebäude aktuell in südlicher Richtung von hohen Bäumen umgeben, wodurch erhebliche Verschattungseffekte zu erwarten sind.

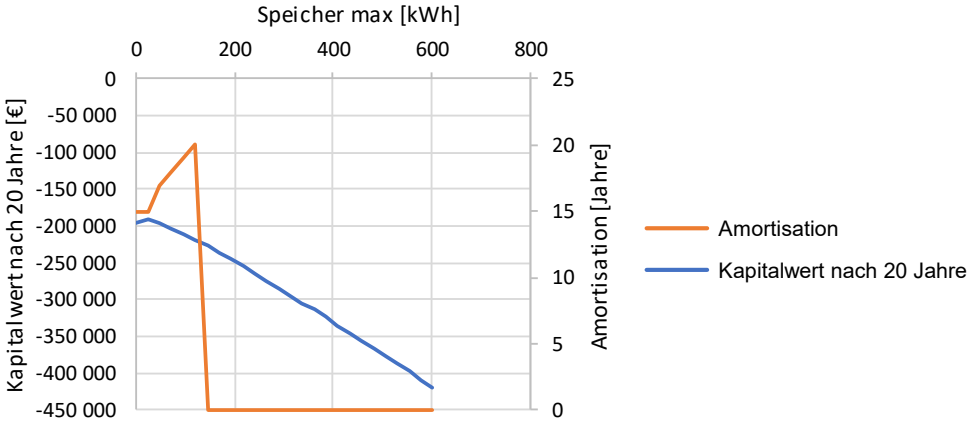


Abb. 50: Speicherdimensionierung

6.3.1.2.2 Bauhof

Ebenfalls hinsichtlich seines PV- und Speicherpotentials wurde der neue Bauhof der Gemeinde Neulengbach untersucht. Dabei handelt es sich um einen Gebäudekomplex dessen Dachfläche als Flachdach ausgeführt ist. Das Hauptgebäude besitzt eine Dachfläche von ca. 1.400 m² und die Maschinenhalle weitere 600 m². Der Energiebedarf beträgt laut den letztjährigen Stromrechnungen ca. 56.000 kWh/a, wobei weitere 5.000 kWh/a für die Anschaffung von zwei E-Autos berücksichtigt werden sollen. Ein Luftbild des Gebäudekomplexes zu Veranschaulichung der Dachflächen ist in Abb. 51 abgebildet.



Abb. 51: Luftbild des Bauhofes[84]

Als Lastprofil wurde der in Abb. 48 dargestellte Verlauf des Standardlastprofils „Gewerbe Werktags 8-18 Uhr“ gewählt und entsprechend auf einen Jahresbedarf von 61.000 kWh/a skaliert. Als Kollektor wurden aufgeständerte Flachkollektoren mit einem Wirkungsgrad von 20 % bei Standardbedingungen (Globalstrahlung = 1.000 W/m² und Außenlufttemperatur = 20 °C) gewählt. Diese sollten mit einer Neigung von 40 - 45°° und in Richtung Süden ausgerichtet werden, um den höchsten Jahresertrag zu erzielen. Die Kosten dieses Kollektors wurden mit 200 €/m² beziffert. Alle weiteren Parameter, den Speicher bzw. die Strompreise betreffend, wurden analog zu den Werten aus Tab. 15 gewählt. Die Ergebnisse der PV-Flächen und Speicherdimensionierung sind in Tab. 16 angeführt.

Bei der angegebenen optimalen PV-Fläche und optimalen Speichergröße handelt es sich jeweils um die Werte, die bei einer Nutzungsdauer von 20 Jahren den höchsten Kapitalwert ergeben. Dabei wird zwischen dem Fall einer Fördergenehmigung von 40 % der Anschaffungskosten (PV-Kollektors und Speichers) und dem Fall ohne Förderung unterschieden. Das beste Ergebnis wird unter Annahme einer Förderung mit einer PV-Kollektorfläche

von 520 m² und einem Speicher von 25 kWh erzielt. In diesem Fall wird eine Einsparung von 88 000 € auf 20 Jahre Betriebszeit erreicht. Wird auf einen Speicher verzichtet und nur eine PV-Anlage am Dach installiert, sollte die Kollektorfläche ca. 460 m² betragen. Mit dieser Variante wird eine Einsparung von 75 000 € erzielt. Beide Varianten amortisieren sich nach ca. 10 Jahren, wie auch in Abb. 52 ersichtlich ist.

Tab. 16: Ergebnisse PV-Flächen und Speicherdimensionierung des Bauhofs

	mit 40 % Förderung (Kollektor & Speicher)		**ohne Förderung**	
	mit Speicher	**ohne Speicher**	**mit Speicher**	**ohne Speicher**
Optimale PV-Fläche in m²	570	490	unwirtschaftlich	290
Optimale Speichergröße in kWh	40	-		-
Amortisationszeit	11	11		12
Kapitalwert	-165.000	-179.000		-198.000
Ersparnis auf 20 Jahre Betriebsdauer	82.000	68.000		49.000

Ohne Förderung ist ein Speicher unwirtschaftlich und die installierte PV-Fläche sollte mit 225 m² kleiner gewählt werden. In diesem Fall stellt den wirtschaftlichen Knackpunkt die Elektrizitätsabgabe[91] dar, die bei PV-Anlagen ab dem Überschreiten eines Freibetrags von 25.000 kWh/a schlagend wird. Diese 25.000 kWh/a beziehen sich auf den selbst erzeugten und selbst verbrauchten Strom und betragen ab überschreiten des Freibetrages 1,5 Cent/kWh. Bei der gewählten Fläche wird diese Grenze genau erreicht – die 1,5 Cent/kWh sind deshalb nicht zu entrichten.

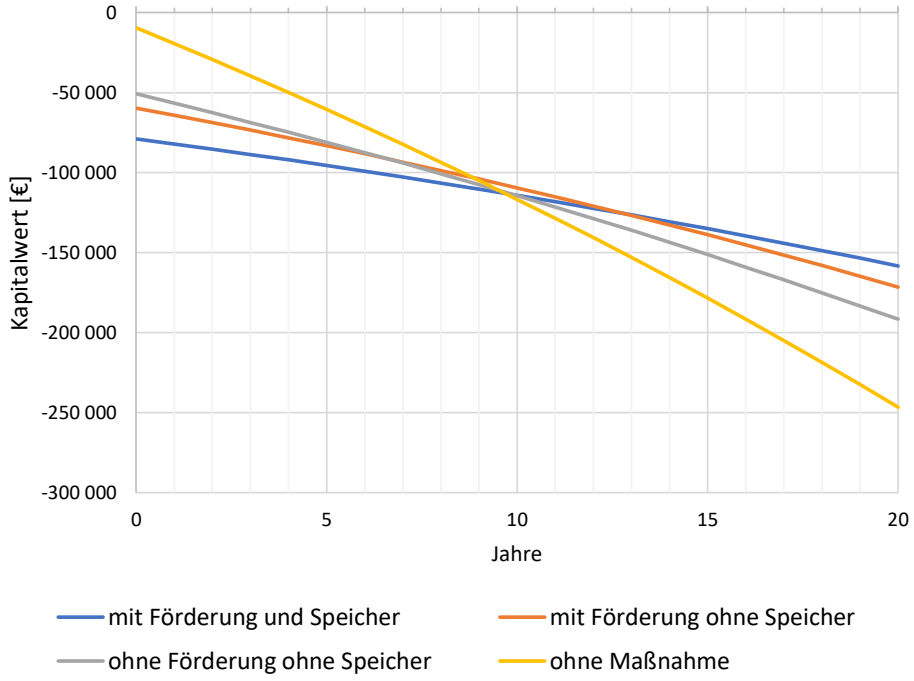


Abb. 52: Gegenüberstellung der verschiedenen Varianten

[91] Bundesministerium für Finanzen, 2017.

In Abb. 52 sind die Kapitalwerte der drei Varianten aufgetragen und werden mit den Stromkosten ohne PV-Anlage (keine Maßnahme) verglichen. Es zeigt sich, dass die Amortisationszeiten mit 9 bzw. 10 Jahren relativ ähnlich sind. Bei der Variante mit Förderung und Speicher sind die Investitionskosten am höchsten, was nicht nur mit dem Speicher, sondern auch mit der am größten gewählten Kollektorfläche zu tun hat. Mit dieser Variante kann über die Nutzungsdauer gerechnet aber auch die größte Einsparung erzielt werden. Auch ohne Gewährung einer Förderung rentiert sich die Installation einer PV-Anlage, wenn die Fläche entsprechend gewählt wird. Das Optimum liegt in diesem Fall bei 225 m² was zu einer Einsparung von 55.000 € gegenüber dem Status Quo führt.

6.3.1.3 PV-Potential der Stadt

Zur Bestimmung des Potentials wurde die Summe aller Dachflächen der Gemeinde abgeschätzt und ein Korrekturfaktor, welche Mindererträge aufgrund der Ausrichtung bzw. Verschattung berücksichtigen sollte. Die Ausgangsdaten zur Erhebung des PV-Potentials werden in Tab. 17 dargestellt:

Tab. 17: Dachflächen der Gemeinde Neulengbach

Bezeichnung	Flächen [ha]
Dachflächen gesamt[14]	57,0
Bereits genutzte Dachflächen	0,8
Verbleibendes Potential	56,2

Unter der Annahme 2/3 des verbleibenden Potentials zu nutzen soll der Ertrag von 37,5 ha Dachfläche berücksichtigt werden, wobei aufgrund der unterschiedlichen Dachflächen und Ausrichtungen ein Ertragswert von 89,5 kWh/m^2 [14] für die Berechnung herangezogen werden soll. Somit ergibt sich ein **theoretisch nutzbares Endenergieträgerpotential von 33,6 GWh/a**. Es handelt sich dabei um einen Maximalertrag, der ohne Berücksichtigung der Flächenkonkurrenz zu Solarthermieanlagen und Überschussenergie, d.h. bei vollständig photovoltaischer Nutzung der für die Berechnung herangezogenen Dachflächen, berechnet wurde.

6.3.2 Solarthermieanlagen

Zur Abschätzung des Potentials für solarthermische Energieerzeugung wurden die Dachflächen aller Gebäude in Neulengbach abgeschätzt. Für die Berechnung des Ertrags wurde eine mittlere Ertragskennzahl von 350 kWh/m^2 [92] angenommen. Wie bereits bei der Abschätzung des PV-Potentials der Stadt sollen 2/3 der Dachflächen für die Berechnung berücksichtigt werden. 2/3 von 57 ha Dachfläche (siehe Tab. 17) entsprechen einer Fläche von ca. 38 ha. Berücksichtigt man diese Fläche, so verfügt die Gemeinde über ein **technisch mögliches solarthermisches Potenzial in Höhe von ca. 133 GWh/a** (ohne Berücksichtigung der Flächenkonkurrenz zur Photovoltaik).

6.3.3 Windkraftanlagen

Auf der Gemeindefläche von Neulengbach sind aktuell keine Windkraftanlagen im Betrieb. Die nähest bestehenden Windparks befinden sich in Böheimkirchen (0,1 MW), Langmannersdorf (6 MW), Maria Jeutendorf (0,1 MW) und Pottenbrunn (5,5 MW), wobei die Entfernung mindestens 10 km Luftlinie zum Stadtzentrum von Neulengbach beträgt. Modelle mit Direktleitungen und Speicheranwendungen auf Gemeindegebiet sind daher aus heutiger Sicht unrealistisch. Es sind zurzeit auch keine Windkraftanlagen auf dem Gemeindegebiet geplant.

[92] Land Salzburg, 2018.

6.3.4 Kleinwasserkraftanlagen

Neulengbach liegt am Laabenbach, welcher ab der Einmündung des Anzbachs Große Tulln heißt. Auf dem Gemeindegebiet befinden sind die Einmündungen vom Buchenbach (mit Zufluss Querbachl), Medunabach, Dambach, Haagbach, Seebach und Anzbach. Der Raipoltenbach würde gegenüber von Markersdorf münden, wurde aber früh in den Mühlbach (Griesmühle) umgeleitet, so dass er erst nach Haberdorf in die Große Tulln mündet. In den Anzbach mündet in Neulengbach von rechts der Kirschnerwaldbach im Ortsteil Au. Ein kleiner Teil des Gemeindegebietes von Neulengbach wird zur Perschling hin entwässert: Der Ortsteil Unterwolfsbach liegt am Wolfsbach, dieser mündet bei Kirchstetten in den Totzenbach. Beide entwässern den Südwest-Teil des Haspelwaldes. Der Totzenbach nimmt dann noch links den Sichelbach auf und mündet nördlich von Böheimkirchen in Michelbach/Perschling. Ebenso wird der Südwestzipfel des Gemeindegebietes (Rothenbucherhöhe/Trainst) über den Stallbach zu Stössingbach/Michelbach/Perschling entwässert. Das nördliche Ende des Gemeindegebiets wird vom Haspelwald begrenzt.[93]

Es sind aktuell keine Wasserkraftanlagen geplant.

6.3.5 EE-Potentiale der Gemeinde Neulengbach

Nachfolgend werden die erhobenen Potentiale der erneuerbaren Energieträger der Gemeinde zusammengefasst und in Abb. 53 dargestellt. Wie bereits in den jeweiligen Darstellungen der Potentiale erwähnt beschreiben die Darstellungen maximal verfügbare Potentiale der Region, die durchaus miteinander in unmittelbarer Konkurrenz stehen können (z.B. über das für Solarthermie und Photovoltaik nutzbare Dachflächenpotenzial) bzw. aufgrund etwaiger Überschussproduktion nicht vollständig in Anspruch genommen werden können (z.B. Überschusswärme von Solarthermie im Sommer bleibt ungenutzt). Auch bei den Energieeinsparpotenzialen handelt es sich um theoretische Maximalpotenziale. **Die Wirtschaftlichkeit der Nutzung der Potenziale wurde nicht berücksichtigt.**

Kumuliert ergeben sich für die Gemeinde **regionale Energiepotentiale** in der **Höhe von 182,95 GWh/a**. Den größten Anteil weist mit 133 GWh/a (72,70 %) die Solarthermie auf, Photovoltaik könnte in der Gemeinde 33,6 GWh/a (18,37 %) pro Jahr bereitstellen. Die Nutzung holzartiger Biomasse zeigt ein Potential in der Höhe von 16,35 GWh/a (8,93 %) auf.

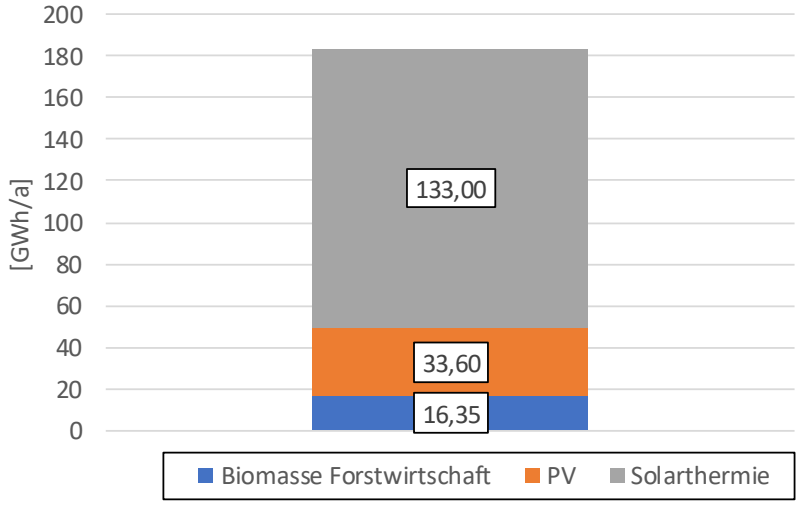


Abb. 53.: Regionale Energiepotentiale der Gemeinde Neulengbach

[93] Wikipedia, 2018a.

Die **Abb. 54** zeigt die Gegenüberstellung des Energiebedarfs und der Potentiale zur Energieerzeugung in Neulengbach.

Photovoltaikanlagen könnten theoretisch 34 % des Strombedarfs decken. Der Wärmbereich könnte bei Nutzung des regionalen Potentials zu etwa 86,8 % gedeckt werden.

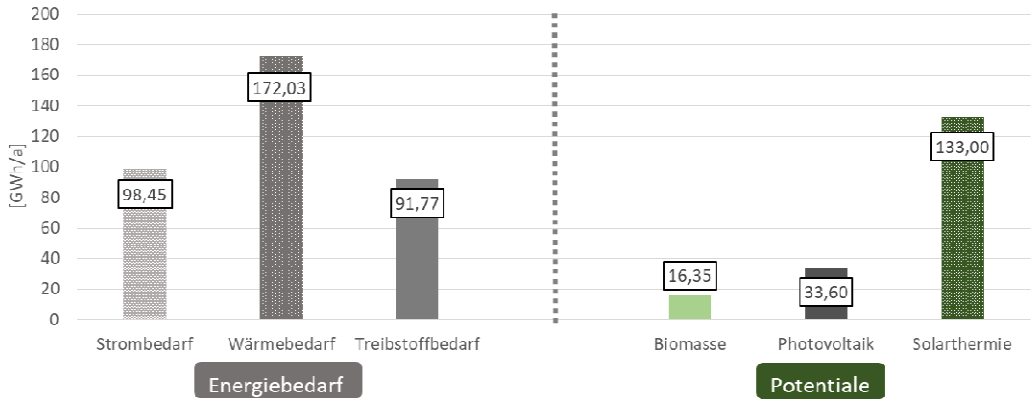


Abb. 54: Gegenüberstellung Energiebedarf und Potentiale zur Energieerzeugung in Neulengbach

Bei dieser Betrachtung gilt es zu berücksichtigen, dass das vorhandene Biomassepotenzial zur Gänze dem Wärmebereich zugeordnet wurde. Nach der Durchführung eines etwaigen Energieträgerabgleichs kann mit großer Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass dieses auch in den Bereichen Strom einen Beitrag zur regionalen Erzeugung - z.B. Nutzung in KWK-Anlagen - leisten kann. Des Weiteren muss ein Abgleich zwischen Solarthermie und Photovoltaik erfolgen, da hier jeweils die Maximalpotenziale anhand der für die Berechnung herangezogenen Dachflächen berechnet wurden - ohne Berücksichtigung der gegebenen Flächenkonkurrenz.

Potenziale zur Deckung des Treibstoffbedarfs stehen aktuell keine zur Verfügung. Eine wirtschaftliche Treibstoffproduktion ist durch eine zentrale Produktion gekennzeichnet, welche aufgrund fehlender Rahmenbedingungen (z.B. zu geringes Rohstoffpotenzial) in der Region nicht gewährleistet werden kann. Es kann allerdings erwartet werden, dass im Mobilitätsbereich die Anzahl an Hybrid- und E-Fahrzeugen zunehmen wird, wodurch eine Substitution des Treibstoffbedarfes durch regional produzierten Strom möglich wäre.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass es sich um Maximalpotenziale handelt, würde das Potenzial zur Hälfte (50,5 %) ausreichen, um den derzeitigen Energiebedarf durch den Einsatz regional vorhandener Energieträger bilanziell decken zu können.

6.4 Energieeinsparung im kommunalen Bereich

6.4.1 Straßenbeleuchtung

Im Bereich der Straßenbeleuchtung wurden in Neulengbach bereits in der Vergangenheit positive Akzente gesetzt. So wurden nach Erstellen eines Beleuchtungskatasters für alle Lichtpunkte (ca. 2.000) bei ca. 850 Leuchten der Leuchtkörper auf LED umgestellt.[94]

Auch die Umstellung der 326 Altstadtleuchten im Gemeindegebiet Neulengbach auf LED wurde bereits forciert. Die Planung sowie technische Überprüfungen wurden im Rahmen des Projektes auch ausgeführt, um den Strombedarf für eine ev. Speicherausstattung (Quartiersspeicher) berücksichtigen zu können. Für die daraus abgeleitete Umrüstung wurde die Förderung der KPC beantragt und auch genehmigt. Das Lichtservice der EVN Energievertrieb GmbH & Co KG beinhaltet dabei die Errichtung, Sanierung, den Betrieb und die Instandhaltung der umgerüsteten Straßenbeleuchtungsanlagen. Im Gegensatz zu einem reinen Leuchtmitteltausch wurde das umfassende Angebot der EVN daher vom prüfenden Büro für Elektrotechnik und Automatisation Thomas Zagler als technisch höherwertiger und langlebiger empfohlen.[95]

Eine Weiterführung dieser Umstellung kann grundsätzlich empfohlen werden, da die LED-Technologie mittlerweile gut ausgereift ist. Neben der hohen Energieeffizienz und dem hohen Wirkungsgrad dieser Technologie sind auch Langlebigkeit sowie neue Gestaltungsmöglichkeiten als wesentliche Vorteile zu nennen. Darüber hinaus bietet die LED-Technologie weitere technische Vorzüge an, wie etwa die optimierte Lichtverteilung aufgrund der Bauform, eine Unempfindlichkeit gegen hohe Schalthäufigkeit sowie die problemlose Dimmbarkeit und die Ansteuerbarkeit einzelner Leuchten, welche in der Praxis einen energiesparenden und wirtschaftlichen Betrieb, die Anpassung an das örtliche Verkehrsgeschehen und eine individuelle Regelung ermöglichen.[96]

Zu den Nachteilen zählen die relativ hohen Anschaffungskosten, wenngleich das Preis-Leistungsverhältnis mittlerweile sehr gut ist. Die qualitativen Unterschiede bei den Herstellern spiegeln sich in einem unübersichtlichen Marktangebot wieder. Probleme mit der Gewährleistung sind bei No-Name-Produkten und Plug-In Lösungen zu beobachten.[96]

Alternative zur LED-Leuchte sind Natriumdampf-Hochdrucklampen und Halogenmetalldampflampen mit Keramiktechnologie als ebenfalls effiziente und mit der ErP-Richtlinie (2009/125/EC) konforme Leuchtmittel am Markt verfügbar, die der angesprochenen EU-Richtlinien entsprechen.[96]

Bei sinnvollem Einsatz kann ein Tausch des Leuchtmittels der Straßenbeleuchtung einen wichtigen Beitrag zum Erreichen von Energieeffizienzzielen leisten. Weitere positive Effekte könnten ein aufgewertetes Gemeindebild, eine gesteigerte Beleuchtungsqualität, minimierte Betriebs- und Wartungskosten und ein entlastetes Haushaltsbudget sein. Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen begünstigen die rasante Entwicklung am LED-Markt: Die Verordnung 2009/245/ EG der Europäischen Kommission vom 18. März 2009 regelt die Umsetzung der ErP-Richtlinie (2009/125/EC, Ecodesign-Richtlinie) und legt Anforderungen hinsichtlich der Energieeffizienz von Leuchten und Leuchtmitteln fest. Diese bereits gültige Verordnung sieht ein Auslaufen („phase-out“) aller ineffizienten Leuchtmittel und Vorschaltgeräte in mehreren Stufen vor.[96]

Ausgehend von der zuvor genannten technischen Planung für die Leuchten im Bereich der Altstadt wurde die Möglichkeit einer Versorgung der Straßenbeleuchtung mit Photovoltaik analysiert. Als vielversprechendste Variante wurde eine Versorgung mit einer (oder mehreren) dezentralen PV-Anlagen identifiziert, die mit einer Direktleitung mit den zu versorgenden Straßenlaternen verbunden wird. Eine interessante Möglichkeit wäre dabei die Anbindung von Teilen der Straßenbeleuchtung an die PV-Anlage der Hochburg. Ein solches Szenario ist in Kapitel 7.9 beschrieben.

---

94 Neulengbacher Kommunalservice GmbH, 2018.

95 Antrag für Gemeinderatsbeschluss zur Umrüstung der Altstadtleuchten auf LED, Berichterstatter Stadtrat Jürgen Rummel Sitzung März 2018.

96 Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012.

Wählt man den Weg über das öffentliche Stromnetz, ist die Wirtschaftlichkeit aufgrund der anfallenden Netzgebühren nicht gegeben, da die Energiekosten nur ca. ein Drittel des Strompreises ausmachen.[97] Diese Einsparung ist nicht hoch genug um damit einen entsprechenden Speicher zu finanzieren, der notwendig ist, um die über den Tag gewonnen elektrische Energie der PV-Anlage in die Nachtstunden zu verschieben, wo sie für die Beleuchtung benötigt werden würde.

Die Installation von Straßenlaternen mit integrierten PV-Anlagen ist eine weitere Möglichkeit die vor allem dort, wo noch keine Stromversorgung besteht und diese auch schwer herzustellen ist interessant ist. Die Anschaffungskosten einer solchen Straßenlaterne beträgt in etwa das Doppelte einer herkömmlichen Straßenlaterne. Werden also neue Straßenlaternen installiert kann sich eine Investition in eine solche Laternenart aufgrund der niedrigeren Betriebskosten durchaus auszahlen.[98] Ein Tausch einer funktionierenden Straßenlaterne, vor allem wenn diese bereits mit LED-Leuchtmittel ausgestattet ist, wird allerdings in den wenigste Fällen wirtschaftlich sinnvoll sein. Auch ist diese Technik, wenn sie komplett unabhängig vom öffentlichen Netz ausgeführt sein soll, nur bedingt für wichtige Plätze/Straßen geeignet, bei denen eine durchgehende Beleuchtung sichergestellt werden muss.

6.4.2 Beleuchtung kommunaler Gebäude

Als Beispiel für die Beleuchtung kommunaler Gebäude dienen die Stadtpfarrkirche (48° 12' 02,6" N 15° 55' 32,6" O, Link) sowie die Lorenzi Kirche in der Katastralgemeinde Markersdorf (48° 12' 59,0" N 15° 55' 58,0" O, Link), bei denen von Seiten der Gemeinde ein unmittelbares Bestreben besteht, die Energieeffizienz zu verbessern. Aktuell werden beide Kirchen mit 6 Scheinwerfern zu jeweils 400 W Nennleistung beleuchtet. Diese Art der Beleuchtung ist im ländlichen Bereich bei solchen Gebäudetypen üblich, weshalb auch bereits in anderen Gemeinden Bestrebungen bestehen an dieser Stelle Energieeinsparungsmaßnahmen zu ergreifen.

Konkret kann hier auf ein Projekt der Gemeinde Lassee in Niederösterreich verwiesen werden[99], in der im Zuge des e5-Landesprogrammes unter anderem die Beleuchtung des Kirchturms von Halogen- auf LED-Strahler umgestellt wurde. Dort waren ursprünglich ebenfalls 6 Halogenstrahler zu je 400 W sowie zwei Vorschaltgeräte zu je 240 W im Einsatz, die im Abstand von rund 60 m zum beleuchtenden Objekt montiert wurden. Ersetzt wurden diese durch 3 LED-Strahler zu je 285 W, die in unmittelbarer Umgebung auf der Kirchenmauer positioniert wurden. Damit konnten die ursprünglich benötigten 2.640 W auf nur noch 285 W reduziert werden, was eine Einsparung von 2.355 W bedeutet. Bei einer Jahresbrenndauer von 2.900 h konnten somit 6.830 kWh/a gespart werden. Für die Gemeinde Lassee bedeutet das laut eigenen Angaben eine Ersparnis von rund 750 €/a, denen Investitionskosten von ca. 5.000 € gegenüberstehen.

Da bei den betrachteten Gebäuden in Neulengbach eine sehr ähnliche Ausgangssituation vorliegt, kann das Vorgehen in Lassee leicht auf Neulengbach umgelegt werden, wodurch auch hier von der erfolgreichen Umsetzung in Lassee profitiert werden kann.

6.4.3 Blackout-Prävention Rathaus

In diesem Kapitel wird eine mögliche Blackout-Prävention für das Rathaus der Gemeinde Neulengbach beschrieben. Bei einem Blackout wird das Gemeindeamt zum Sitz des Katastrophenstabs – das heißt, dass die Stromversorgung gesichert sein muss. Der Katastrophenstab muss über **Serveranlage**, **Licht** und **Telefonanlage** verfügen können. Da im Falle eines Blackouts kein Energiefluss aus den übergeordneten Netzebenen möglich ist, muss im Vorfeld eine Art der Selbstversorgung geschaffen werden.

Für eine reibungslose Inbetriebnahme ist es essentiell, bereits im Vorfeld Notfallpläne zu erarbeiten, die festlegen, wie das Prozedere der Aktivierung (Herstellung & Inbetriebnahme) der Energiezelle auszusehen hat. In diesem Zusammenhang gilt es auch festzulegen, welche Verbraucher im Krisenfall tatsächlich mit Strom versorgt werden müssen. Zum Beispiel müssen mit Sicherheit Klimaanlage und Lüftungsanlage abgeschaltet werden.[100] Dem

---

97 E-Control, 2018c.
98 Lightinus, Comparing traditional street lights and solar energy lights. 2018.
99 Energie- & Umweltagentur NÖ, 2018c.
100 Korntheuer, M., 2018.

entsprechend sollte sich im Fall eines Blackouts ein wesentlich geringerer Verbrauch als im Normalbetrieb abzeichnen. Die notwendige Leistung des Notstromaggregats wird auf 20 bis 60 kW geschätzt.

Im Zuge des Umbaus des Rathauses wurde eine Anschlussstelle für ein Notstromaggregat geschaffen (externe Einspeisestelle neben dem Haupteingang), welche aber noch nicht auf deren Funktionalität geprüft wurde. Im Falle eines Blackouts soll die Versorgung des Gebäudes mithilfe einer eigenen Stromerzeugungsanlage in Kombination mit einem Stromspeicher sowie einem Notstromaggregat, einer sogenannten „Energiezelle“ ermöglicht werden. Die Gemeinde besitzt noch kein entsprechendes Notstromaggregat. Es laufen aktuell Diskussionen, ob ein solches Aggregat von der Firma Elektro Wallner in Altlengbach dauergemietet werden kann (ca. 2.000 EUR pro Jahr), oder ein solches Aggregat für eine der örtlichen Feuerwehren angeschafft werden soll (Feuerwehr übernimmt Wartung). Bei der Dauermiete könnte im Krisenfall der Bürgermeister von Altlengbach auf alle Notstromaggregate im Gemeindegebiet Zugriff nehmen und somit eine Überstellung des Aggregats nach Neulengbach verhindern. Es könnte auch ein Notstromaggregat mit einem externen Antrieb verwendet werden. Ein Traktor oder Unimog der Gemeinde könne dieses Aggregat über eine Zapfwelle betreiben.

Die IT im Rathaus wird durch einen gesonderten Stromkreis versorgt. Die Serveranlage verfügt zusätzlich über eine USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung), wobei diese nur einen geordneten Shutdown sicherstellt.

6.4.3.1 PV-Unterstützung

Da das Rathaus im Fall eines Blackouts als Sitz des Katastrophenstabs fungiert soll ein mögliches Konzept für die Versorgung des Gebäudes vorgestellt werden. Wie bereits eingangs erwähnt soll das Gebäude mit einer eigenen Stromversorgungsanlage ausgestattet werden. Dabei könnte unterstützend zum Notstromaggregat auf dem Zubau des Gebäudekomplexes eine PV-Anlage errichtet werden. (siehe rote Markierung in Abb. 55). Im Falle von sonnigen Tagen würde die PV-Anlage ebenfalls Strom liefern und so den Treibstoffverbrauch des Notstromaggregats reduzieren. Im Falle eines Blackouts ist sogar Diesel und Benzin ein Mangelprodukt!

Der Zubau auf dem die PV-Anlage errichtet werden könnte, beinhaltet den Sitzungsaal und ist mit einem Flachdach (geringe Neigung: < 10°) ausgestattet. Es kann eine 2 kWp PV-Anlage in Richtung Süd-West installiert werden. Aus einer solchen PV-Anlage könnten bis zu 1.800 kWh/a Solarstrom erzeugt werden. Das entspricht ca. 10 % des Jahresstrombedarfs des Gebäudes (vgl. Abb. 5). Da auf diesem Flachdach eine Folie (1,5 mm, wurzelfest, UV-beständig) ausgelegt ist, welche nicht beschädigt werden darf, müssen die PV-Module durch ihr Eigengewicht verfestigt und dort installiert werden (Schienensystem).

A **B**



Abb. 55*:* Luftbild des Gebäudekomplexes vom Rathaus Neulengbach[101] **(a)** und Ansicht von Westen[102] **(b)**

[101] NÖ-Atlas, 2018.
[102] Foto: Stadtgemeinde Neulengbach, 2018.

Da im Falle eines Blackouts nur im Vorfeld selektierte Verbraucher genutzt werden, soll der überschüssige PV-Strom der Anlage für die Abend- und Nachstunden in einer Batterie gespeichert werden. Für einen ausfallsicheren Betrieb muss das System auch durch ein Notstromaggregat unterstützt werden, da immer damit gerechnet werden muss, dass die PV-Erzeugung über längere Zeiträume nicht ausreicht bzw. komplett ausbleibt (diverse Wettersituationen vor allem in den Wintermonaten). Das Notstromaggregat sollte aber immer nur dann zum Einsatz kommen, wenn weder die PV-Anlage noch die Batterie Energie zur Versorgung bereitstellen können.

Für eine möglichst langfristige Energieversorgung beim Blackout sollte vorab ein Energiemanagementsystem (EMS) installiert werden, welches die Energienutzung optimiert und den Stromverbrauch minimiert. Das EMS sollte in jedem Fall in der Lage sein sowohl mit der PV-Anlage als auch mit dem Notstromaggregat sowie den im Vorfeld definierten Verbrauchern, die während des Blackouts in Betrieb bleiben, kommunizieren zu können. Die Anlage muss in erster Linie den Eigenverbrauch abdecken, da durch Einspeisung in das Stromnetz keine wesentlichen Erträge erzielt werden können. Dadurch können auch Förderungen für PV-Anlagen auf kommunalen Gebäuden von EVN Kunden gelöst werden.[103]

Aus mehreren Gründen sollte diese Anlage auch mit einem Batteriespeichersystem kombiniert werden. Einerseits kann dieses Speichersystem dafür sorgen, dass der PV-Strom ausschließlich im Rathaus verwendet wird. Andererseits bietet der Speicher eine weitere Sicherheit im Falle eines Gebrechens am Stromnetz.

Folgenden Anforderungen muss das PV-Speichersystem entsprechen:

- 3-phasig Inselbetriebstauglich – da es anzunehmen ist, dass die Stromversorgung einzelner Gebäudeteile (Stockwerke, Abteilungen) auf unterschiedlichen Phasen erfolgt.

- USV taugliche Lösung, die das Laufen der Serveranlage im Falle eines Stromausfalls sicherstellt.

- Im Falle eines Netzausfalls muss ein Stromaggregat zum Rathaus überstellt werden. Bis dieses Aggregat in Betrieb genommen wird (voraussichtlich 1-2 Stunden), muss eine Übergangslösung zur Aufrechterhaltung der Stromversorgung vor Ort gegeben sein. Dieses Aggregat muss dann nach Betriebsaufnahme Strom in das Batteriesystem speisen können. Die Batterie wirkt in diesem Fall gegenüber dem Aggregat wie ein Puffer und federt die inhomogenen Frequenzen, die bei der Stromlieferung eines Aggregats erfahrungsgemäß auftreten können, ab. Dadurch wird ein ordnungsgemäßer Betrieb der Serveranlage sowie anderer sensibler Anlagen gesichert.

Aus heutiger Sicht sollte der Batteriespeicher eine Speicherkapazität von ca. 10 kWh haben.

Abb. 56 zeigt die Komponenten, die für die Schaffung einer Energiezelle notwendig sind. Es gilt zu beachten, dass das Gebäude in einem ersten Schritt vom Netz getrennt werden muss. Erst und nur dann kann das Prozedere zur Aktivierung der Energiezelle gestartet werden und erst dann kann die PV-Anlage in den Inselbetrieb übergehen. Die PV-Anlage muss ausreichend dimensioniert werden, um alle für den Fall eines Blackouts relevanten Verbraucher versorgen zu können. Des Weiteren muss sie mit einem inselbetriebsfähigen Wechselrichter ausgestattet sein. Die Aufgabe des Wechselrichters besteht darin, den Gleichstrom der PV-Anlage bzw. des Batteriespeichers in Wechselstrom umzuwandeln, um diesen für die relevanten Verbraucher verwertbar zu machen, wobei die maximal zur Verfügung stehende Energiemenge stark von der jeweiligen Tages- und Jahreszeit abhängt. Idealerweise gibt es ein Energiemanagementsystem, welches alle relevanten Verbraucher ansteuern bzw. mit dem Wechselrichter, dem Speicher und dem Notstromaggregat kommunizieren kann. Ergänzend sollte im Prozedere nicht nur eine Liste aller relevanten Verbraucher, sondern auch eine Prioritätenliste der Verbraucher verfügbar sein. Der Batteriespeicher soll Energie bereitstellen, wenn die PV-Anlage keine Energie erzeugt. Falls die Versorgung durch die Energie aus dem Batteriespeicher nicht ausreicht, soll diese durch das Notstromaggregat unterstützt werden. Die Dimensionierung der notwendigen Komponenten soll anhand der im Fall eines Blackouts verwendeten Verbraucher bzw. dem damit einhergehenden Verbraucherverhalten durchgeführt werden.

[103] NÖ Energie- und Umweltagentur GmbH, 2018.

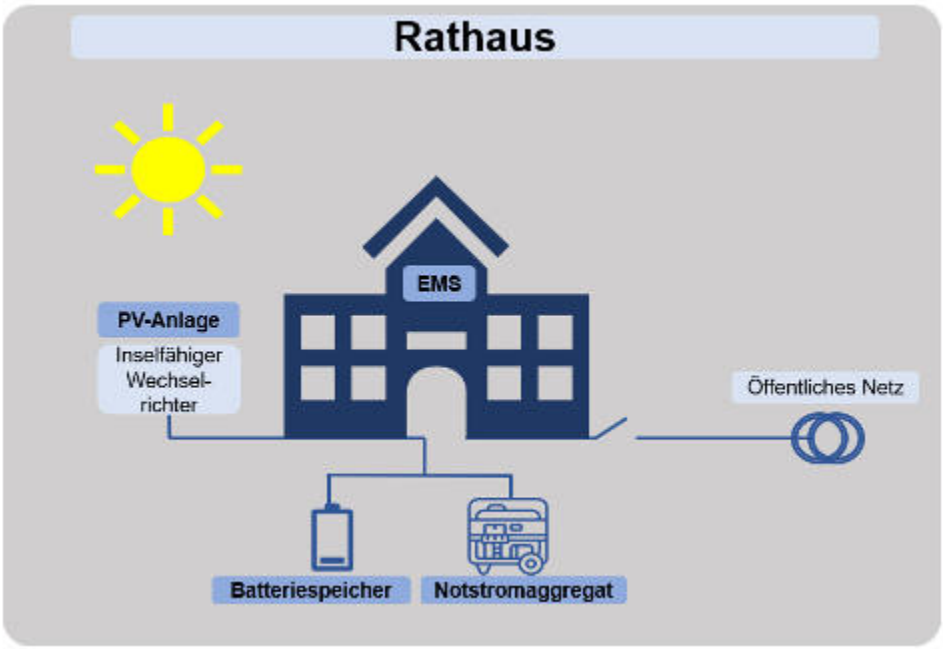


Abb. 56: Genutzte Komponenten im Fall eines Blackouts

Die Fa. *E-Box Off-Grid Powersystems* bietet Komplettsysteme an und kann hierbei individuell auf Kundenwünsche eingehen.[104]

Ergänzend sollen die notwendigen Schutzeinrichtungen für die Erzeugungsanlage gemäß TOR D4 aufgezeigt werden.

6.4.3.2 Schutzeinrichtungen gem. TOR D4

Die in Abb. 57 dargestellte Schutzeinrichtung, mit allen notwendigen Komponenten für den Betrieb der Erzeugungsanlage (im Netzparallelbetreib), muss bei der Erzeugungsanlage der Energiezelle installiert werden. Eine Schaltstelle (gemäß TOR D4 Pkt. 5) mit Trennfunktion und Lastschaltvermögen zum Erhalt der fünf Sicherheitsregeln gemäß ÖVE EN 50110-ist zwingend erforderlich.[105] Aus Gründen der Betriebsführung und Personensicherheit muss diese Schaltstelle für den Netzbetreiber jederzeit zugänglich sein. In Niederspannungsnetzen (400 V/230 V) kann die Schaltstelle entfallen, wenn der Wechselrichter mit einer max. Nennscheinleistung von 30 kVA am Netzanschlusspunkt über eine selbsttätig wirkende Freischaltstelle gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 verfügt.[105]

Die Entkupplung stellt eine allpolige galvanische Trennung der Erzeugungsanlage vom Netz dar. Diese kann entweder auf der Nieder,- oder der Mittelspannungsseite installiert werden und muss im Einvernehmen mit dem jeweiligen Netzbetreiber festgelegt werden. Im Störfall muss diese Entkupplung elektrisch unverzögert auslösen und eine allpolige Abschaltung bewirken. Die Dimensionierung der Entkupplungsstelle ist von der maximal zu erwartenden Kurzschlussleistung abhängig, die im Wesentlichen von der Erzeugungsanlage selbst und dem öffentlichen Netz abhängt.[58] Es muss gemäß den erweiterten Sicherheits- und Schutzbestimmungen, im Fall eines Netzausfalls und Inselbetriebes, auf ein asynchrones Wiederzuschalten geachtet werden.

[104] E-Box Off-Grid Powersystems, 2018.
[105] E-Control, 2016.

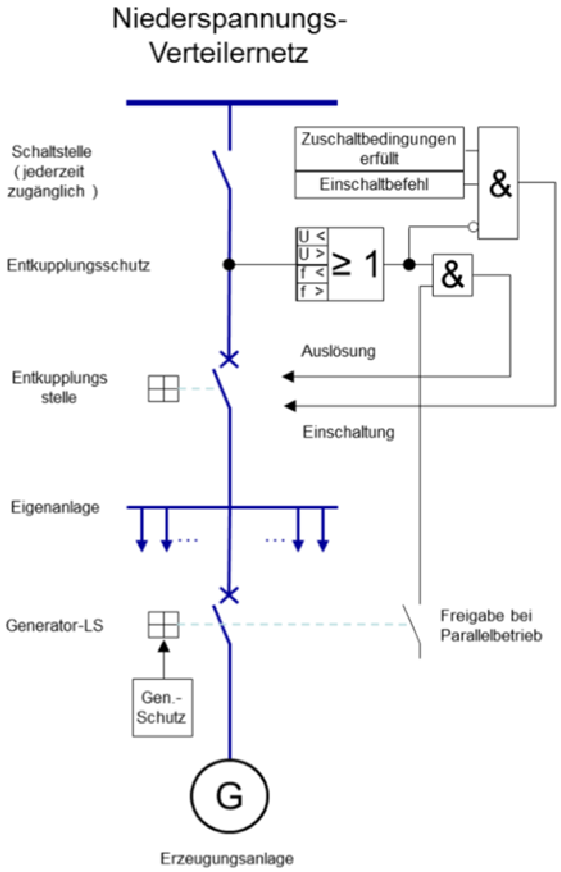


Abb. 57: Ausführung der Entkupplung bei Energieerzeugungsanlagen gemäß TOR D459[105]

7 Die Burg Neulengbach als Speicher

In diesem Kapitel wird aufbauend auf dem Ist-Zustand der Burg Neulengbach ein Nutzungsszenario der Burg entwickelt. Für dieses Szenario werden Strom- als auch Heizlastgänge unter Berücksichtigung verschiedener Einsparmöglichkeiten in Form von Sanierungsmaßnahmen erzeugt.

Die Sanierungsmaßnahmen werden auch aus monetärer Sicht begutachtet. Weiteres werden sowohl Möglichkeiten von Strom- und Wärmespeichern diskutiert. In einem ersten Smart Grid wird die, in Kapitel 6.3.1.2.1 vorgeschlagene, PV-Anlage aus Solardachziegeln am Dach der Hochburg mit einem Batteriespeicher zur Versorgung von Hochburg, Vorwerk und Schlössl kombiniert. Der Speicher wird aus wirtschaftlicher Sicht ausgelegt. Anschließend wird noch ein innovatives Smart Grid auf Gleichstrombasis vorgestellt, das auch für die Stadtgemeinde einen Mehrwert bringen soll.

7.1 Geschichte der Burg

Die Geschichte der Herren von Lengenbach, die namensgebend für die Burg und den sie umgebenden Ort waren, reicht bis um die Mitte des 10. Jahrhunderts zurück. Das erste „Veste Haus“ errichteten sie im nahegelegenen Altlengbach. 1190 jedoch begann das hochfreie Geschlecht unter Otto III. sich auf dem schmalen Zwiesel zwischen den Bächen Anzbach und der Großen Tulln in Neulengbach niederzulassen.

Die im Stil einer Längsburg errichtete ursprüngliche Hochburg ist heute architektonisch noch gut im Mauerwerk erkennbar: Beim Aufgang zum heutigen Renaissanceschloss (Hochburg / 4.000 m²) wird der mittelalterliche Kernbau sichtbar. Am südlichen Ende des Felsrückens steht der Südwest-Turm, am anderen Ende der Nordwest-Turm. Der Südwest-Turm verfügt heute noch über stattliche Maße mit einer Mauerdicke von 3,45 und 12,50 m Seitenlänge. Die gesamte Anlage mit den beiden Türmen und dem Palas als Wohnbereich muss recht bescheiden, aber nicht untypisch für die damaligen Verhältnisse gewesen sein. Einzigen Glanzpunkt könnte der Rittersaal mit feinen Wandteppichen, tanzenden Kerzen, bunten Gläsern und dergleichen dargestellt haben. Immerhin war Otto III. von Lengenbach (1130-1192) Domvogt von Regensburg. Am Höhepunkt der Macht verfügten die Lengenbacher über etwa 20 Burgen. Nach dem Aussterben der Familie 1236 wurde der Besitz für kurze Zeit landesfürstlicher Besitz und von den Babenbergern verwaltet, die Minnesänger wie Ulrich von Liechtenstein, Neidhardt von Reuenthal und Gottfried von Totzenbach willkommen hießen. Später wurden Burg und Burgberg von Ministerialen verwaltet, die sich ebenfalls „von Lengenbach“ nannten, nicht aber mehr den Rang einer Hochfreiheit innehatten. Ab dem frühen 14. Jahrhundert wurden Pfleger eingesetzt. Erst ab 1573 kam es zur entscheidenden Veränderung im historischen Geschehen des Burgenlebens: Der aus Südtirol stammende Freiherr Khuen von Belasi kaufte die Burganlage und ließ aus dem mittel- bzw. spätmittelalterlichen Bau ein Renaissanceschloss errichten. Dafür benötigte er aber mehr Platz als der Burgfelsen naturgemäß bot. Um den Bau verwirklichen zu können, mussten zuvor im Osten spezielle kasemattenartige Unterbauten errichtet werden. Danach konnte der Boden im ehemaligen Burghof aufgeschüttet werden. Ab diesem Zeitpunkt verfügte der Bau über beide Funktionen: Die ehemalige Kernburg diente der Wehrfunktion, das Schloss entsprach dem Wohncharakter der Renaissance. Die gesamte Anlage wurde damals bereits von einer 540 m langen Ringmauer mit acht Scharwachtürmen umgeben.

Unter den nachfolgenden Besitzern ist vor allem Sidonie, Gräfin von Palffy, geborene Prinzessin Liechtenstein, zu erwähnen. Während ihr Mann die Verteidigung der Stadt Wien bei der Schanze im Wienerwald hielt, verteidigte sie mit wenig Mann Besatzung das Schloss, indem sie das Dach abdecken und heißes Pech von der Burgmauer auf die angreifenden osmanischen Krieger gießen ließ. (Was mitunter kritisch zu betrachten ist, da die Herstellung größerer Mengen Pech sehr kostspielig war.) Darüber hinaus setzte die Gräfin Lärmmaschinen zur Verteidigung der Burganlage ein. Ihr Denkmal findet sich am Eingang beim Alten Rathaus in der Stadt. Nach den Bartolottis-Bartenstein gelangte das Schloss in den Besitz des Karl Abraham Wetzlar von Plankenstern, dem „Millionenmann“ von Wien, der unter anderem sich das so genannte „Dreilauferhaus“ (heute: Looshaus) in unmittelbarer Nähe zu seinem Dienstgeber Kaiser Joseph II. zur Hofburg erbauen ließ. Der durch Kriegs- und Kreditgeschäfte reich gewordene Plankenstern erwarb die Neulengbacher Anlage aber nicht zu Wohnzwecken, der Ort diente als profitabler Abschreibposten und wurde an die Kaserne Kempen vermietet. Besondere Glanzlichter brachte Ende des 18. Jahrhunderts die Familie des Moritz Graf Fries, ein eifriger Kunstsammler und noch größerer Mäzen. Er veranlasste die Bepflanzung des bis dahin kahlen Burgberges (Catalpa im Innenhof). Sein botanischer Garten reichte bis zur heutigen Umfahrungsstraße von Neulengbach. Aus dem ehemaligen herrschaftlichen Badehaus wurde ein privates Wohnhaus, die Frieskapelle liegt unmittelbar daneben (Weinheberstraße). Am Ende seines Lebens war Graf Fries bankrott und die Burg- und Schlossanlage wechselte erneut den Besitzer. Für fast einhundert Jahre war es Jagdschloss der Familie Liechtenstein. Doch im Jänner 1912 richtete ein Brand

ungeheuren Schaden im Dachstuhl der Hochburg an. Viel von der Einrichtung wurde zerstört. Die nun kommenden Jahre sind entwicklungsgeschichtlich weniger spektakulär – 1920 verkauften die Liechtensteiner die Anlage an die Gemeinde Wien, welche die Dächer restaurieren ließ und ein Lehrlingserholungsheim installierte. Im 2. Weltkrieg befand sich in der Burg eine Ausbildungsstätte der Wehrmacht, später ein Lazarett. 1952 folgte der Schlossverein von Neulengbach als Nachfolger.

a **b**



Abb. 58: (a) Burg Neulengbach (1672)[106] **(b)** Burgbrand (1912)[107]

Seit 1962 befindet sich die Burg- und Schlossanlage im Besitz der Familie Wakonig. Mit ihrer Zustimmung gab es seit Mitte der 70er Jahre unterhaltsame Theatersommer, Martinsfeiern und viele Burgführungen mit interessierten Gästen.

Trotz der wechselhaften Geschichte galt und gilt die Burg seit ihrem Bestehen als Herzstück und von weitem sichtbarem Wahrzeichen der Wienerwaldregion und der Stadt Neulengbach.



Abb. 59: Burg Neulengbach heute (im Vordergrund das Vorwerk, in der Bildmitte die Hochburg, im Hintergrund das Schlössl umgeben von der Burgmauer und dem Schlosswald)[108]

[106] Bild: Vischer Topografie
[107] Bild: Stadtgemeinde Neulengbach

7.2 Aufbau der Burg

Die Daten der Burganlage, vor allem für die Berechnung der Heizlast, konnten teilweise aus vorhandenen Plänen entnommen werden. Einzelne Ausschnitte dieser Pläne sind in den Kapiteln 7.2.1 bis 0 zu sehen. Weiters wurde am 28. Februar 2018 die gesamte Burganlage begangen und eine detaillierte Bestandserhebung durchgeführt.

7.2.1 Hochburg

Die Hochburg ist ein vierkantiger, drei- bis viergeschossiger Bau, der im Grundrissgefüge des Erdgeschosses deutlich den mittelalterlichen Kernbau vom Renaissancebau unterscheidet. Der Südwestturm dürfte der Burgfried gewesen sein. Er ist von etwas verzogenem quadratischem Grundriss, der kleine Nordwestturm ist dagegen quadratisch. Zwischen den beiden Türmen erstreckt sich der Palais mit zwei Räumen im Erdgeschoss (vgl. Abb. 60). Die 3 mittelalterlichen Bauteile sind durch eine 2 m dicke Wehrmauer, die durch spätere Zubauten überbaut worden ist, im Westen verbunden. Sie stellt die noch erhaltene Ringmauer dar. Da es über dem steilen Felsabhang erbaut wurde, erhielt es kasemattenartige Unterbauten. Dieser Teil besteht aus 2 Trakten, die unmittelbar an die mittelalterlichen Bauteile angebaut wurden und in bastionartigen Ecktürmen im Südosten und Nordwesten münden, die ihrerseits durch einen gewölbten dreigeschossigen Wehrgang mit dem ravelinartigen trapezförmigen vorspringenden Mittelteil verbunden sind. Der Wehrgang läuft zum mittelalterlichen Bau zurück und umschließt somit drei Hofseiten. Die sind im Erdgeschoss in Arkaden auf toskanischen Doppelsäulen aufgelöst. Zwei doppelarmige Haupttreppen liegen symmetrisch neben den mittelalterlichen Türmen, während sich in den Bastionstürmen Wendeltreppen befinden. Die Lücke zwischen Türmen und Palas wurde baulich zu einer Einheit mit dem Renaissanceschloss verbunden. Durch die starken Um- und Zubauten sowie den Mörtelverputz ist die bautechnische Substanz des mittelalterlichen Baues schwer zu erkennen und zu datieren. Torbogen und Pfeiler im Palas bestätigen, dass die Burg im 14. Jahrhundert in dieser Form bestanden hat. Für den Renaissancebau kann frühestens das Jahr 1577 als Baubeginn angenommen werden.

Die gesamte Hochburg hat in etwa eine Nutzfläche von 4.000 m², wobei real etwa 3.500 m² zur Nutzung vorgesehen werden (vgl. Tab. 18).

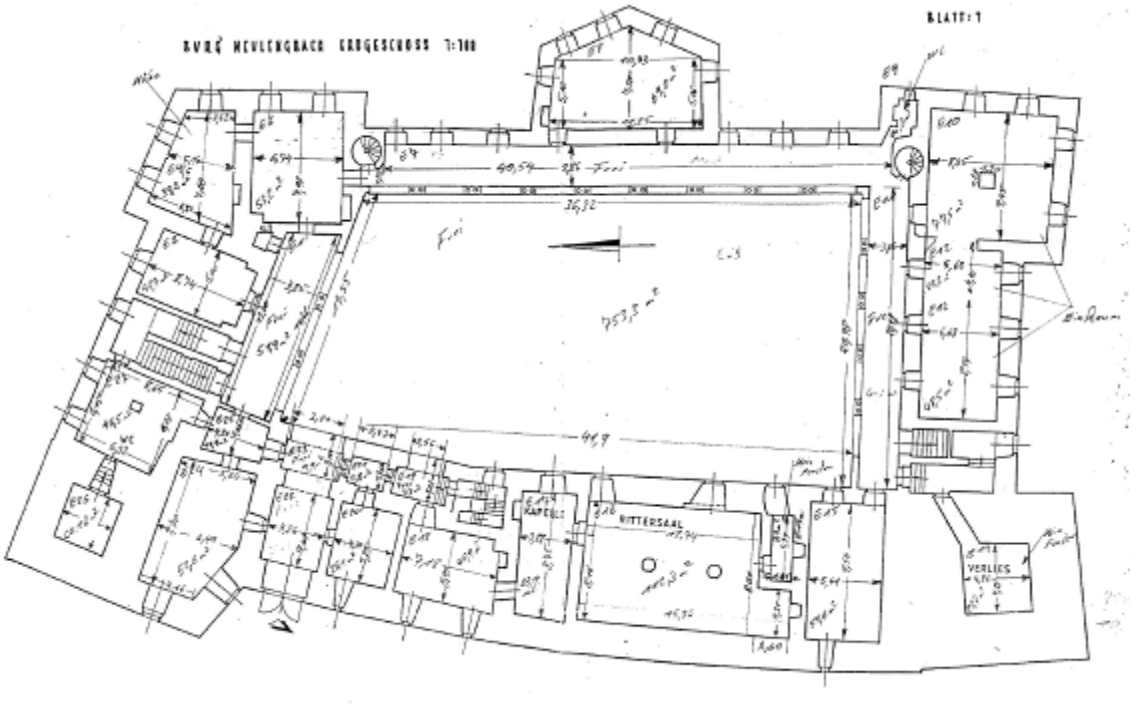


Abb. 60: Hochburg EG

[108] meinbezirk.at, 2011.

7.2.2 Vorwerk

Das Vorwerk befindet sich im südwestlichen Bereich der Hochburg. Die beiden angrenzenden Wehrtürme sind Teil der Burgmauer. Das Vorwerk besteht aus dem Kellergeschoss (125 m²), dem Erdgeschoss (275 m²), dem Obergeschoss (464 m²) (vgl. Abb. 61) und dem Dachgeschoss (464 m²), welches mit der Erneuerung des Dachstuhls und der Neudeckung in den letzten Jahren grundlegend saniert wurde (Abb. 62).

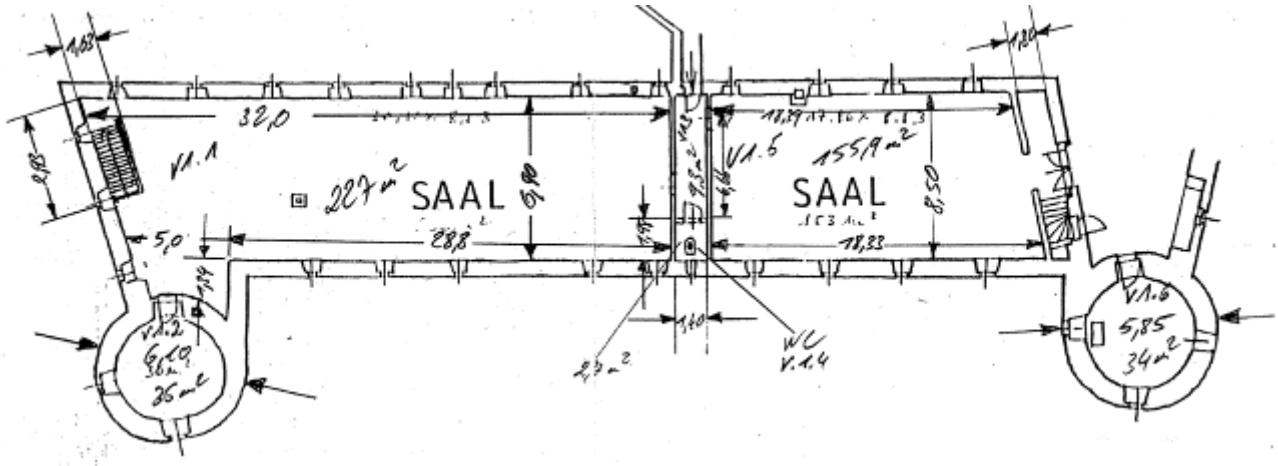


Abb. 61: Vorwerk OG



Abb. 62: Neues DG Vorwerk[109]

[109] Sitte, C., 2018.

7.2.3 Schlössl

Das Schlössl befindet sich im nördlichen Bereich der Hochburg und besteht aus einem Erd- und Obergeschoss (Abb. 63). Das Dachgeschoss kann nicht genutzt werden. Sowohl EG als auch OG haben eine Nutzungsfläche von jeweils 450 m².

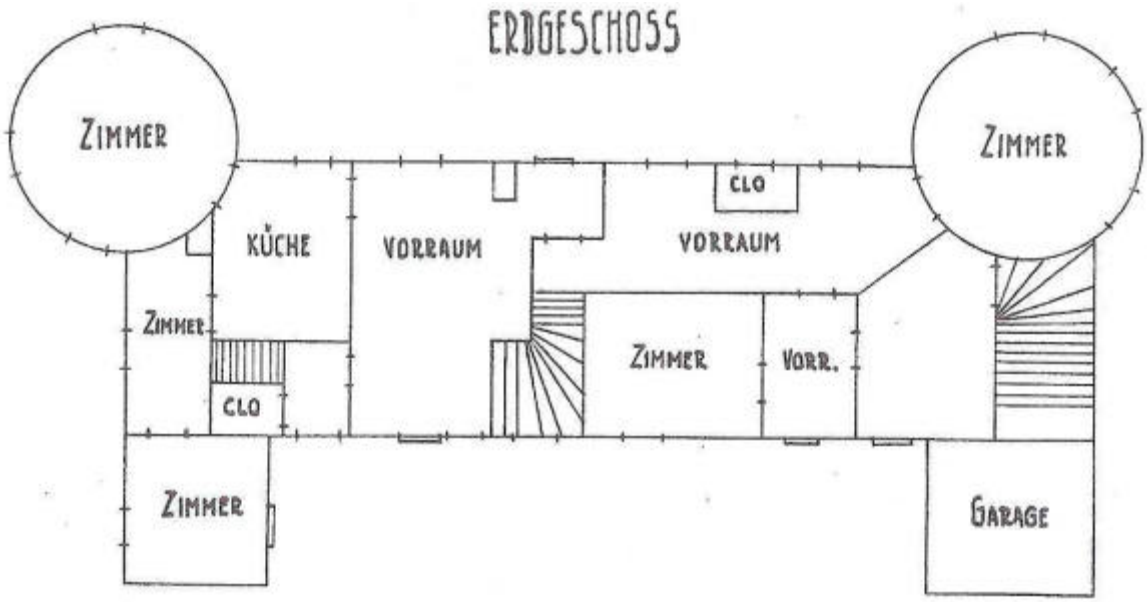


Abb. 63: Schlössl EG

7.3 Szenarien

Für die Erstellung der Strom- und Heizlastgänge wurde nach Absprache mit dem Burgbesitzer und dem *Personenkomitee Burg 2025* ein realistisches Nutzungsszenario der Burg Neulengbach, bestehend aus der Hochburg, dem Vorwerk und dem Schlössl zusammengestellt. Während die Heizlastrechnung (Kapitel 0) auf die gesamte Nutzungsfläche bezogen wurde, wurde angenommen, dass sowohl die Nutzung des Ober- als auch des Dachgeschosses des Vorwerks keinen Strombedarf zur Folge hat.

Das Nutzungsszenario wurde von den Beiträgen aus dem Ideenwettbewerb, der im Jahr 2016 vom Personenkomitee Burg 2025 ausgerufen wurde, abgeleitet.

Tab. 18: Szenario zur Nutzung der Burg Neulengbach

Hochburg			**Schlössl**		
EG	Ausstellungsräume	1.045 m²	EG	Hotel	450 m²
OG1	Büros	1.120 m²	OG	Hotel	450 m²
OG2	Büros	1.300 m²			
Vorwerk					
EG	Café	275 m²			
OG	unbestimmt	464 m²			
DG	unbestimmt	464 m²			

7.4 Heizlast und Heizwärmebedarf

Dieses Kapitel befasst sich mit der Ermittlung der Heizlast des Heizwärmebedarfs für die gesamte Burganlage (Hochburg, Vorwerk, Schlössl), sowie mit der Analyse verschiedenster Dämm- und Sanierungsmaßnahmen, um die Heizlast zu verringern und somit einen wirtschaftlichen Betrieb der Burganlage zu ermöglichen. Diese Maßnahmen wurden hinsichtlich ihres Einsparpotentials und ihrer Umsetzbarkeit (Stichwort Denkmalschutz) beurteilt und gegenübergestellt. Weiters stellt der Heizwärmebedarf die Basis für den Vergleich von verschiedenen Heizsystemen dar, die als mögliche Option für die Beheizung der Burganlage identifiziert wurden. Zurzeit ist die gesamte Burganlage unbeheizt. Es besteht sowohl keine intakte zentrale/dezentrale Wärmeversorgung, auch keine die sanierbar wäre. Aus diesem Grund muss das gesamte Heizsystem geplant und neu installiert werden.

7.4.1 Berechnungsmethode und Rahmenbedingungen

Die Berechnung der Normheizlast wurde nach der zum Projektstart gültigen Norm ÖNORM EN 1283(mit 15.01.2018 durch ÖNORN EN 12831-ersetzt) durchgeführt. [110] Da die spätere Nutzung der einzelnen Räumlichkeiten zum heutige Zeitpunkt noch nicht im Detail feststeht, wurde jedem Raum eine Norm-Innentemperatur von 20 °C zugrunde gelegt, es wurde demnach auf eine verschiede Nutzung der einzelnen Geschosse laut Tab. 18 nicht eingegangen. Somit vereinfacht sich die Berechnung dahingehend, dass keine Wärmeflüsse zwischen beheizten Räumen zu berücksichtigen sind und damit jedes Stockwerk als eine homogene Zone angesehen werden kann. Die Norm-Außentemperatur beträgt für den Standort Neulengbach -14 °C.[111]

Der Berechnung liegt die Annahme zu Grunde, dass sämtliche Räumlichkeiten im EG, OG und OG 2 genutzt und damit auch beheizt werden. Sollte entschieden werden zu Beginn der Wiederbelebung nur einzelne Räumlichkeiten der Burganlage zu nutzen/beheizen, muss die Berechnung dahingehend adoptiert werden. Die wesentlichen Verluste setzen sich aus den Transmissionsverlusten an die Umgebung (Wände, Fenster) und an unbeheizte Nachbarräume (Dachboden, Keller) sowie aus den Ventilationsverlusten (Fester bzw. Mindestluftwechsel) zusammen. Die zur Ermittlung dieser Verluste benötigten geometrischen Daten wurden soweit wie möglich aus alten Plänen übernommen und im Zuge einer Begehung der Burganlage weitestgehend vervollständigt. Die Begehung hat außerdem gezeigt, dass die verwendeten Baustoffe aufgrund des historischen Wachstums der Burg zwischen den verschiedenen Baustufen, z.T. aber auch innerhalb einzelner Wände, variieren. Das ist beispielhaft in Abb. 64 anhand des Vorwerks dargestellt. Man erkennt deutlich, dass einerseits nur Teile der Wände verputzt wurden und andererseits im Turm bereits gebrannte Ziegel verbaut sind, während der untere Teil der Mauer hauptsächlich aus Sandstein besteht. Da eine exakte Beurteilung der Beschaffenheit aller Wände (vor allem jener die verputzt sind) mit einem sehr großen Aufwand verbunden ist, wurde beschlossen für die Hochburg und das Vorwerk von einer homogenen Sandsteinwand auszugehen, da diese Baustoffe im jeweiligen Fall bei weitem den größten Anteil ausmachen. Beim Schlössl, wo der Ziegelanteil weit höher ist, wurde eine Mischung der beiden Baustoffe mit einer Wärmeleitfähigkeit von 1,4 W/m angenommen.

Weiters hat die Begehung gezeigt, dass sich, vor allem in der Hochburg, die Fenster zum Teil in sehr desolatem Zustand befinden. Bei einigen Fenstern ist der Rahmen so stark verzogen, dass ein richtiges Schließen quasi nicht mehr möglich ist. Bei anderen Fenstern sind Scheiben gesprungen oder weisen Löcher auf. Generell kann daher ein Tausch bzw. eine Restauration der Fenster vor der Wiederbelebung der Burganlage dringend empfohlen werden, zumindest aber müssen die gröbsten Schäden behoben werden. Für die Berechnung wurden daher sowohl die Transmissions- als auch die Ventilationsverluste durch die Fenster relativ hoch angesetzt. Da aber eine Berechnung für kaputte Fenster als nicht zielführend erachtet werden kann, wurde der Ermittlung des Heizwärmebedarfs für den Ist-Zustand eine Reparatur der gröbsten Schäden (gebrochene Scheibe, etc.) zugrunde gelegt.

Im unsanierten/ungedämmten Zustand spielt also die Gewährleistung des Mindestluftwechsels keine Rolle, da sich ein Vielfaches davon ohnehin von selbst über die Bausubstanz einstellt. Neben einem niedrigen Grad der Luftdichtheit wirkt sich weiters die ausgesetzte Lage der Burg auf dem Burghügel und Tatsache, dass es sich bei Neulengbach um eine windreiche Gegend handelt negativ auf die Verluste aus.

---

[110] Burkhardt, W., Kraus, R., 2011.
[111] Technische Universität Graz, 2018a.



Abb. 64: Foto Vorwerk – Veranschaulichung des variierenden Zustands des Mauerwerks[112]

Eine zusätzliche Aufheizleistung für einen unterbrochenen Heizbetrieb wurde vorerst nicht berücksichtigt. Sollte allerdings, entgegen der aktuellen Planung, die Burganlage nicht dauerhaft, sondern nur gelegentlich für Veranstaltungen genutzt werden, müssen hierfür zusätzliche Kapazitäten vorgesehen werden.

Eine Zusammenfassung der wesentlichen Parameter, die der Heizlastberechnung zugrunde liegen, sind in Tab. 19 angeführt:

Da die Wandstärken sehr stark variieren (von über 4 m bis zu 0,5 m) werden diese sowie die Wand- und Bodenflächen an dieser Stelle nicht im Detail angeführt. Diese Werte können den Plänen des jeweiligen Gebäudes entnommen werden.

Tab. 19: Auszug der wichtigsten Parameter der Heizlastberechnung

Parameter	*Wert*	*Einheit*	*Anmerkung*
Norm-Innentemperatur[110]	20	°C	
Norm-Außentemperatur	-14	°C	
Wärmeleitfähigkeit Sandstein[113]	2,9	W/(m·K)	Wände Hochburg & Vorwerk
Wärmeleitfähigkeit Vollziegel[114]	0,76	W/(m·K)	z.T. Wände Schlössl (1,4 W/(m·K))
Wärmeleitfähigkeit Beton[114]	2,1	W/(m·K)	Decke Burg
Wärmeleitfähigkeit Holz[114]	0,2	W/(m·K)	Decke Vorwerk, Schlössl
Wärmedurchgangskoeffizient Fenster[115]	5,8	W/(m²·K)	
Wärmeübergangskoeffizient innen[116]	7,7	W/(m²·K)	
Wärmeübergangskoeffizient außen[116]	25	W/(m²·K)	
Wärmeübergangskoeffizient Fußboden/Decken[116]	8,1 5,8	W/(m²·K)	oben nach unten unten nach oben
Grad der Luftdichtheit der Gebäudehülle[110]	9	1/h	Fenster
Abschirmklasse[110]	0,05	-	

[112] Truschnig, H., 2018.
[113] Tockner, A., 2012.
[114] Technische Universität Graz, 2018b.
[115] Energieinstitut-Hessen, 2017.
[116] Schweizer, A., 2018.

7.4.2 Ergebnis

Das Ergebnis aus der oben beschriebenen Berechnung ist in Abb. 65 für alle drei Gebäude, unterteilt auf die einzelnen Stockwerke, dargestellt. Insgesamt ergibt sich damit eine Normheizlast von 800 kW, die sich wie folgt aufteilt: Vorwerk 126 kW, Hochburg 544 kW und Schlössl 129 kW. Wie zu erwarten war entfällt der größte Anteil der Heizlast auf die Hochburg. Beim Vorwerk und beim Schlössl liegt sie bei einer ähnlichen Größenordnung.

Es zeigt sich, dass trotz schlecht gedämmter Fenster der Großteil der Wärme durch Transmission und nicht durch Ventilation an die Umgebung verloren geht. Die relativ schlechten Dämmeigenschaft von Sandstein tragen dazu einen wesentlichen Teil bei. Weiters zeigt sich, dass die Wärmeverluste im obersten Stockwerk um einiges höher sind als in den unteren. Die Differenzen zwischen diesen Stockwerken sind Großteiles die Verluste, die über die Decke an den Dachboden auftreten. Bei dieser handelt es sich in der Hochburg um eine ungedämmte Betondecke, im Schlössl um eine alte Holzdecke aus lose neben einander gelegten Holzbrettern und beim Vorwerk um eine neue Holzdecke aus dem Jahr 2009. Holz hat zwar wesentlich bessere Dämmeigenschaften als Beton, allerdings besteht die Decke beim Schlössl aus relativ dünnen Holzbrettern, bei denen vor allem in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Brettern zusätzliche Verluste auftreten. Beim Vorwerk hingegen ist die Decke und deren thermische Eigenschaften auf Grund des neuen Dachstuhls als sehr gut zu beurteilen. Die Differenz zwischen Erdgeschoss und Obergeschoss ist hier nur deshalb größer als beim Schlössl, da aufgrund der Bauweise des Vorwerks das Obergeschoss etwa doppelt so groß wie das Erdgeschoss ist.

Die höheren Verluste des ersten Stocks der Hochburg im Vergleich zum Erdgeschoss beruhen auf der Tatsache, dass einerseits weit mehr Fenster im ersten Stock verbaut sind und außerdem darauf, dass die Außenwände der Burg nach oben hin in der Stärke kontinuierlich abnehmen. Das wiegt in diesem Fall sogar die Verluste des Erdgeschosses an den Keller (nur teilweise unterkellert) der Hochburg auf.

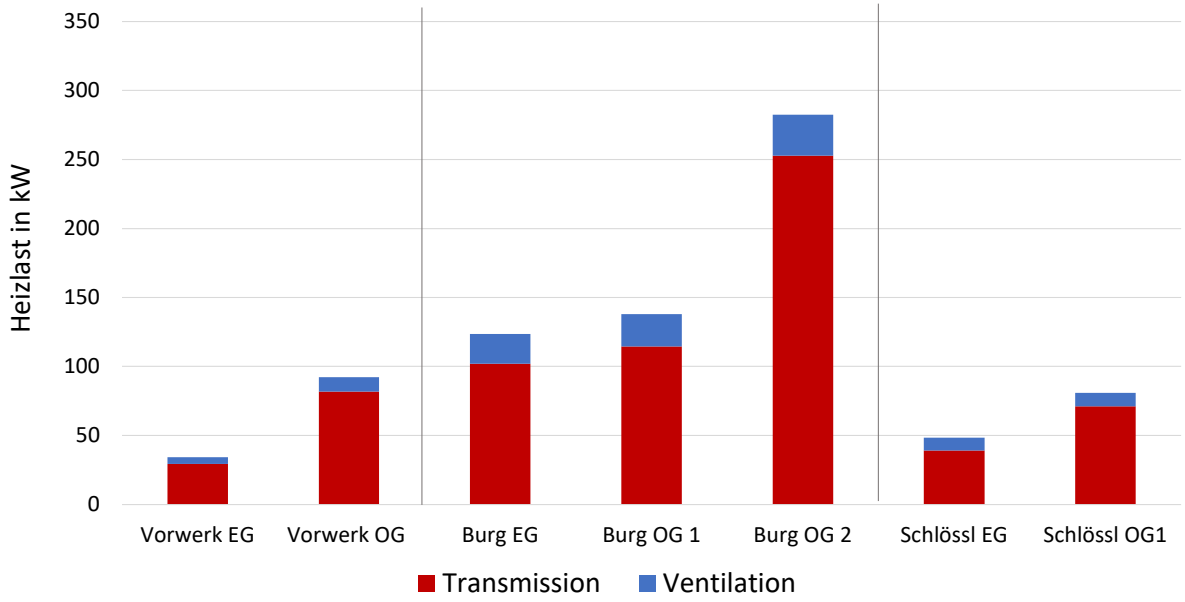


Abb. 65: Norm Heizlast der gesamten Burganlage ohne zusätzlichen Dämmmaßnahmen

7.4.3 Einsparungen, Dämmungen

Basierend auf der Heizlastberechnung des Ist-Zustands wurden verschiedene Dämmszenarien betrachtet und hinsichtlich deren Einsparungspotenziale analysiert. Dabei wurden eine Deckendämmung des Dachbodens sowie eine Fensterrenovierung bzw. ein Fenstertausch als die vielversprechendsten Dämmmöglichkeit identifiziert. Darüber hinaus werden ebenfalls die Auswirkungen einer Innenhofüberdachung auf die Heizlast betrachtet. Diese Überdachung ist nicht rein zur Reduktion des Heizwärmebedarfs angedacht, sondern soll in Kombination mit transluzenten Solardachziegeln und einem Erdreichspeicher zur Speicherung der anfallenden thermischen Energie als Gesamtkonzept gesehen werden. Dieses Konzept ist in 7.4.3.3 ausführlich beschrieben.

Eine klassische Dämmung der Außenwände kommt in diesem Fall aufgrund der mit Denkmalschutz verbundenen hohen Auflagen nicht in Frage und wird daher im Weiteren auch nicht thematisiert, auch wenn diese aus rein energetischer Sichtweise ein hohes Einsparungspotential aufweisen würde. Von einer Innenwanddämmung wird ebenfalls abgesehen, da damit die Speichermasse der dicken Burgwände „weggedämmt" werden würde, was zu einer signifikanten Verschlechterung des Innenraumklimas (Stichwort Barackenklima) und der damit verbundenen Behaglichkeit führen würde.

Weiters ist darauf hinzuweisen, dass die für die berechneten Szenarien ausgewählten Dämmmaßnahmen zwar nach besten Wissen und Gewissen auf deren Vereinbarkeit mit dem Denkmalschutz beurteilt wurden, dies aber nicht eine Bestandsaufnahme des Bundesdenkmalamtes ersetzt und damit auch keine Garantie für eine Bewilligung durch diesem gegeben werden kann. Generell hängt ein positiver Bescheid stark von der Detailplanung der behandelten Maßnahmen ab, die in weiterer Folge durchzuführen sind, sollte die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen angestrebt werden.

7.4.3.1 Deckendämmung

Als relativ unproblematisch hinsichtlich des Denkmalschutzes kann eine Deckendämmung des Dachbodens eingestuft werden, da diese von außen nicht einsehbar ist und somit keine Auswirkungen auf das Erscheinungsbild der Burganlage hat. Außerdem zeigt sich beim Vergleich der obersten Stockwerke mit den darunter liegenden bereits auf den ersten Blick, dass eine solche Dämmung ein hohes Einsparungspotenzial aufweist. Die Berechnung dieses Potentials wurde einerseits mit einer handelsüblichen EPS Hartschaumdämmplatte, sowie alternativ mit einer Strohballendämmung durchgerechnet. Als Hartschaumplatte wurde eine Platte mit einer Dicke von 26 cm und einem U-Wert von 0,112 W/(m²·K) gewählt, die sich damit hinsichtlich der Dämmeigenschaften im oberen Segment der verfügbaren Dämmplatten befindet.[117] Da es bezüglich der Dicke der Dämmplatten keine Einschränkungen bei den betrachteten Gebäuden gibt, wurde diese Stärke gewählt. Weiters wurde angenommen, dass die Dämmplatten auf der gesamten Dachbodenfläche aufgebracht werden. Auf der Betondecke der Hochburg kann das Aufbringen der Dämmplatten wie auch der Strohballen als unproblematisch angesehen werden. Im Falle des Schlössls dürften vor allem bei einem Einbau der Dämmplatten Vorarbeiten anfallen, da die hier verbaute Holzdecke, die aus lose aneinandergelegten Brettern besteht, zum Teil die Anforderungen an die Beschaffenheit des Untergrunds (Ebenheit etc.) die zum Verbau der Dämmung notwendig ist nicht erfüllen dürfte. Im Vorwerk könnte die Dämmung ohne Probleme auf den sanierten Dachboden angebracht werden, allerdings stellt sich hier die Frage der Vereinbarkeit mit der geplanten Nutzung des Dachbodens. Auch wenn die Platten beschädigungsfrei begehbar sind und auf Strohballen Trittschutzplatten aufgebracht werden können, sind wohl beide Optionen nur bedingt für ein regelmäßiges Begehen oder gar für eine Nutzung des Dachbodens für Veranstaltungen geeignet. Eine Alternative wäre in diesem Fall eine Dämmung der Dachschrägen, allerdings würde sich das wiederum negativ auf die Optik des Dachbodens auswirken, die im Falle der Nutzung für Veranstaltungen einen wesentlichen Aspekt darstellt. In Abb. 66a ist eine Dämmung mit EPS Hartschaumdämmplatten und in Abb. 66b die Variante mit Strohballen dargestellt.

Die Ergebnisse der Berechnung bei einer Dämmung mit 26 cm dicken EPS Hartschaumplatten sind in Abb. 67 dargestellt. Die Resultate mit Deckendämmung (Vordergrund) sind dabei jener der ungedämmten Ausgangssituation (transparent – Hintergrund) gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass damit die Heizlast signifikant reduziert werden kann. In absoluten Zahlen liegt das größte Einsparpotential bei der Hochburg, bei der diese Dämmmaßnahme auch am leichtesten umsetzbar ist. Konkret beträgt das Einsparungspotential wie in Tab. 20 ersichtlich 25 kW beim Vorwerk, 11kW bei der Hochburg und 33 kW beim Schlössl, womit sich ein Gesamteinsparpotential von 169 kW ergibt.

Wird anstatt der EPS Hartschaumplatten eine Strohballendämmung verbaut, ergibt sich bei der Verwendung der dafür üblichen 36 cm hohen Strohballen ein ähnliches Ergebnis (± 5 kW). Zugrunde gelegt ist dieser Berechnung dabei eine Wärmeleitfähigkeit von 0,0456 W/(m·K) die sich aus Messungen der Technischen Universität Wien nach ÖNORM B 6015 ergeben hat. Darin ist auch bereits ein Feuchtezuschlag von 20 % enthalten. Generell zeigt der Bericht auf, dass bei Verwendung von entsprechend dicht gepressten Strohballen mit einem geringen Kornanteil und dem richtigen Einbau dieser Ballen eine Strohballendämmung sehr gute Eigenschaften aufweist. Neben den ökologischen Vorteilen und den guten Dämmeigenschaften weist sie auch entgegen vielen öffentlichen Klischees eine gute Brand- und Schädlingsbeständigkeit auf.[118]

---

[117] alpor Dämmstoffe GmbH, 2018.
[118] Wimmer, R, Hohensinner, H., Janisch, L., Drack, M., 2001.

a



b



Abb. 66: (a) Dämmung mit EPS Hartschaumdämmplatte[117] **(b)** Dämmung mit Strohballen[119]

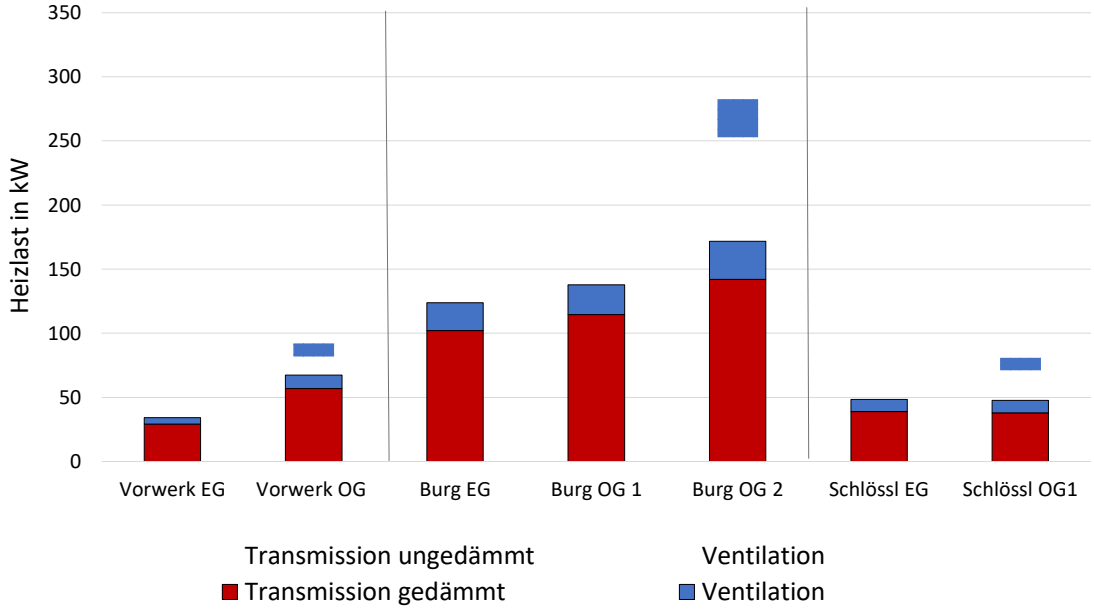


Abb. 67: Norm Heizlast der gesamten Burganlage mit Deckendämmung

Zusätzlich zur Reduktion der Heizlast ist in Tab. 20 auch die zu erwartende Reduktion des Heizwärmebedarfs aufgrund der Deckendämmung eingetragen. Der benötigte Heizwärmebedarf wurde anhand der ermittelten Heizleistung und der mittleren Temperaturen für St. Pölten für den Zeitraum eines Jahrs abgeschätzt.

Tab. 20: Einsparungspotential bei einer Deckendämmung mit EPS Hartschaumplatten

	Heizlast in kW			Heizwärmebedarf in MWh/a		
Gebäude	ungedämmt	gedämmt	Einsparung	ungedämmt	gedämmt	Einsparung
Vorwerk	126	102	**25**	323	260	**63**
Hochburg	544	433	**111**	1.400	1.116	**284**
Schlössl	130	96	**33**	340	257	**83**
gesamt	**800**	**631**	**169**	**2.063**	**1.633**	**430**

[119] Mensch, Natur und Handwerk gemeinnütziger eingetragener Verein, 2018.

7.4.3.2 Fensterrenovierung bzw. Fenstertausch

Im Szenario Fensterrenovierung/Fenstertausch wird angenommen, dass durch diese Maßnahme der Wärmedurchgangskoeffizient von 5,8 auf 3,0 W/(m²·K) reduziert werden kann. Dieser Wert entspricht dem Wärmedurchgangskoeffizienten von Doppelfenster bzw. Fenster mit Isolierverglasung mit einer Dicke von 2,4 cm. Prinzipiell sind heutzutage auch bereits weit besser gedämmte Fenster mit Wärmedurchgangskoeffizienten unter 0,5 W/(m²·K) verfügbar.[120] Werden Fenster in dieser Kategorie verbaut, könnten also noch bessere Dämmwerte erzielt werden. Da allerdings hinsichtlich des Denkmalschutzes, der auch die Fenster betrifft, strenge Auflagen bestehen, die einerseits eine Renovierung bevorzugen und im Falle eines notwendigen Fenstertausches den Einsatz möglichst baugleicher Fenster vorschreiben, wurde ein Wärmedurchgangskoeffizient von 3 W/(m²·K) gewählt.[121] Damit befindet sich dieser Wert in einem Bereich, den man auch mit einer sorgfältigen Sanierung der Fenster erreichen kann. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit die Dämmeigenschaften der Fenster durch nachträgliches Folieren zu verbessern, bzw. anstatt Einfachfenster Doppelglasfenster einzubauen. Beide Maßnahmen sind aus Denkmalschutzsicht unter Einhaltung gewissen Auflagen möglich. Weiters könnte sich die Tatsache, dass bereits jetzt einige Doppelglasfenster verbaut sind hierfür positiv auswirken. Der Einsatz von Isolierglas wird hingegen kritisch gesehen.[122] Allen Maßnahmen vorausgehend sollte eine ausführlichere Beurteilung der Fenster erfolgen, da sich diese in stark unterschiedlichem Zustand befinden.

Weiters wurde für die Berechnung angenommen, dass durch die Sanierung bzw. den Fenstertausch die Ventilationsverluste unter den Mindestvolumenstrom sinken, der benötigt wird um eine Mindestluftwechsel von 0,5 1/h zu erreichen. Die Basis für die Ventilationsverluste bildet also im gedämmten Fall der Mindestvolumenstrom.

Außerdem sei angemerkt, dass bei der Berechnung des Ist-Zustandes angenommen wurde, dass Fenster die als kaputt einzustufen sind, weitestgehend repariert werden. Ansonsten würde der Unterschied zwischen dem Ist-Zustand und dem gedämmten Zustand weit höher ausfallen.

Die Resultate sind in Abb. 68 sowie in Tab. 21 angeführt. Es zeigt sich, dass sich mit dieser Maßnahme die Ventilationsverluste fast halbieren lassen. Auch bei den Transmissionsverlusten lassen sich Einsparungen erzielen, wobei sich hier in der Berechnung zeigt, dass in absoluten Zahlen der Großteil der Transmissionsverluste über die Außenwände stattfindet. Zu beachten bleibt, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der gedämmten Fenster noch immer eher hoch angenommen wurde. Fällt also die Entscheidung auf einen Fenstertausch hin zu Fenstern mit besseren Wärmedämmungseigenschaften sind darüber hinaus noch weitere Einsparungen erzielbar.

Bezogen auf die Heizlast lassen sich mit dieser Annahme fast 100 kW sparen, was zu einer Reduktion des Heizwärmebedarfs von ca. 250 MWh/a führt. Nimmt man dagegen einen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fenster von 0,5 W/(m²·K) an, würde sich die Heizlast um weitere 40 kW reduzieren lassen.

Tab. 21: Einsparungspotential bei einer Fensterrenovierung

	Heizlast in kW			Heizwärmebedarf in MWh/a		
Gebäude	ungedämmt	gedämmt	Einsparung	ungedämmt	gedämmt	Einsparung
Vorwerk	126	116	**10**	323	296	**27**
Hochburg	544	474	**70**	1.400	1.220	**180**
Schlössl	130	114	**16**	340	300	**40**
gesamt	**800**	**704**	**96**	**2.063**	**1.816**	**247**

[120] EnergieSchweiz, 2009.
[121] Bundesdenkmalamt (BDA), 2015.
[122] Bundesdenkmalamt (BDA), 2011.

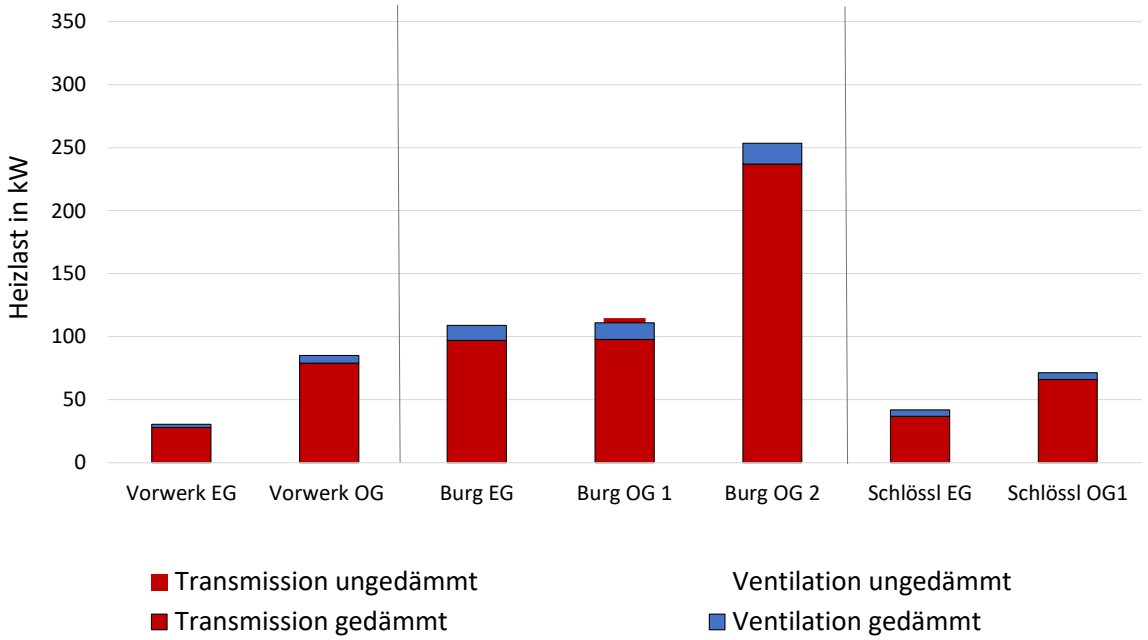


Abb. 68: Norm Heizlast der gesamten Burganlage mit Fensterdämmung

7.4.3.3 Innenhofüberdachung

Eine Innenhof-Überdachung sollte rein aus Sicht der Energieversorgung bzw. -optimierung als Puffer zwischen den innen und außen dienen. Die passive Solarwärme strömt über die Sonnenstrahlung in den überdachten Innenhof, hier wird die Innenluft aufgeheizt und somit auch das Gemäuer erwärmt. Eine größtmögliche Nutzung der Sonnenenergie ist dabei anzustreben.

Im Szenario Innenhofüberdachung wird angenommen, dass der komplette Innenhof durch ein Glasdach überdacht wird. Eine erste Entwurfsskizze dazu ist in Abb. 69 und Abb. 70 dargestellt. Das Gesamtkonzept sieht weiters vor, dieses Dach mit transluzenten PV-Modulen zu bestücken und somit den PV-Ertrag der Hochburg weiter zu erhöhen. Auch eine Nutzung und Speicherung der anfallenden thermischen Energie ist in weiterer Folge geplant.

Eine ausführliche Untersuchung dieses Konzepts, über die Möglichkeiten eines Sondierungsprojektes hinweg, wird angestrebt, in Zuge dessen auch dynamische Gebäudesimulationen durchgeführt werden sollen, um die Auswirkungen der Innenhofüberdachung auf den Heizwärmebedarf sowie auf das Innenraumklima zu untersuchen. Außerdem soll untersucht werden, wie die anfallende thermische Energie bestmöglich genutzt und gegebenenfalls gespeichert werden kann und welche Maßnahmen getroffen werden müssen, um eine Überhitzung im Sommer zu vermeiden.

Um die Auswirkungen der Innenhofüberdachung in einem ersten Schritt auch ohne ein dynamisches Simulationsmodell abschätzen zu können, wurde der Innenhof als unbeheizter Raum in der Heizlastberechnung festgelegt. Dabei wurde angenommen, dass durch die Überdachung die Innenhoftemperatur bei -14 °C Außentemperatur nicht unter 0 °C fällt. Damit stehen den, Richtung Innenhof ausgerichteten, Wänden und Fenstern eine höhere Außentemperatur gegenüber, wodurch sich die benötigte Heizlast und in weiterer Folge der Heizwärmebedarf verringert. Unter diesen Annahmen lässt sich eine Reduktion der Heizlast um 74 kW und eine Einsparung des Heizwärmebedarfs um 335 MWh erzielen (vgl. dazu Abb. 71 und Tab. 22). In Kombination mit transluzenten PV-Modulen (Kapitel 4.2) ergibt sich damit ein höchst interessantes Konzept, da damit sowohl thermische als auch elektrische Energie gewonnen werden kann.

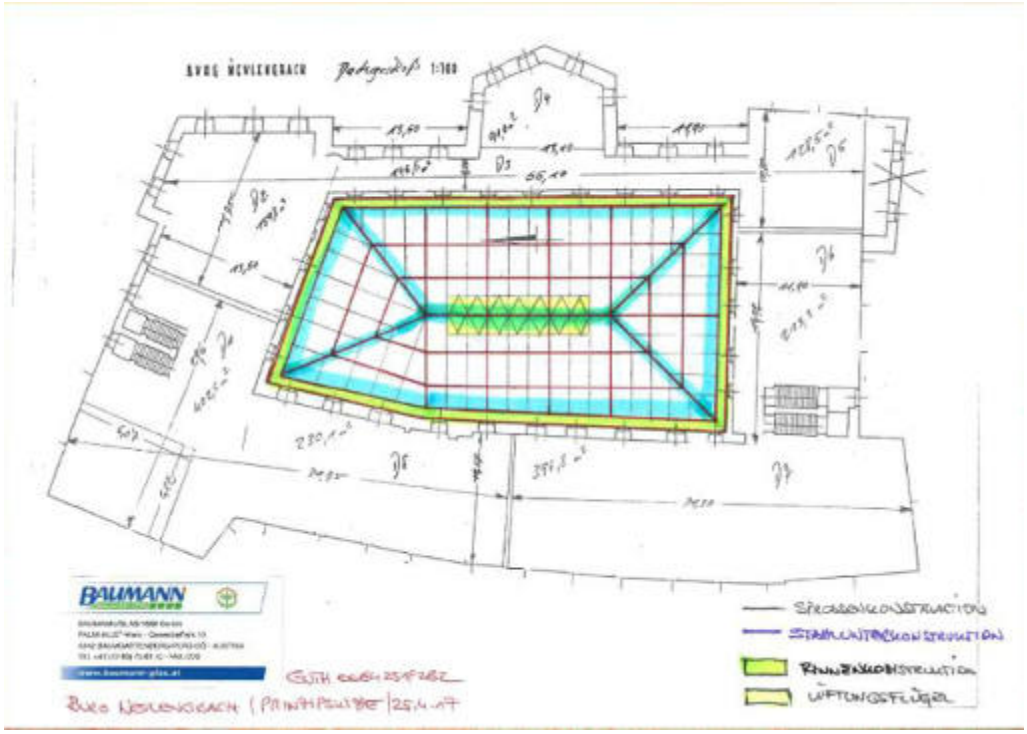


Abb. 69: Grundriss Innenhofüberdachung (Skizze)[123]

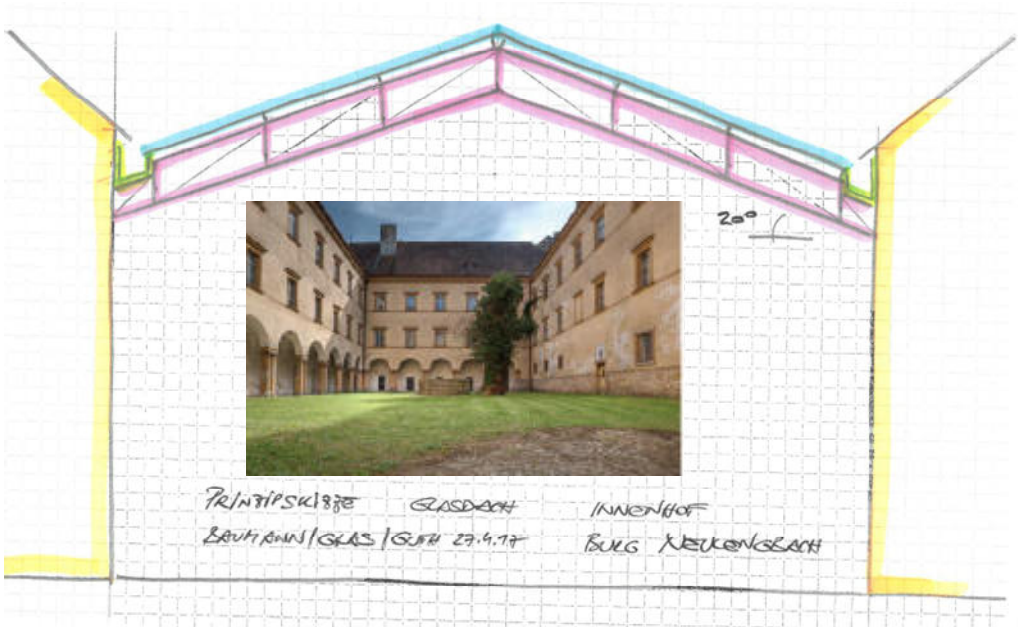


Abb. 70: Aufriss Innenhofüberdachung (Skizze)[123]

[123] Baumann/Glas/1886/GmbH, 2016.

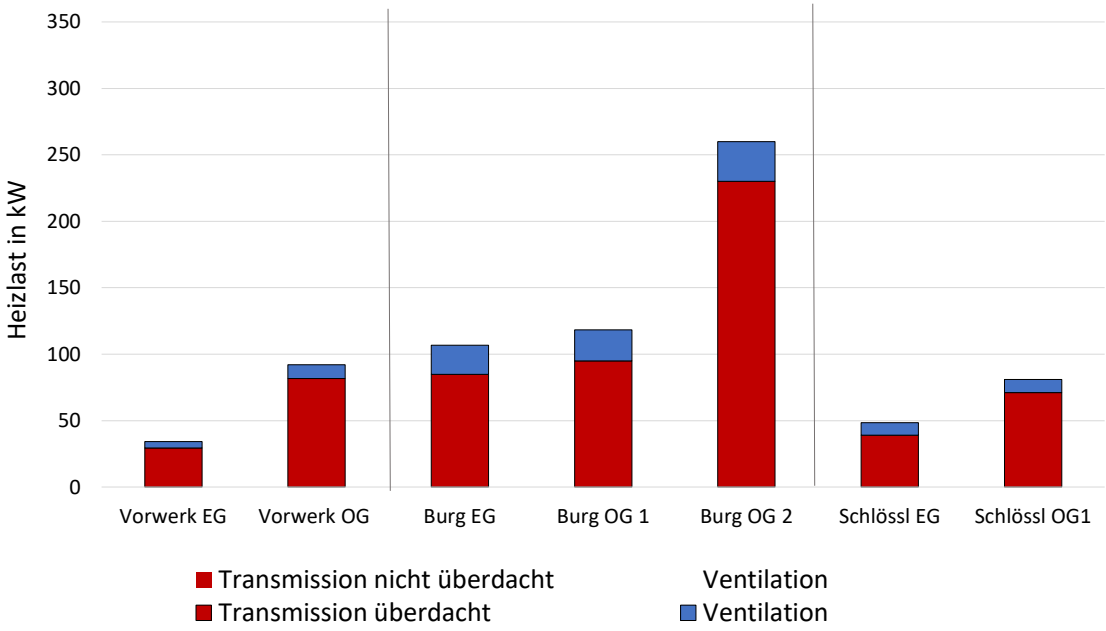


Abb. 71: Norm Heizlast der gesamten Burganlage mit Innenhofüberdachung

Tab. 22: Einsparungspotential mit Innenhofüberdachung

	Heizlast in kW			Heizwärmebedarf in MWh/a		
Gebäude	ungedämmt	gedämmt	Einsparung	ungedämmt	gedämmt	Einsparung
Vorwerk	126	126	**0**	323	323	**0**
Hochburg	544	470	**74**	1.400	1.065	**335**
Schlössl	130	130	**0**	340	340	**0**
Gesamt	**800**	**726**	**74**	**2.063**	**1.728**	**335**

Zur besseren Vorstellung, wie sich die Innenhofüberdachung gestalten könnte bzw. wie eine solche Überdachung im Zusammenspiel mit den historischen und denkmalgeschützten Burggemäuern wirken könnte, wurde im Rahmen des Projekts eine Virtual Reality Simulation der Überdachung erstellt, wie auf den folgenden Bildern ersichtlich ist.



Abb. 72: Simulation Innenhofüberdachung Burg Neulengbach

7.4.3.4 Kombination aus Decken- und Fensterdämmung sowie Innenhofüberdachung

Kombiniert man Decken- und Fensterdämmung bei allen Gebäuden und berücksichtigt man auch die Energieeinsparungen durch die Innenhofüberdachung bei der Hochburg, kann die Heizlast der Burg wesentlich verringert werden. Wie in Abb. 73 und Tab. 23 ersichtlich, werden anstatt 800 kW nur noch 480 kW benötigt um die komplette Burganlage beheizen zu können, was einer Reduktion um 319 kW entspricht. Ebenfalls signifikant spiegelt sich das im Heizwärmebedarf wieder, der von 2063 MWh/a auf nur noch 1113 MWh/a fast halbiert wird. Aber auch eine teilweise Umsetzung der Dämmmaßnahmen verspricht große Einsparungen, wie in den vorigen Unterkapiteln beschrieben.

Tab. 23: Einsparungspotential bei Decken- und Fensterdämmung sowie Innenhofüberdachung

	Heizlast in kW			**Heizwärmebedarf in MWh/a**		
Gebäude	ungedämmt	gedämmt	Einsparung	ungedämmt	gedämmt	Einsparung
Vorwerk	126	91	**35**	323	233	**90**
Hochburg	544	309	**235**	1.400	663	**737**
Schlössl	130	81	**49**	340	217	**123**
Gesamt	**800**	**481**	**319**	**2.063**	**1.113**	**950**

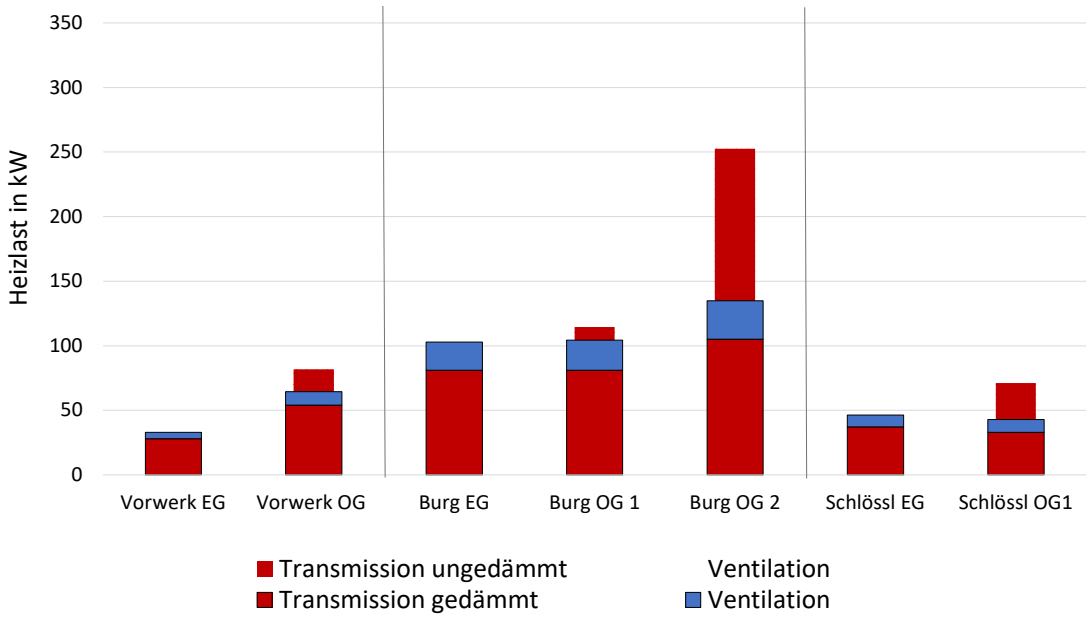


Abb. 73: Norm Heizlast der gesamten Burganlage bei Decken- und Fensterdämmung sowie Innenhofüberdachung

7.5 Vergleich von Heizungssystemen

Basierend auf die ermittelte Norm-Heizlast sowie auf den Heizwärmebedarf, sollen nun verschiedene Heizungssysteme vergleichen und hinsichtlich ihrer Eignung zur Beheizung der Burganlage beurteilt werden. Zum heutigen Zeitpunkt ist die Burganlage unbeheizt, und auf Grund der Tatsache, dass die Burganlage in den letzten Jahrzehnten in den Wintermonaten weder bewohnt noch für andere Zwecke genutzt wurde, wurde bis jetzt auch kein Heizungssystem installiert. Das gilt sowohl für die Wärmeerzeugungs- als auch für die Wärmeabgabeseite. Selbst dezentrale Wärmeerzeuger in Form von Einzelöfen sind in den meisten Räumlichkeiten nicht vorhanden. Das bedeutet, dass bei einer angestrebten zentralen Beheizung der Burganlage die gesamte Leitungsführung sowie das Wärmeabgabesystem erstmalig installiert werden muss. Dabei ist zu beachten, dass aus Sicht des Denkmalschutzes für den Einbau eines solchen Systems einige gebäudespezifische Auflagen zu erfüllen sind, weshalb die Umsetzung eines solchen Vorhabens in enger Abstimmung mit dem Bundesdenkmalamt erfolgen sollte.

Ein markantes Merkmal vieler historischer Gebäude sind kalte bzw. kühle Oberflächen und Großteiles massives, stark speicherndes Mauerwerk, was grundsätzlich eher höhere Lufttemperaturen für eine komfortable Beheizung bedingt. Höhere Lufttemperaturen bedeuten aber weniger relative Luftfeuchte und bei der üblichen Tag-Nachtabsenkung eine stärkere und sowohl für die Einbauten als auch für das Bauwerk selbst schädliche Schwankung der relativen Luftfeuchte. Es ist grundsätzlich also anzustreben, die Lufttemperaturen innerhalb des Bauwerks möglichst moderat zu halten und möglichst geringe Schwankungen der Temperaturen (und damit der Feuchte) im Tag-, Nacht- und Wochenendbetrieb zuzulassen. Demzufolge ist in Summe Heizsystemen mit überwiegender Wärmeabstrahlung (Kachelofen, Infrarotstrahler, Flächenheizung, Bauteiltemperierung etc.) gegenüber konvektiven Systemen (Radiatoren, Konvektoren) der Vorzug zu geben. Weiters sollte bei Baudenkmälern im Falle von zentralen Heizungsanlagen grundsätzlich Heizsystemen mit Niedertemperatur und möglichst gleichmäßiger Wärmeverteilung der Vorzug gegeben werden, sofern die Wärmeabgabefläche in ausreichendem Umfang zur Verfügung gestellt werden kann. Zur Versorgung dieser Systeme eignen sich im Besonderen alternative Energiequellen. Außerdem ist bei allen Verteilsystemen für Zentralheizungen in historischen Gebäuden zu beachten, wie viel schützenswerte Bausubstanz für diese verändert oder zerstört werden muss.[122]

7.5.1 Pellets/Hackschnitzel

Eine Möglichkeit zur Beheizung der Burganlage stellt eine Pellets- bzw. Hackschnitzelheizung dar. Die Vorteile einer solchen Heizung liegen in der Verwendung eines sauberen und nachwachsenden Brennstoffes, der regional besorgt werden kann. Hinsichtlich des hohen Heizbedarfs ist eine Hackschnitzelheizung einer Pelletheizung vorzuziehen, da diese wie in Tab. 24 angeführt weit geringere Betriebskosten aufweisen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass für die Lagerung der Pellets bzw. der Hackschnitzel ein geeignetes Lager zur Verfügung stehen muss, dass vor allem im Falle einer Hackschnitzelheizung einen hohen Platzbedarf benötigt. Inwieweit sich ein solches Lager in die denkmalgeschützte Burganlage integrieren lässt bleibt zu prüfen. Auch die eingeschränkte Zufahrbarkeit zur Anlage ist zu beachten (Straße endet am Tor des Vorwerks). Aus diesen Aspekten scheint die Chance der Integrierbarkeit einer Pelletheizung höher als die einer Hackschnitzelheizung. Eine weitere Möglichkeit stellt eine Heizzentrale außerhalb der Burganlage dar, wobei auch hierfür ein geeigneter Platz gefunden werden muss.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass wie bei den meisten Heizungsarten, zusätzlich zu den in Tab. 24 ausgewiesenen Anschaffungskosten auch ein entsprechendes Wärmeabgabesystem installiert werden muss, das ebenfalls mit erheblichen Kosten verbunden ist.

Bei den Anschaffungskosten handelt es sich um einen Richtwert, der je nach Hersteller und gewähltem Modell variieren kann. Die benötigte Lagergröße der Pelletheizung wurde anhand der Faustformel 0,9 m³ Lagerraum pro kW Heizleistung berechnet.[124] Für einen fairen Vergleich mit der Hackschnitzellagerung, wurde angenommen, dass in beiden Fällen die gleiche Energiemenge eingelagert werden soll. Natürlich besteht auch die Möglichkeit das Lager kleiner zu wählen, allerdings mit dem Effekt, dass ein kürzeres Lieferintervall der Pellets bzw. der Hackschnitzel notwendig ist.

Tab. 24: Kostenabschätzung Pellets-/Hackschnitzelheizung

	unsanierter Fall	**komplett sanierter Fall**
Heizlast in kW	800	481
Heizwärmebedarf in MWh/a	2.063	1.113
Anschaffungskosten ohne Wärmeabgabesystem in €	350.000	210.000
Betriebskosten Pellets in €/kWh[125]	0,047	
Betriebskosten Pellets in €/a	96.961	52.311
Lagergröße Pellets in m³ [124]	720	433
Betriebskosten Hackschnitzel in €/kWh	0,0362	
Betriebskosten Hackschnitzel in €/a	74.681	40.291
Lagergröße Hackschnitzel in m³ *	2.380	1.430

* bei gleicher Energiemenge im Lager wie bei der Pelletheizung

7.5.2 Erdgas

Neulengbach wird mit Erdgas versorgt.[126] Eine weitere Option stellt somit der Einbau einer Gasheizung dar. Hierfür spricht im Vergleich zur Pellets-/Hackschnitzelheizung vor allem der weit geringere Platzbedarf (kein Lager notwendig, kleinere Heizungsanlage), womit sich dieses Heizungssystem leichter in die Burganlage integrieren lässt. Außerdem sind keine Lieferungen des Brennstoffes notwendig, womit sich die Problematik der Zufahrbarkeit, vor allem mit größeren Autos, nicht stellt. Andererseits handelt es sich bei Erdgas um einen fossilen und damit

[124] Perhofer GmbH, 2010.
[125] Schuster, M., Maier, P., Bargmann, E., Bader, H., 2017.
[126] Amt der NÖ Landesregierung, 2011.

endlichen Brennstoff, der nicht günstig auf Vorrat gekauft werden kann. Da Österreich den Großteil des benötigten Erdgases aus dem Ausland importiert, ist damit auch der Gaspreis abhängig von der weltpolitischen Lage und kann über längere Zeiträume nur schwer vorhergesagt werden.

Tab. 25: Kostenabschätzung Gasheizung

	unsanierter Fall	komplett sanierter Fall
Heizlast in kW	800	481
Heizwärmebedarf in MWh/a	2.063	1.113
Anschaffungskosten ohne Wärmeabgabesystem und Grabungskosten in €	55.000	42.000
Betriebskosten in €/kWh[127]	0,0514	
Betriebskosten in €/a	106.000	57.000

Bei den angegebenen Anschaffungskosten handelt es sich um einen Richtwert für die Größenordnung, in der sich solche Systeme bewegen. Davon können je nach Hersteller und gewähltem System Abweichungen entstehen. Enthalten sind darin die Kosten des Kessels, der Regelung, des Brenners, der Inbetriebnahme sowie ein Zuschlag für notwendiges Zubehör. Nicht inkludiert in den Kosten sind etwaige Pufferspeicher und das gesamte Wärmeabgabesystem. Ebenfalls nicht enthalten sind Kosten für anfallende Grabungsarbeiten, die notwendig sind, um auf dem Burghügel einen Gasanschluss zur Verfügung zu stellen. Sollte eine Beheizung mit Gas in Erwägung gezogen werden müssten als nächster Schritt Untersuchungen durchgeführt werden, wie der Gasanschluss am besten umzusetzen ist und welche Kosten damit verbunden sind. Eine alternative wäre die Versorgung mit Flüssiggas.

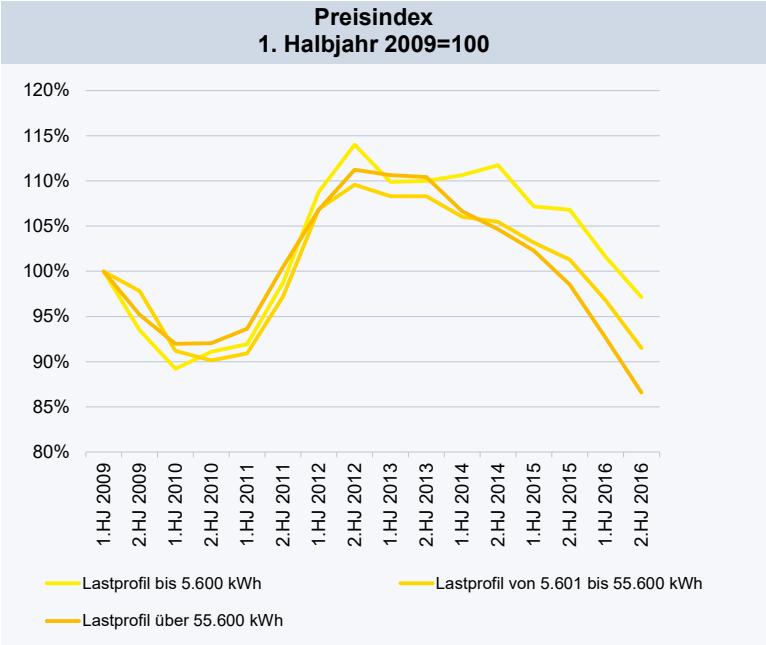


Abb. 74: Entwicklung Preisindex des Gaspreises in Österreich bezogen auf 2009[128]

Die jährlichen Betriebskosten beziehen sich auf die aktuellen Erdgaskosten für Kleinabnehmer in Niederösterreich. Wie in Abb. 74 dargestellt unterlagen diese Preise in den letzten Jahren keinem einheitlichen Trend. Das macht eine akkurate Prognose der Betriebskosten über die gesamte Nutzungsdauer der Heizanlage schwierig, weshalb diese an dieser Stelle unterlassen wird. Da es sich bei Erdgas um einen fossilen Brennstoff handelt ist langfristig gesehen aber eher mit einem Anstieg als mit einem Fall des Gaspreises zu rechnen.

[127] E-Control, 2018a.
[128] E-Control, 2018b.

7.5.3 Heizöl

Die kürzlich präsentierten Klimastrategie (#mission 2030) sieht ein Verbot für die Installation von neuen Ölheizungen in Österreich ab dem Jahr 2020 vor, weshalb dieses Heizungssystem keine Alternative zur Burgbeheizung darstellt und daher auch nicht weiter behandelt wird.[129]

7.5.4 Fernwärme

Wie in Kapitel *3.2.2 Wärmeerzeugung* beschrieben gibt es in Neulengbach zwei Fernwärmenetze. Das nördliche der beiden verläuft dabei z.T. unmittelbar am Fuße des Burghügels, wodurch es lagetechnisch für einen Anschluss günstiger wäre als das Südliche. Dieses Heizwerk hat aktuell eine Gesamtheizleistung von 1,1 MW und eine Anschlussleistung von 1,7 MW, die allerdings zum Großteil von den bereits angeschlossenen Gebäuden benötigt wird. Die für die gesamte Burganlage je nach Restaurierungsstufe zusätzlich benötigten 500 – 800 kW könnten also nicht ohne weiteres zur Verfügung gestellt werden. Die Möglichkeit eines Fernwärmeanschlusses hängt also stark von der zukünftigen Entwicklung des örtlichen Heizwerks ab. Unabhängig davon wäre eine mögliche Fernwärmeanbindung eine sehr interessante Option, da damit die Installation eines eigenen Heizungssystems entfallen würde. Auch wenn sich hinsichtlich der Lasten ein eigenes Heizsystem durchaus rechnen kann, wird somit der Eingriff in die denkmalgeschützte Burganlage auf ein Minimum reduziert und auch das Platz- sowie Lieferproblem der Hackschnitzel würde entfallen. In Tab. 26 sind die wesentlichen Kostenpunkte einer solchen Anbindung angeführt. Weiters kann auch geprüft werden, ob nur das Schlössl an das nördliche Fernwärmenetz angeschlossen werden könnte, da dieses am nächsten zu den bestehenden Fernwärmeleitungen und dem Heizhaus steht.

Erste Gespräche mit der Fernwärmegenossenschaft Neulengbach (FWG) ergaben, dass auch von deren Seite Interesse an einer Kooperation mit dem Projekt auf der Burg besteht. Ein Anschluss der Burg im sanierten Zustand (ca. 500 kW Anschlussleistung) ist laut eigenen Angaben technisch umsetzbar. Ein Anschluss im unsanierten Zustand würde allerdings die vorhandenen Kapazitäten sprengen.

Tab. 26: Kostenabschätzung Fernwärmeanbindung

	unsanierter Fall	**komplett sanierter Fall**
Heizlast in kW	800	481
Heizwärmebedarf in MWh/a	2.063	1.113
Arbeitspreis in €/kWh[130]	0,07349	
Leistungspreis in €/(kW·a)	30,12	
Betriebskosten gesamt in €/a	176.000	96.000

Die Anschaffungskosten einer Fernwärmeanbindung bestehen im Wesentlichen aus der Übergabestation sowie aus den anfallenden Grabungsarbeiten. In den meisten Fällen liegen dieses damit unter den Kosten einer eigenen Heizungsanlage. Die tatsächlich anfallenden Kosten unterscheiden sich allerdings stark von Fall zu Fall (Leitungslänge, Beschaffenheit des Untergrunds, Eigentumsverhältnisse, etc.) und müssen daher bei Interesse eines Anschlusses der Hochburg an das Fernwärmenetz individuell für diesen Fall erhoben werden. Ähnlich verhält es sich bei den Betriebskosten, die ebenfalls zwischen den einzelnen Anbietern variieren. Da für das Fernwärmenetz in Neulengbach keine Daten bekannt waren, wurde um diese einordnen zu können auf Referenzwerte eines anderen Fernwärmeanbieters zurückgegriffen.

[129] Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2018.
[130] Energie Steiermark Wärme GmbH, 2015.

7.5.5 Elektrische Widerstandsheizung (Infrarotheizung)

Infrarotheizungen (oder Strahlungsheizungen) sind Heizsysteme, die vorwiegend Wärmestrahlung (Infrarotlicht) abgeben, anstatt die Luft zu erwärmen und durch Konvektion im Raum zu verteilen. Eine Eigenheit von Heizsystemen mit hohem Strahlungsanteil (ab 50 Prozent) ist ihre Fähigkeit, Umfassungsbauteile wie Böden, Wände oder Decken sowie Möbel oder Personen im Raum zu erwärmen. Dies wird von den meisten Menschen als angenehm empfunden. Bei Heizsystemen mit hohem Strahlungsanteil kann die Raumtemperatur, im Vergleich zu mit Radiatoren beheizten Räumen, meistens um bis zu 2 °C abgesenkt werden, ohne Einbußen der Behaglichkeit erwarten zu müssen. Ein ähnlicher Effekt tritt auch bei Flächenheizungen wie Fußboden- und Wandheizungen auf.[131]

Eine Infrarotheizung charakterisiert sich, wie auch herkömmliche Elektrodirekt-Heizungen, durch niedrige Anschaffungs- aber hohen Betriebskosten. Im Neubau dürfen diese daher nur in Gebäuden mit geringen Heizwärmebedarf als Hauptheizung installiert werden. Im Sanierungsfall können diese vor allem dann von Vorteil sein, wenn, wie bei der Burganlage, noch kein Wärmeabgabesystem verbaut ist, da dieses im Falle einer Infrarotheizung nicht benötigt wird. Einige Arten der Infrarotheizungen wie zum Beispiel die sogenannte „Flüssigheizung“ von Homestrom Austria[132] können direkt in die Wände (oder auch in den Fußboden) integriert werden, so dass die Heizung keinen Einfluss auf das Erscheinungsbild der einzelnen Räume hat. Eine Referenz für den Einbau einer solchen Heizung im Zuge einer Altbausanierung ist in Abb. 75 dargestellt.

a **b**



Abb. 75: (a) Foto während dem Einbau einer Flüssigheizung[133]**, (b)** Foto nach Abschluss der Bauarbeiten[133]

Der notwendige Wandaufbau ist in Abb. 76 dargestellt. Im Falle der Hochburg wird der oben dargestellte Fall (Ziegelwand Altbestand) benötigt, da alte Wände ohne thermischer Trennung zu viel Wärme abziehen. Die Trennung verhindert durch einen schlechten Wärmedurchgang den zu großen Verlust in die Wand.[134] Werden größere Teile der Wände mit einer thermischen Trennung versehen, muss beachtet werden, dass das auch Auswirkungen auf das Innenraumklima und damit auf die Behaglichkeit hat.

Dem großen Vorteil des Entfalls des leitungsgebundenen Wärmeabgabesystems stehen die verhältnismäßig hohen Betriebskosten einer Elektrodirektheizung gegenüber, die im Falle der Hochburg, aufgrund des hohen Heizwärmebedarfs, einen wesentlichen Anteil der Heizungskosten ausmachen. Auch in Kombination mit der aktuell geplanten PV-Anlage lassen sich die Betriebskosten kaum senken, da ein Großteil des vorhandenen PV-Stroms bereits für den geplanten Betrieb der Burganlage (ohne Beheizung) benötigt wird und außerdem der Strom zur Beheizung vor allem in den Monaten gebraucht wird, in denen wenig PV-Überschuss zur Verfügung steht. Sollte eine weitere/andere günstige Stromquelle vor allem für die Wintermonate gefunden werden, kann sich der Sachverhalt allerding grundlegend ändern. Das gleiche gilt für eine wesentliche Senkung des Strombedarfs der Hochburg aufgrund einer Änderung des Nutzungsszenarios, so dass mehr PV-Strom für Heizungszwecke genutzt werden kann. In Tab. 27 sind die zu erwarteten Betriebskosten für ein Jahr ersichtlich. Dabei ist zu beachten, dass diese unter der Annahme einer Preissteigerung von 4 % pro Jahr über die übliche Lebensdauer von Heizsystemen von 20 Jahren zukünftig deutlich ansteigen werden.[131]

---

[131] Energieinstitut Vorarlberg, 2017.
[132] Homestrom Austria GmbH, 2018.
[133] Homestrom Austria, 2018b.
[134] Homestrom Austria, 2018a.

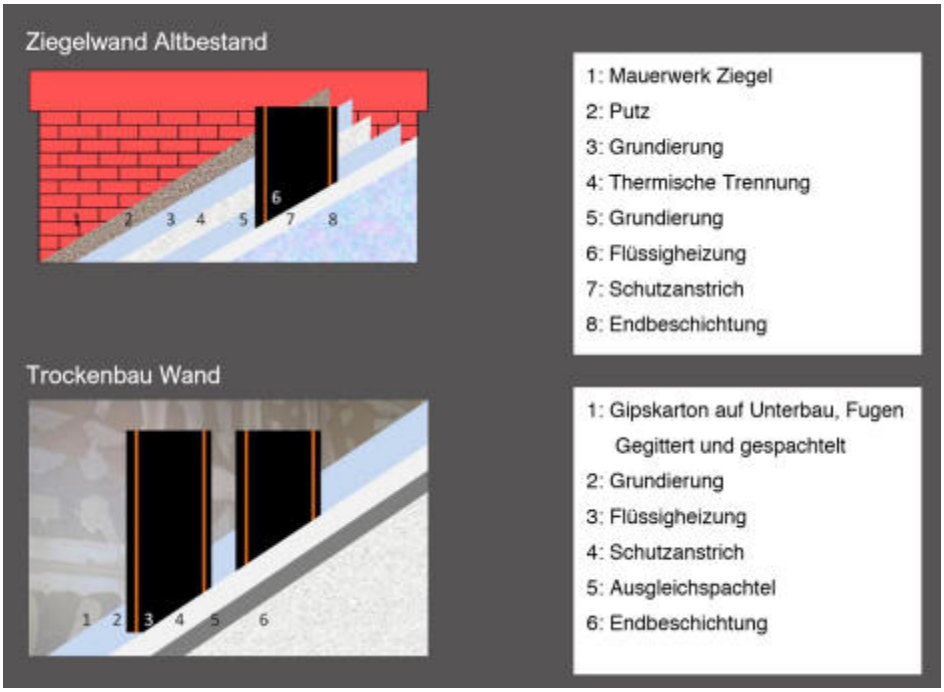


Abb. 76: Benötigter Wandaufbau der Flüssigheizung[134]

Tab. 27: Kostenabschätzung Infrarotheizung

	unsanierter Fall	**komplett sanierter Fall**
Heizlast in kW	800	481
Heizwärmebedarf in MWh/a	2.063	1.113
Betriebskosten in €/kWh*	0,2	
Betriebskosten in €/a	412.600	222.600

* ist im Wesentlichen der Arbeitspreis des elektrischen Stroms

Davon unabhängig stellt die Infrarotheizung eine interessante Option für die Anfangszeit dar. Möchte man beispielsweise nur einige Räumlichkeiten nutzen, oder ist die Beheizung von einzelnen Bereichen nur bei gelegentlichen Veranstaltungen gewünscht, kann dieses Heizungssystem durchaus die beste Option darstellen.

7.5.6 Wärmepumpe (Abwärme der Tiefgarage)

Auch die Möglichkeit des Einbaus einer Wärmepumpe wurde diskutiert. Dabei wurde vor allem die Nutzung einer Luft/Wasser-Wärmepumpe als zusätzliches Heizsystem bzw. als Heizsystem für die Übergangszeit (eventuell auch nur für einzelne Gebäude) betrachtet. Als besonders interessant kristallisierte sich dabei eine Wärmepumpenlösung in Kombination mit dem Bau einer Tiefgarage heraus (Vorhaben in Kapitel 2 der Untersuchung von Untertagebauten im Schlossberg Neulengbach aus geologischer Sicht, siehe Anhang). Da sich die geplante Tiefgarage im Burghügel befindet, kann hier in den kalten Monaten von einem deutlich höheren Temperaturniveau ausgegangen werden als es bei der direkten Nutzung der Außenluft der Fall wäre. Damit macht man sich mit einer Luft-Wärmepumpe einen Vorteil zu Nutze, der ansonsten den in der Anschaffung weit teureren Erdwärmepumpen vorbehalten ist. Des Weiteren schreibt die OIB-Richtlinie 3 vor, dass Garagen so zu belüften sind, dass im Regelbetrieb ein Halbstundenmittelwert für Kohlenstoffmonoxid (CO) von 50 ppm nicht überschritten wird. Für Garagen mit einer Nutzfläche von mehr als 50 m² wird bei mechanischer Belüftung ein

Mindestluftwechsel von 0,5 1/h genannt.[135] Aufgrund der ohnehin benötigten Lüftung würde sich somit eine Nutzung der Abwärme mit einer Luft-Wärmepumpe bestens anbieten. Wenn es eine positive Entscheidung für den Bau der Tiefgarage gibt, dann sollte ein solches System bei der Planung auch berücksichtigt werden.

Ein ähnliches Vorhaben wurde beispielsweise in der Tiefgarage eines Wohnhauses in der Smart City in Aspern erfolgreich implementiert. Hier werden verschiedene Wärmepumpensysteme miteinander kombiniert, wobei es sich bei einem davon um die Abwärmenutzung in der Tiefgarage handelt. Dabei handelt es sich um eine Tiefgarage mit ca. 400 Stellplätzen und einer Kubatur von ca. 30.000 m³. Um eine ausreichende Luftqualität der Tiefgarage zu gewährleisten, wird ein 1,5-facher Luftwechsel benötigt, der über die vorhandene Brandentrauchungsanlage bewerkstelligt wird. Die hier verwendete Luftwärmepumpe besitzt bei einer Abkühlung der Luft von 5 °C eine Leistung von 40 kW.[136]

Weiters wurde auch die Nutzung der Abwärme eines Batteriespeichers, welche bei Ent- und Beladung entsteht, untersucht. Es wurde der für das Smart Grid in Kapitel 7.8 optimal ausgelegte Batteriespeicher (200 kWh) herangezogen. Die einzelnen Ent- und Beladezyklen wurden zeitlich simuliert. Durch diese Abwärmequelle können jedoch nur 2 % des Heizwärmebedarfs der gesamten Burganlage abgedeckt werden.

7.5.7 Eispeicher

Im Folgenden wird eine ergänzende im Rahmen des Projekts untersuchte Methode der Wärmespeicherung erläutert, welche in Neulengbach/in der Burg Einsatz finden könnte. Der sogenannte „Eisspeicher“ ist eine innovative Energiequelle für Sole/Wasserwärmepumpen, welche sich besonders im Winter auszahlt.

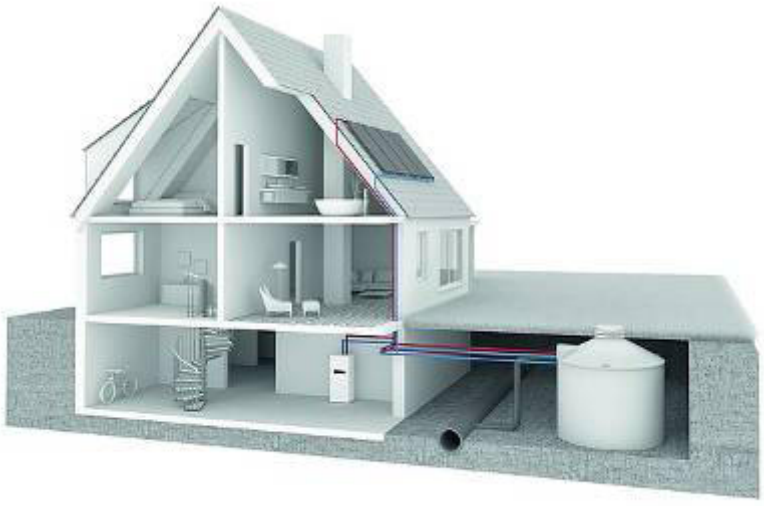


Abb. 77: Anbindung Eisspeicher an Wärmepumpe[137]

Üblicherweise wird von Solaranlagen überwiegend im Sommer bzw. in den Übergangsmonaten die Sonnenenergie in Wärme verwandelt. In einem Solarspeicher kann jene Energie zwischengespeichert werden, um sie später etwa dem Heizkreislauf zuzuführen. Bei einer solaren Wärmepumpe wird durch den Solarkollektor zuerst die Wärmepumpe versorgt und die hoch gepumpte Wärme kann anschließend über Speicher an den Heiz- und Trinkwasserkreislauf geliefert werden. Damit auch im Winter der Wärmepumpe Solarwärme zur Verfügung gestellt werden kann, ist eine alternative Speichertechnik notwendig. Mit Hilfe eines Latentwärmespeichers – auch „Eisspeicher“ genannt – können Temperaturen um den Gefrierpunkt gespeichert werden. Latente Wärme beschreibt die aufgenommene oder abgegebene Wärme im Zuge eines Phasenübergangs. Beim Übergang von

[135] Österreichisches Institut für Bautechnik, 2015.
[136] Niederbrucker, R., Haslinger, E., 2016.
[137] Viessmann Werke

flüssigem Wasser zu festem Eis wird etwa so viel Energie freigesetzt, wie beim Erwärmen von Wasser derselben Menge Wasser von 0°C auf 80°C gebraucht wird. Die Wärmepumpe entzieht dem Eisspeicher im Winter so viel Wärme, dass dieser bis auf 0°C abkühlt. Bei weiterem Wärmeentzug gefriert das Wasser, somit spricht man auch von sogenanntem "Solareis". [138]

Die Solaranlage kann auch im Winter Niedertemperaturwärme sammeln und über den Eisspeicher an die Wärmepumpe liefern. Die Einrichtung eines Erdwärmetauschers ist somit nicht unbedingt notwendig und die Solaranlage kann auch im Winter genutzt werden.[139] Im Sommer kann der Eisspeicher als normaler Pufferspeicher und Wärmequelle für die Wärmepumpe dienen, indem überschüssige Sonnenwärme gespeichert wird. Der Solarkollektor kann so vor Überhitzung geschützt werden. Je nach Größe des Eisspeichers kann die gespeicherte Wärme auch während langanhaltenden Schlechtwetters genutzt werden.[140]

Eisspeicher können etwa im Boden vergrabene Zisternen sein. Die üblicherweise aus Beton bestehende und nicht isolierte Zisterne beherbergt in ihrem Inneren große Leitungsspiralen mit frostsicherer Flüssigkeit, der Sole. Die Spiralen bilden einen Entzugswärmetauscher sowie einen Regenerationswärmetauscher. Die Zisterne wird mit Wasser gefüllt, welches als Energielieferant dient.[141] Neben solchen Zisternen können aber auch Kies-Wasser- oder Paraffinspeicher als Eisspeicher verwendet werden. Eisspeicher können in Zusammenhang mit einer Wärmepumpe nicht nur als Wärmequelle dienen, sondern auch zum Kühlen von Gebäuden wirken. Ganz im Sinne des „Natural Cooling“ kann der Speicher die Erdwärme des umgebenden Erdreichs aufnehmen, sobald die Speicherwassertemperatur unter das Temperaturniveau des Erdreichs sinkt.[142]

Anwendung finden Eispeicher bereits vielfach, auch in Großprojekten. Besonders in großen Gebäuden wie Hotels oder Bürogebäuden wird hierbei die Möglichkeit zur Klimatisierung mittels Eisspeichern etwa über die Fußbodenheizung oder das Gebläse genutzt. In Köln werden etwa bereits 150 Wohnungen mit Solareis geheizt als auch gekühlt, der „Eiswürfel“ hat dabei eine Größe von zehn mal zehn mal fünfzehn Metern. Und auch bei der Fußball-WM in Katar sollen Eisspeicher eingesetzt werden und die Fußball-Stadien gekühlt werden.[143]

7.6 Strombedarf

Der Strombedarf der Burganlage basiert auf der geplanten Nutzungsstrategie und bildet im Weiteren die Grundlage zur Dimensionierung des Batteriespeichers. Die Nutzungsstrategie (vgl. Kapitel 7.3) besagt, dass das Erdgeschoss der Hochburg für Ausstellungen genutzt werden soll, während die restlichen beiden Stockwerke Platz für Büroräume bieten. Das Schlössl soll als Hotel genutzt werden, und im Erdgeschoss des Vorwerks soll ein Kaffee Platz finden. Für diese Nutzung wurde ausgehend vom durchschnittlichen Strombedarf pro Quadratmeter Nutzfläche der Gesamtstrombedarf der Gebäude ermittelt. Diese Werte sind in Tab. 28 angeführt.

Tab. 28: Strombedarf nach Nutzungszweck

	Büroräume	Ausstellungsräume	Hotel	Café
Stromverbrauch in kWh/(m²·a)[144]	55	27,5	114	250
Betriebsfläche in m²	2.420	1.045	900	275
Stromverbrauch in MWh/a	133	29	103	69

Die Kennwerte für den Stromverbrauch wurden einer Studie der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik entnommen[144], wobei der tatsächliche Strombedarf je nach Ausstattung und Auslastung mehr oder weniger stark davon abweichen kann. Dennoch stellen sie für eine erste Abschätzung eine gute Basis dar. Auf die einzelnen Gebäude umgelegt bedeutet das, dass die Hochburg einen Energiebedarf von 162 MWh/a, das Schlössl von 103 MWh/a und das Vorwerk von 69 MWh/a aufweist.

[138] energie-experten.org, 2016.
[139] energie-experten.org, 2016.
[140] energie-experten.org, 2016.
[141] Viessmann Ges.m.b.H., 2018.
[142] energie-experten.org, 2016.

[143] Krutzler, D., 2012.
[144] Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT), 2011.

Um eine zeitliche Gegenüberstellung des Strombedarfs mit dem PV-Ertrag zu ermöglichen und darauf basierend die optimale Größe des Batteriespeichers zu bestimmen, ist es notwendig einen Stromlastgang zu generieren. Dazu wurden Standardlastprofile der APCS Power Clearing and Settlement AG [145] herangezogen. Für die Hochburg wurden die Profile G1 (Gewerbe werktags 8 – 18 Uhr) und G6 (Wochenendbetrieb) kombiniert. Damit soll berücksichtigt werden, dass die Büroräume hauptsächlich unter der Woche genutzt werden, während die Ausstellungsräume voraussichtlich vor allem an Wochenenden die größten Besucherzahlen verzeichnen. Dieses Profil wurde so skaliert, dass es dem ermittelten Jahresstromverbrauch entspricht. Das resultierende Profil für eine Woche ist in Abb. 78 dargestellt.

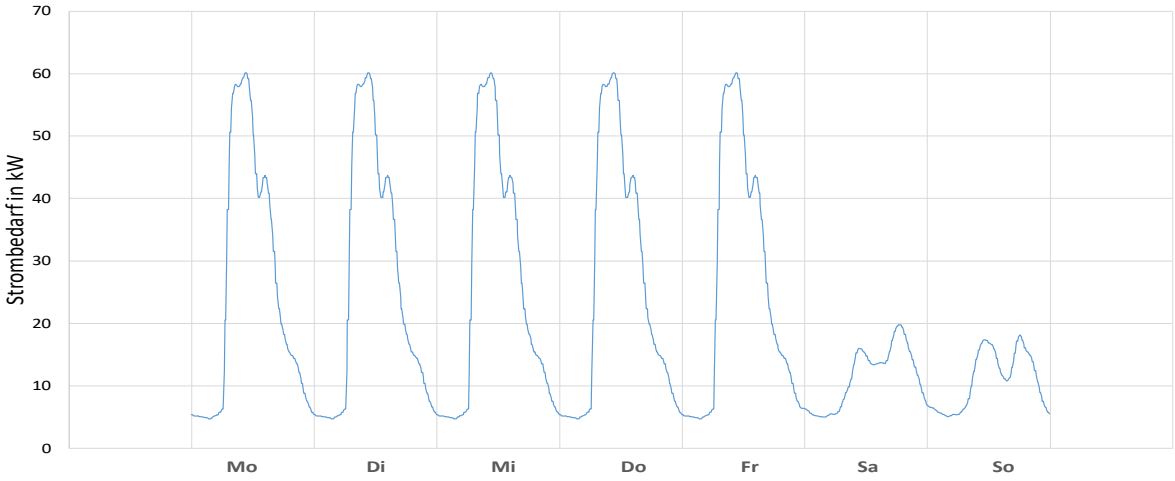


Abb. 78: Stromlastgang Hochburg für eine Woche

Unter der Woche ist der Strombedarf mit Spitzenwerten um die 60 kW damit deutlich höher als am Wochenende mit nur 20 kW. In Abb. 79 ist weiters der Strombedarf der Hochburg über ein gesamtes Jahr aufgetragen. Man sieht, dass in diesen Profilen auch ein Rückgang des Strombedarfs in den Sommermonaten berücksichtigt, was unter anderem durch geringere Beleuchtungszeiten bedingt ist.

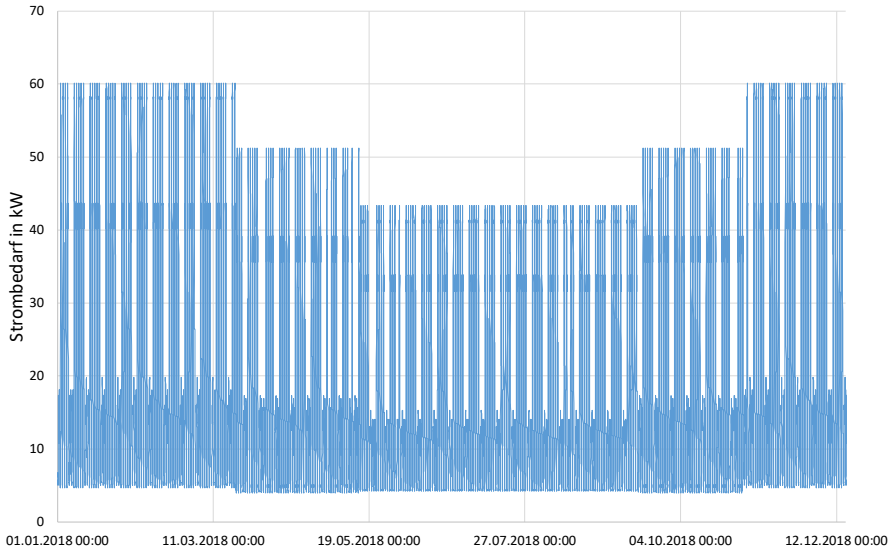


Abb. 79: Stromlastgang Hochburg über ein Jahr

[145] APCS Power Clearing and Settlement AG, 2018.

Für das Vorwerk sowie auch für das Schlössl wurde der Wochenendbetrieb herangezogen. Dieser ist in Abb. 80 exemplarisch für das Vorwerk dargestellt. Beim Schlössl ergibt sich der Verlauf analog. Man sieht, dass beim Wochenendbetrieb die Lasten am Wochenende am höchsten sind, aber auch unter der Woche relevante Lasten anfallen. Damit eignet sich dieser Verlauf gut um ein Café bzw. ein Hotel abzubilden, die am stärksten an den Wochenenden frequentiert sind. Der Jahresverlauf verhält sich analog zum Verlauf der Hochburg.

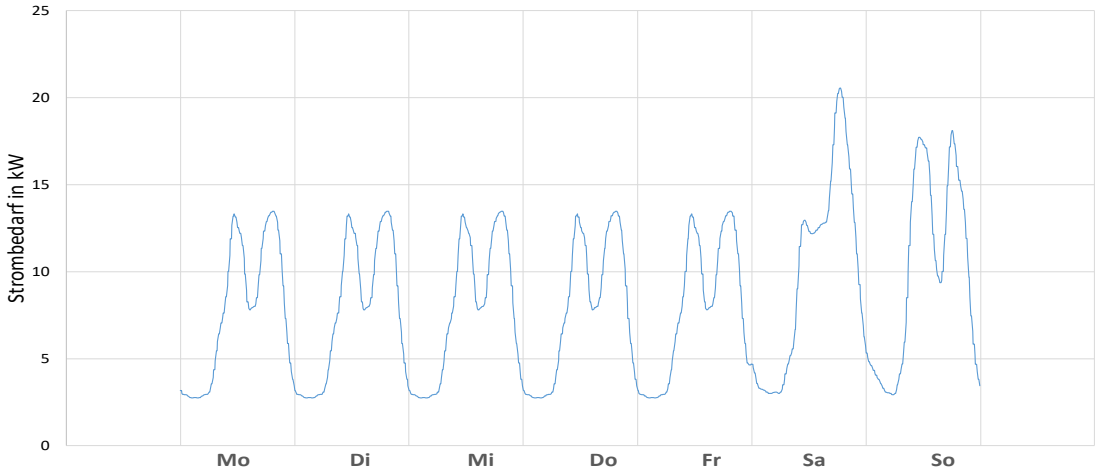


Abb. 80: Stromlastgang Vorwerk für eine Woche

Diese Verläufe bilden neben dem berechneten PV-Ertrag die Grundlage für die Speicherdimensionierung sowie für die Smart Grid-Berechnung in den folgenden Kapiteln.

7.7 Speichermöglichkeiten

7.7.1 Wärme

In diesem Kapitel werden grundsätzliche Wärmespeichermöglichkeiten innerhalb der Räumlichkeiten der Hochburg diskutiert. In der „Untersuchung von Untertagebauten im Schlossberg Neulengbach aus geologischer Sicht“ im Anhang dieser Arbeit werden dagegen Speichermöglichkeiten im Schlossberg aus geologischer Sicht untersucht.

Aufgrund der architektonischen Gegebenheiten der Burganlage, mit den teilweise meterdicken Festungsmauern, besteht großes Wärmespeicherpotential. Bei der Nutzung müssen aber einige Punkte beachtet werden. Erstens darf die Außenfassade der Burg in keinerlei Art und Weise verändert werden. Das hat zur Folge, dass die enormen Speichermaßen nicht effizient genutzt werden können, da ohne außenseitige Isolierung die Verluste einer Betonkernaktivierung enorm wären. Der zweite Punkt, der vor allem für die Innenaufstellung von Speichern zu berücksichtigen ist, ist die Notwendigkeit, dass die vorhandenen Räumlichkeiten stets begehbar sein müssen. Das schließt z.B. einen Wärmespeicher eines vollen Kellerbereiches aus. Weiters müssen natürlich die Folgen auf die Umwelt beachtet und Sicherheitsbestimmungen eingehalten werden.

Bei der Speicherung von Wärme müssen folgende Fragen geklärt werden:

- Wie und mittels welcher architektonischen/baulichen Lösungen kann die passive Sonnenenergie im Gebäudekomplex optimiert werden (z.B. Überdachung Innenhof, Fenster, etc.)?
- Welche Wärmespeicherungsmöglichkeiten bietet die Hochburg zur Minimierung der Heizlast?
- Welche Methoden stehen zur Wärmeverteilung in den Räumlichkeiten der Hochburg zur Verfügung bzw. können entwickelt werden?
- Vergleich von Szenarien unter welchen Bedingungen wie viel Energie an das räumlich-urbane Umfeld abgegeben werden kann bzw. aus dem räumlich-urbanen Umfeld bezogen werden muss.

Bei direkter Sonneneinstrahlung kann es an den transluzenten PV-Modulen bei der Innenhofüberdachung (vgl. Kapitel 7.4.3.3) zu einer nicht unerheblichen Wärmeentwicklung kommen. Da die Effizienz der Module mit steigender Temperatur sinkt, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um eine Überhitzung zu verhindern. Dazu zählt allem voran eine entsprechende bauliche Anordnung, die eine ausreichende Hinterlüftung gewährleistet. Aber auch eine aktive Wärmeabfuhr stellt eine Möglichkeit dar. Diese Wärmeentwicklung muss aber nicht zwingend als negativ angesehen werden. So können bei einer entsprechenden Nutzungsstrategie auch Vorteile daraus gezogen werden. Vor allem im Fall der transluzenten Innenhofüberdachung bietet sich eine Nutzung der entstehenden Wärme aufgrund der guten Zugänglichkeit an. In Abb. 81 sind schematisch einige Varianten aufgezeigt.

Grundsätzlich muss zwischen einer aktiven und einer passiven Nutzung der Wärme unterschieden werden. Bei der passiven nutzt man den sogenannten Glashauseffekt, der aufgrund der transluzenten Überdachung des Innenhofes auftritt und zu deutlich höheren Temperaturen in diesem Bereich führen kann. Diese Wärme kann über die Fenster und Wände im Innenhof zur Erwärmung angrenzender Gebäudetrakte genutzt werden und führt zu geringeren Verlusten, als es ohne Innenhofüberdachung der Fall wäre. Allerdings besteht in den Sommermonaten auch die Gefahr einer Überhitzung, der ebenfalls, durch geeignete Strategien, vorgebeugt werden muss, um die Behaglichkeit das ganze Jahr über gewährleisten zu können. Hier könnte beispielsweise der Einsatz von kippbaren Solarmodulen angedacht werden, die eine ausreichende Wärmeabfuhr ermöglichen.

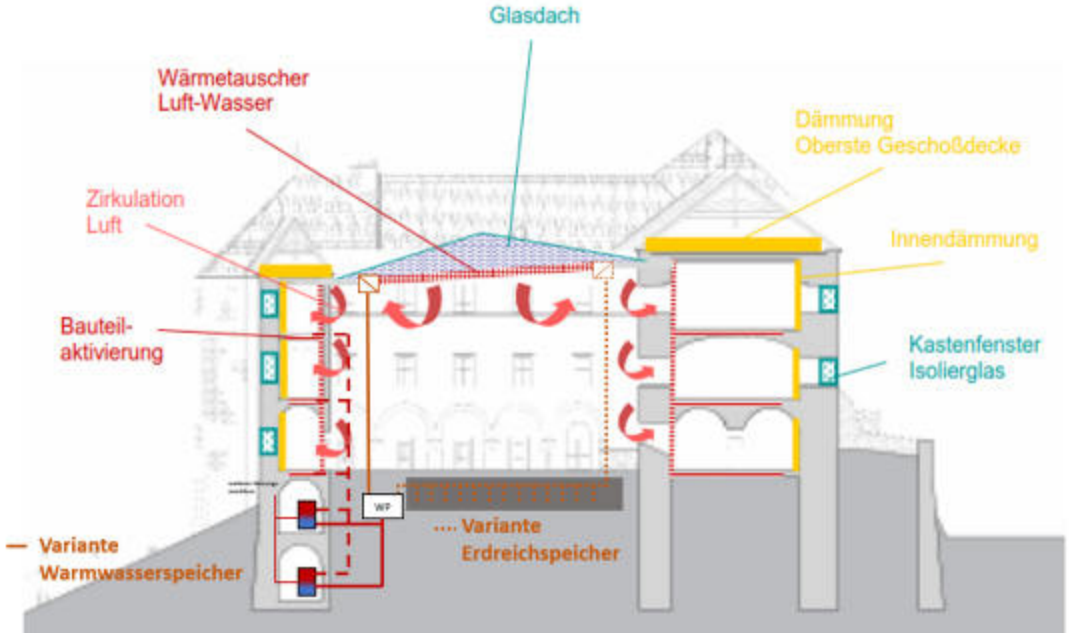


Abb. 81: Schematische Darstellung der Wärmenutzung in der Hochburg inklusive potentieller Dämmmöglichkeiten

7.7.2 Strom

Im Gegensatz zur Wärmespeicherung gibt es bei der Stromspeicherung keine wesentlichen Unterschiede ob diese in den Räumlichkeiten der Hochburg oder aber in einer Kaverne des Schlossbergs durchgeführt wird. Aus diesem Grund wird hier auf die „Untersuchung von Untertagebauten im Schlossberg Neulengbach aus geologischer Sicht“ im Anhang dieser Arbeit verwiesen.

Im folgenden Abschnitt „smart Grid“ wird auf die mögliche künftige Stromversorgung in Abstimmung mit der Umgebung in Form eines Smart Grid konzipiert.

7.8 Smart Grid

In diesem Kapitel wird ein Smart Grid aus Hochburg, Schlössl und Vorwerk untersucht. Im Zuge dieser Untersuchung wird auch ein Batteriespeicher ausgelegt. Es wurde angenommen, dass die am besten ausgerichteten Dachflächen der Hochburg mit Solardachziegeln ausgestattet werden. Die Anlagengröße beträgt somit 240 kWp. Sowohl für Hochburg, Vorwerk und Schlössl wurden Stromlastgänge, nach der geplanten Nutzung generiert (vgl. Kapitel 7.6). Bei der Berechnung wurde angenommen, dass keines der Gebäude mit Strom direkt beheizt wird - auch keine Teilbereiche. Zunächst wurden mit Hilfe der Barwertmethode folgende Optionen untersucht:

- keine Maßnahmen
- konventionelle Dachsanierung der Hochburg
- Solardachziegel (240 kWp) auf der Hochburg (restliche Dachfläche mit konventioneller Dachsanierung) ohne Batteriespeicher
- Solardachziegel (240 kWp) auf der Hochburg (restliche Dachfläche mit konventioneller Dachsanierung) mit Batteriespeicher (289 kWh)

Tab. 29: Eingegebene Daten für die Berechnung des Smart Grids

Kosten		
Solardachziegel	390	€/m²
Konventionelle Dachsanierung	40	€/m²
Batterie	750	€/kWh
Batterie		
Verwendbare Speicherkapazität	83	%
Wirkungsgrad laden	95	%
Wirkungsgrad entladen	95	%
Stromkosten		
Grundpreis	8,06	€/Monat
Arbeitspreis	15,75	Cent/kWh
Preissteigerung Arbeitspreis	4	%/a
Überschusstarif	3,27	Cent/kWh
Preisverfall Überschusstarif	0	%/a
Wartungs- und Instandhaltungskosten	100	€/a
Kosten für Verrechnung beim Netzbetreiber	500	€/a
Energieabgabe	1,50	Cent/kWh
Direktleitung		
Kosten Direktleitung inkl. Verlegung	37,88	€/m
Kosten Direktleitung Installation	5,00	€/m
Leitungslänge zum Vorwerk	75	m
max. Leistung zum Vorwerk	1.000	kW
Leitungslänge zum Schlössl	110	m
max. Leistung zum Schlössl	1.000	kW

Bei den Solardachziegeln und bei dem Batteriespeicher wurde eine Förderung von 40 % der Investitionskosten angenommen. Der Kalkulationszinssatz beträgt 2 %.

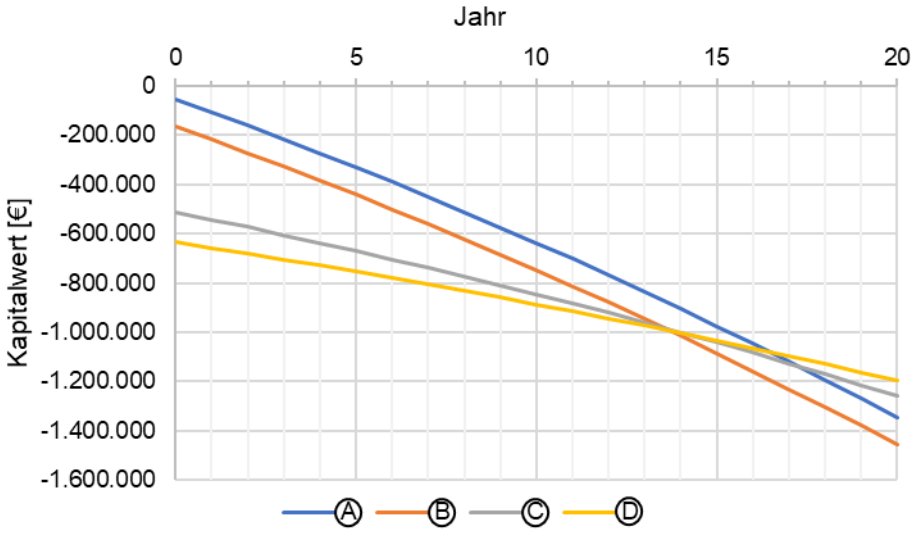


Abb. 82: Kapitalwerte der einzelnen Varianten

Ohne Batteriespeicher wird ein Eigennutzungsgrad von 46,5 % erreicht. Bei der Installation eines Batteriespeichers erhöht sich dieser auf 66,7 %. Sowohl die Variante ohne Batteriespeicher als auch mit Batteriespeicher zeigen, trotz der angenommenen Förderung unzureichende Amortisationszeiten (vgl. Abb. 82). Es ist mit einer Amortisation von über 15 Jahren zu rechnen. Abb. 83 gibt die Ergebnisse einer Sensitivitätsanalyse wieder. Dabei wurde die Speicherkapazität der Batterie variiert. Es wurde angenommen, dass alle Gebäude mit PV-Strom versorgt werden. Eine Speicherkapazität von etwa 300 kWh scheint am wirtschaftlichsten zu sein. Für diesen Fall ist mit dem höchsten Kapitalwert nach 20 Jahren zu rechnen. Die Amortisationsdauer sinkt aber nicht unter 17 Jahre.

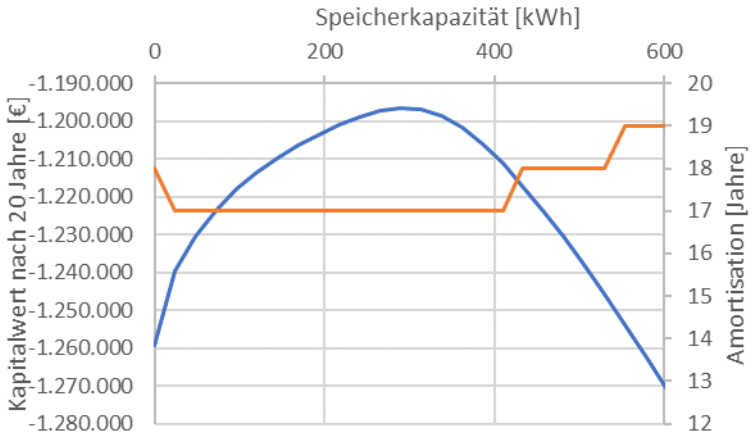


Abb. 83: Kapitalwerte in Abhängigkeit der Speicherkapazität

In Abb. 84 ist gut zu sehen, dass sowohl hin zum Vorwerk als auch hin zum Schlössl entsprechende Energiemengen transportiert werden. Das vorliegende Diagramm gibt die übertragenen Leistungen an, für den Fall, dass zunächst die Hochburg versorgt wird, danach folgt das Vorwerk. Erst dann, wenn noch Überschuss vorhanden ist, folgt der Transfer zum Schlössl. Auf die Wirtschaftlichkeit haben diese Überlegungen keinen Einfluss. Daraus kann nur eruiert werden, wenn über Direktleitungen wenig Energie transferiert wird, ob diese wirtschaftlich betrieben werden können. In dem vorliegenden Fall, sind sowohl die transferierten Energiemengen hin zum Vorwerk und zum Schlössl in der gleichen Größenordnung, so dass davon ausgegangen werden kann, dass keine der zwei Direktleitungen zu bevorzugen ist.

In Abb. 85 sind weitere Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zu sehen. Parallel zu Variation der Speicherkapazität wurden auch die Auswirkungen der Größe des Versorgungsgebiets untersucht. Es zeigt sich, dass die wirtschaftlichsten Resultate erzielt werden, wenn sowohl das Schlössl als auch das Vorwerk in das Smart Grid eingebunden werden.

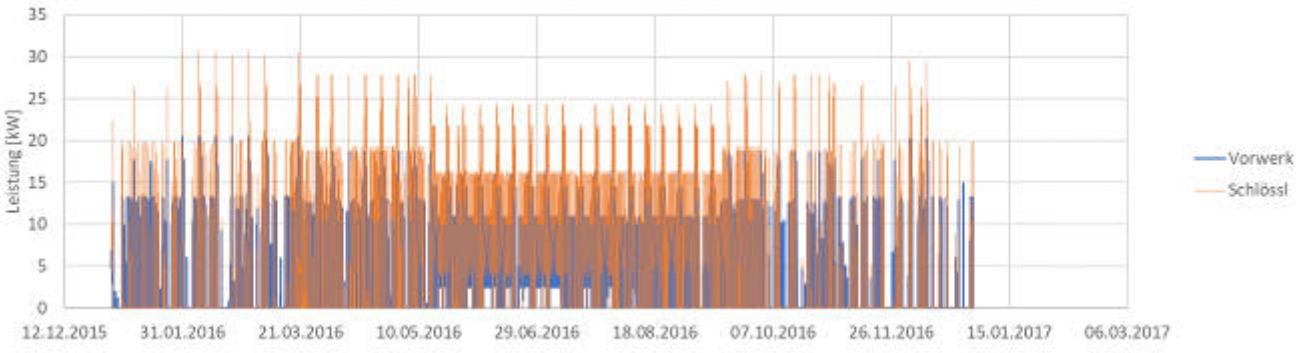


Abb. 84: Übertragene Leistung über die Direktleitungen (Priorität: Hochburg > Vorwerk > Schlössl)

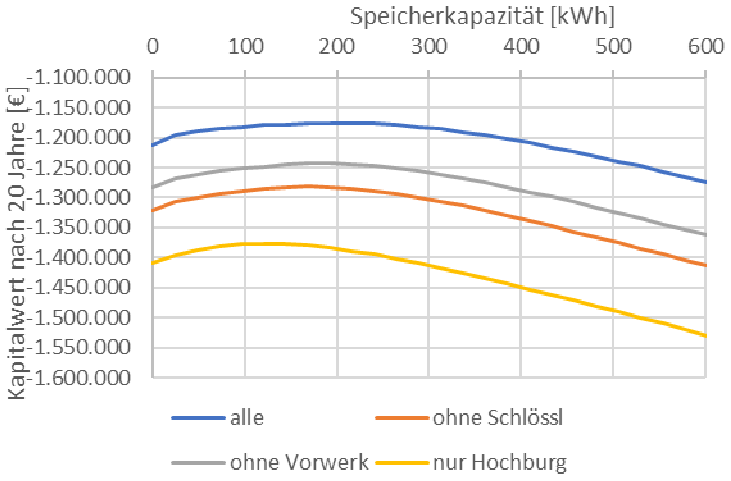


Abb. 85: Kapitalwerte nach 20 Jahren in Abhängigkeit der Speicherkapazität und der Größe des Versorgungsgebiets

7.9 DC-Smart Grid

Untersuchungsobjekt ist ein Smart Grid welches sowohl mit Gleichstrom als auch mit Wechselstrom betrieben wird. Die Einbindung einer PV-Anlage in Kombination mit einem Batteriespeicher (beides eigentlich DC-Geräte) in einem AC-System bringt die Installation von Wechselrichtern mit sich. Viele der heute angebotenen Verbrauchsgeräte, gerade im Bürobereich, arbeiten eigentlich mit DC-Strom - der AC-Strom wird über einen im Gerät verbauten Gleichrichter umgewandelt. Ähnlich ist auch die Situation bei der Straßenbeleuchtung, die heute in den meisten Fällen bereits auf LED-Systemen basiert (geringe Investitions- und Betriebskosten). Für das betrachtete System sollen verschiede Verbraucher (Burg, Straßenbeleuchtung, diverse AC-Verbraucher) mit DC-Direktleitungen miteinander verbunden werden. Inwiefern das Schlössl und das Vorwerk in das Smart Grid eingebunden werden, muss geprüft werden. Die für die Installation einer PV-Anlage am günstigsten ausgerichteten Dachflächen der Hochburg werden mit Solardachziegeln (2.000 m², 240 kWp) ausgestattet. Die Überdachung des Innenhofs der Hochburg mit semitransparenten PV-Modulen wird aus wirtschaftlichen Gründen (Kosten/kWh – PV-Ertrag; als Gesamtkonzept kann wirtschaftlich durchaus gegeben sein) nicht berücksichtigt. In der Burg oder im Schlossberg selbst befindet sich ein elektrochemischer Speicher (Batteriespeicher) mit einer Kapazität von mindestens 200 kWh (vgl. dazu die Berechnung in Kapitel 7.8).

Projekte mit Gleichstrom betriebenen Netzen gibt es bereits, z.B. in Amsterdam[146]. Für das vorliegende Smart Grid wurde angenommen, dass auf der Burg neben dem AC-Netz auch ein DC-Netz betrieben wird. Da vom Gesetz her, für die Beleuchtung ohnehin eigene Stromkreise vorgesehen werden müssen, ist dieses parallel betriebene DC-Netz mit keinem Mehraufwand verbunden. Vielmehr kann man auf viele AC/DC-Wandler für die Beleuchtungskörper verzichten. Weiters entfallen AC/DC- bzw. DC/AC-Wandler bei den Anschlüssen von Batterie und PV-Anlage. Es ist nur ein AC/DC-Wandler im gesamten Smart Grid vorgesehen (abgesehen von sonstigen AC-Verbrauchern außerhalb der Burg). Weiters kommt es in dem beschriebenen Smart Grid, zu geringeren Verlusten bei der Stromwandlung. Die Anordnung der AC- und DC-Zähler wurde so angenommen, dass eine Abrechnung auch in Form eines Mieterstrommodells möglich ist.

Priorität für die Nutzung des PV-Stroms:

① DC-Licht Burg (N) → Batterie
② DC-Licht Burg (T)
③ DC-Licht (T, Mieterstrom)
④ AC-Verbraucher (Mieterstrom)
⑤ DC-Straßenbeleuchtung → Batterie
⑥ AC-Verbraucher (Stadt)
⑦ Batterie
⑧ Öffentliches Netz

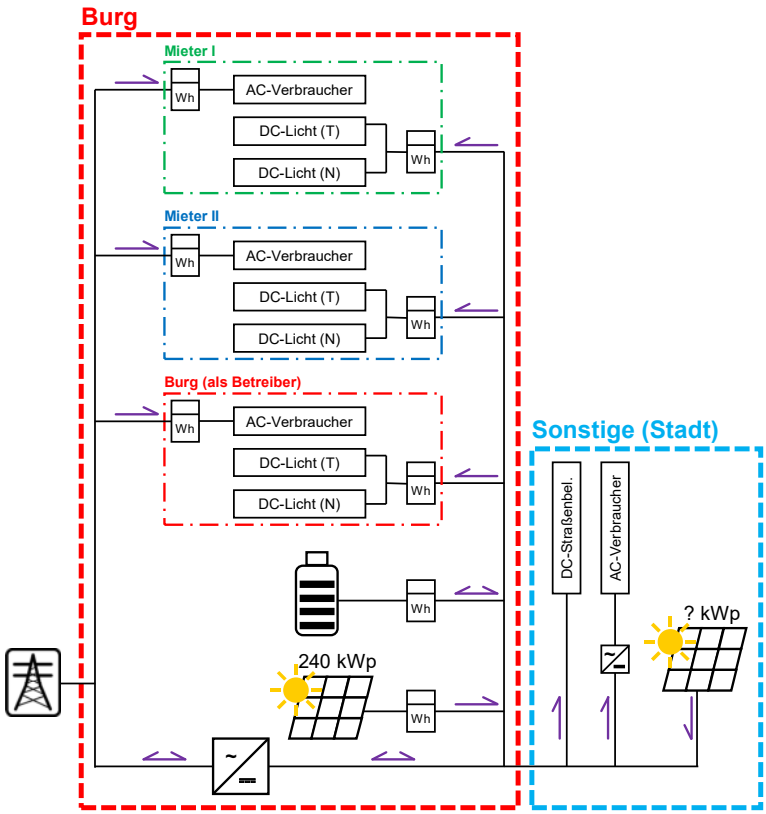


Abb. 86: Schema DC-Smart Grid

[146] Amsterdam Energy City Lab, 2018.

Wenn PV-Strom mit der 240 kWp PV-Anlage erzeugt wird, wird zunächst die Batterie geladen ①, sofern eine gewisse Ladekapazität der Batterie noch nicht erreicht ist. Diese Batteriekapazität mit der höchsten Priorität dient zur Versorgung der DC-Beleuchtung der Burg in der Nacht. In Abhängigkeit der Nachtlänge und der damit verbundenen Beleuchtungsdauer kann eine gewisse Batterieladung für diesen Zweck „reserviert“ werden. Da keine Verluste durch einen DC/AC-Wandler auftreten und die vollen Kosten, für den sonst erforderlichen, vom Netz bezogenen Strom, entfallen ist diese Reservierung von Batteriekapazität aus Sicht der Burg als Betreiber des Speichers und der PV-Anlage am wirtschaftlichsten. Nur die Verluste bei der Be- und Entladung der Batterie müssen bei dieser Nutzung von PV-Strom berücksichtigt werden. In diesem Fall könnte auch eine Wetterprognose mit einbezogen werden. Bei prognostiziertem Schlechtwetter würde die Ladekapazität, die für diesen Zweck „reserviert“ wird, steigen (vgl. Abb. 87).

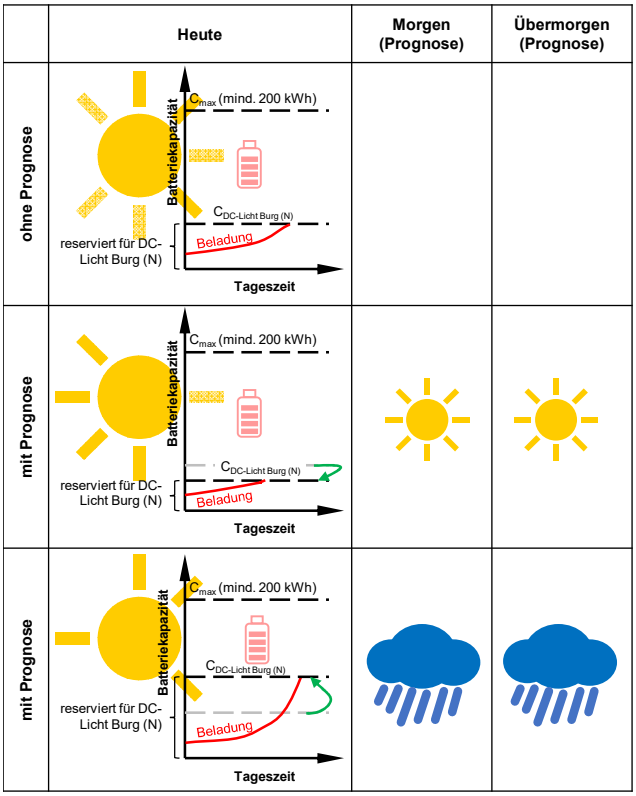


Abb. 87: Nutzen einer Wetterprognose für DC-Licht Burg (Nacht)

Wenn die Batterieladung über den eingestellten Schwellwert steigt, wird der erzeugte PV-Strom für die DC-Beleuchtung für die Burg am Tag verwendet ②. Dieser Strom steht dem Betreiber des Speichers und der PV-Anlage direkt zur Verfügung und ist nicht Teil des Mieterstrommodells. Wie auch im ersten Fall treten bei dieser Verwendung keine Verluste durch DC/AC-Wandler auf. Weiters entfallen auch die Verluste bei der Ent- und Beladung der Batterie, da der Strom direkt zu den DC-Abnehmern fließt. Auch die vollen Kosten, für den sonst erforderlichen, vom Netz bezogenen Strom, entfallen. Aus Sicht der Verluste, müsste eigentlich vor, der Beladung der Batterie zur Versorgung der DC-Beleuchtung in der Nacht in der Burg, der PV-Strom für die DC-Beleuchtung am Tag auf der Burg bereitstehen. Jedoch wird nach Absprache mit dem Burgbesitzer, das beschriebene Modell angewendet.

Wenn die Batteriekapazität über den oben angegebenen Schwellwert ist, die DC-Lichter am Tag in der Burg versorgt werden und noch PV-Überschuss besteht, soll als nächstes der PV-Strom für die Versorgung der DC-Lichtkörper der Mieter in der Burg verwendet werden ③. Die Abrechnung soll über ein Mieterstrommodell geschehen. Bei diesem Modell kann ein statischer Verteilungsschlüssel auf die einzelnen Mieter angewendet werden. Im Falle von nur 2 Mietern (vgl. Abb. 86) und einer gleichmäßigen Aufteilung würden jeweils 50 % des überschüssigen PV-Stroms den jeweiligen Mietern für ihre DC-Lichter und AC-Verbraucher bereitstehen. Im Mieterstrommodell haben die DC-Lichter ③ aufgrund der Vermeidung der Verluste über den DC/AC-Wandler Vorrang gegenüber den AC-Verbrauchern ④ bei den jeweiligen Mietern. Ist der von der PV-Anlage für den Mieter

zur Verfügung gestellte Strom (50 % des überschüssigen Stroms) nicht ausreichend für die Versorgung seiner DC-Lichter, so muss dieser Vermieter sowohl Strom über das Netz und den AC/DC-Wandler für die Leistungsdeckung als auch Strom vom Netz für die Versorgung seiner AC-Verbraucher beziehen. Reicht der Strom für die Versorgung seiner DC-Lichter aus, so kann der restliche Strom über den DC/AC-Wandler zu den AC-Verbrauchern fließen, so dass der, vom Netz bezogene Strom zur Versorgung der AC-Verbraucher abnimmt. Benötigt der Mieter weniger DC- und AC-Strom als ihm von der PV-Anlage zur Verfügung stehen würde, dann wird ihm dieser nicht benötigte Strom auch nicht in Rechnung gestellt. Für den, von der PV-Anlage bezogenen, Strom zahlt der Mieter an den Betreiber der PV-Anlage den Direktabnahmetarif, der für einen wirtschaftlichen Betrieb aus Sicht der Mieter, unter dem Arbeitspreis, des vom Netz bezogenen, Stroms liegen muss. Ob die Mieter für die Bereitstellung des PV-Stroms eine jährliche oder monatliche PV-Leasinggebühr an den Betreiber zahlen, ist Teil des Geschäftsmodells.

Der von den Mietern, nicht benötigte PV-Strom kann nun für die DC-Straßenbeleuchtung der Stadtgemeinde Neulengbach ⑤ verwendet werden. Da die Energie für die Straßenbeleuchtung ausschließlich während der Dämmerung und bei Dunkelheit benötigt wird, erfolgt hier die Versorgung zunächst einmal über die Beladung der Batterie. Ähnlich wie bei der DC-Nachtbeleuchtung bei der Burg wird für diese Versorgung ebenfalls eine gewisse Speicherkapazität in der Batterie „reserviert“. Auch hier können durch Wetterprognosen Anpassungen des Schwellwerts durchgeführt werden, so dass ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist.

Besteht weiterer Überschuss sollen alle weiteren AC-Verbraucher im Smart Grid ⑥ versorgt werden. Das könnte z.B. eine neuerrichtete Wohnhausanlage mit 86 Wohneinheiten am Fuße des Schlossberges sein.[147] Weiterer Überschuss dient für die Aufladung der Batterie ⑦. Erst wenn die Batterie voll aufgeladen ist, und noch immer Überschuss vorhanden ist, soll diese in das öffentliche Netz, mit den handelsüblichen Einspeisetarifen, eingespeist werden ⑧.

7.10 Die Burg als Wärmespeicher

Bei diesem geplanten Vorhaben soll Überschussstrom des Windkraftbetreibers *WEB Windenergie AG* (www.windenergie.at) über das öffentliche Netz zur Burg Neulengbach transportiert werden. Dieser Überschussstrom soll hauptsächlich dazu genutzt werden, um mit einer Kompressions-Wärmepumpe Wärme zur Beheizung der Burg bereit zu stellen. Die erzeugte Wärme wird entweder direkt in das Heizungssystem der Burg eingespeist oder in einem Kavernenspeicher zwischengespeichert (vgl. Abb. 88).

Die Burg besteht aus Hochburg, Schlössl und Vorwerk. Welche Objekte mit der Wärme aus dem Speicher versorgt werden, soll im Projekt untersucht werden. Darüber hinaus soll untersucht werden, ob die Abwärme eines Batteriespeichers (falls ein Speicher für ein Smart Grid auf der Burg vorgesehen wird), welche durch die Verluste der Entlade- und Beladezyklen auftritt, ebenfalls genutzt werden kann.

Erste Näherungsrechnungen haben gezeigt, dass die Abwärme des Batteriespeichers mit einer Kapazität von ca. 300 kWh ungefähr 5 % des Heizwärmebedarfs der Hochburg decken könnte. Der zeitliche Anfall der Abwärme wurde in dieser Berechnung noch nicht berücksichtigt. Ebenso wenig wurde das Temperaturniveau der Abwärme analysiert. Die detaillierten Berechnungen sollen Teil des Demoprojektes sein. Inwieweit saisonale Wärmespeicher in Frage kommen und ob weitere Wärmequellen erforderlich sind, soll im Zuge dieses Projekts geklärt werden.

Das wirtschaftliche Modell, auf dem dieses Demoprojekt basiert, baut darauf auf, dass der Windkraftbetreiber durch Prognoseunsicherheiten zeitweise eine Überproduktion aufweist. D.h. es wird mehr Strom erzeugt als prognostiziert. Um die Windkraftanlagen nicht drosseln zu müssen, bzw. um nicht die Kosten für positive Ausgleichsenergie tragen zu müssen, ist es sinnvoll, zusätzliche Verbraucher ans Netz gehen zu lassen, die diese Überproduktion abfedern. Dieser Strom würde dem Betreiber der Wärmepumpe zu einem günstigeren Tarif als dem regulären Bezugstarif zur Verfügung gestellt werden. Dadurch sinken die Wärmegestehungskosten für die Burg Neulengbach.

Der Vorteil dieser Variante zur Kompensation von (positiver) Ausgleichsenergie liegt in den, im Vergleich zum Batteriespeicher, geringeren Investitionskosten. Durch die Nutzung von Wärmepumpen lassen sich auch hohe

[147] NÖ Pressehaus Druck- und VerlagsgmbH, 2017.

Wirkungsgrade in der Wärmeerzeugung erreichen. Von Nachteil ist, dass für eine Wirtschaftlichkeit des Systems eine entsprechende Abnehmerstruktur vorhanden sein muss, die im Falle der Hochburg nur während der Heizperiode gegeben ist, und dass damit nur positive Ausgleichsenergie kompensiert werden kann. [148]

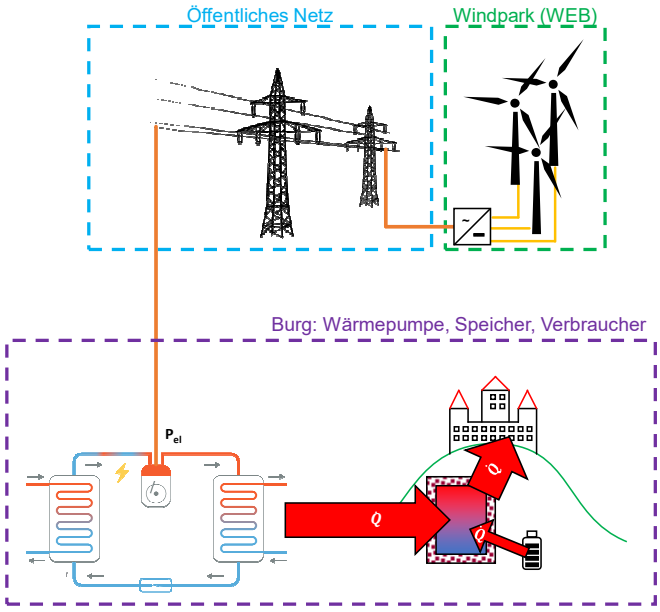


Abb. 88: Die Burg Neulengbach als Wärmespeicher

Im Projekt „Windenergievermarktung, dass sich unter anderem mit verschiedenen Arten der Ausgleichsenergie-kompensation befasst, wird diese Art der Kompensation durchwegs als positiv eingestuft. Dort heißt es, dass die Auswertungen des Einsatzes von Power to Heat Anlagen zur Kompensation von Ausgleisenergie deutlich zeigen, dass diese Variante Potential hat, wenn der entsprechende Wärmebedarf vorhanden ist. [148]

Ist auf der Burg bereits ein Batteriespeicher verbaut, macht es Sinn auch eine Möglichkeit vorzusehen, in der dieser Speicher bei Bedarf (kein PV-Strom zur Verfügung, etc.) mit der günstigen Energie aus der Ausgleichsenergiekompensation geladen werden kann.

7.11 Der Schlossberg als Speicher

Im Kapitel 0 wurden immer wieder Untertagbauvorhaben im Schlossberg genannt. Um eine Machbarkeitsstudie für solche Vorhaben durchführen zu können ist vor allem ein geologisches Gutachten von Bedeutung. Um solche Vorhaben aus geologischer Sicht untersuchen zu können, wurde daher im Zuge des Sondierungsprojekts, der Geologe Prof. Dr.phil. Josef Lueger mit der Untersuchung beauftragt.

Es wurden folgende Optionen und eventuell Kombinationen davon untersucht:

1) Tiefgarage mit 300 Stellplätzen zwischen Vorwerk und Schlössl
2) Kavernenspeicher daneben/unter der Hochburg
3) Container-Räume für Großbatterien
4) Salzwassersee im Untergrund
5) Tiefenbohrungen zur thermischen Nutzung

[148] Paeck P., et al., 2018.

Folgende Erkenntnisse können aus der Untersuchung gewonnen werden:

- Die in Erwägung gezogene Kaverne liegt im Buchberg-Konglomerat, das den Schlossberg zur Gänze aufbaut. Im südlichen Teil reicht sie möglicherweise bis in den darunter liegenden Schlier oder altersgleiche Sedimente.

- Die tunnelbaugeologischen Eigenschaften des Buchberg-Konglomerats sind eher ungünstig. Das Gebirge ist voraussichtlich Gebräch. Mit Mehrausbrüchen ist zu rechnen.

- Aufgrund der Versickerung von Niederschlagswasser ist mit Tropfwasserzutritten zu rechnen. Der untere Teil des Konglomerats ist möglicherweise mit maximal wenigen Metern Grundwasser gefüllt.

- Das Vorhandensein von Erdgas in der Nähe des Projektgebietes weist auf eine mögliche Explosionsgefahr hin. Daher sind entsprechende Vorsichtsmaßnahmen beim Kavernenbau erforderlich.

- Im Zuge der Kavernenerrichtung ist mit Erschütterungen (Sprengvortrieb) und Setzungen an der Oberfläche zu rechnen. Um Schäden (Risse, Verkippungen etc.) an der Burganlage und an, in der Nähe befindlichen, Bauwerken zu vermeiden, sind bestimmte Vorkehrungen zu treffen.

- Allein für Vortrieb und Ausbau der Kaverne sind valorisierte Kosten von ungefähr 8.116.000 EUR zu veranschlagen. Hinzu kommen noch Kosten für Vorerkundung, Planung, technische Einrichtungen (Lüftung, Wasser, Abwasser, Stromversorgung etc.), Entsorgung des Ausbruchmaterials, Grundeinlösungs- und Servitutskosten sowie nutzungsspezifische Projektbestandteile. Auf zusätzliche Untertagearbeiten für die angedachten Nutzungsvarianten entfallen voraussichtlich deutlich geringere Kostenanteile.

- Aus geologischer Sicht erscheinen folgende Nutzungsvarianten einer Kaverne im Schlossberg machbar:
  - **Container für Großbatterien:** Zutretende Tropfwässer müssen von den Batterien ferngehalten werden. Da in Kavernen die Luftfeuchtigkeit meist hoch ist, sollte die Notwendigkeit eines Belüftungs- bzw. Luft-Trocknungssystems geprüft werden.
  - **Wasserspeicher zur Wärmespeicherung:** In der zurzeit als Tiefgarage in Erwägung gezogenen Kaverne können schätzungsweise 15.000 m³ Wasser in dichten Behältern aus Stahlbeton gelagert werden. Um im Fall von Schäden oder Reparaturarbeiten wenigstens einen Teilbetrieb gewähr-leisten zu können, sind mindestens drei Behälter vorzusehen. Die Behälter müssen von außen zugänglich sein; eine direkte Verbindung von Kavernenwand und Behälterwänden ist daher zu vermeiden. Die Energiespeicherung mittels Salzwasser erscheint nicht zweckmäßig, weil dieses eine kleinere Wärmekapazität hat, technisch schwieriger handzuhaben ist als Süßwasser und bei Austritten von Salzwasser Umweltbeeinträchtigungen eintreten können.
  - **Tiefenbohrungen zur thermischen Nutzung** (Gesteinswärmespeicher, Grundwasserspeicher): In der Kaverne kann ein Sondenfeld zur Erdwärmegewinnung oder zur Wärmespeicherung im Gestein errichtet werden. Dabei ist mit spezifischen Entzugsleistungen um 50 bis 70 W pro Meter Sondenlänge zu rechnen. Der Sondenabstand ist so zu wählen, dass eine möglichst geringe gegenseitige Beeinträchtigung stattfindet. Die thermischen Eigenschaften des Untergrunds und der Wärmeübertragungseigenschaften des im Boden einzubauenden Wärmeüberträgers sollten als Grundlage und Eingabegrößen für die Auslegung einer Wärmequellenanlage mittels Thermal Response Test (TRT) erkundet werden. Da der terrestrische Wärmestrom die entzogene Wärme bei weitem nicht nachliefern kann, erscheint es am sinnvollsten, den Untergrund als saisonalen Wärmespeicher oder zur Speicherung von Überschüssen aus Energiegewinnungsanlagen (z.B. Solar-, Photovoltaik- oder Windenergie) zu nutzen. Bei Errichtung einer Tiefgarage erscheint die Kombination mit einem Gesteinsspeicher-Sondenfeld wegen des geringen Platzbedarfes zweckmäßig.
  - Die Erfolgsaussichten eines **Grundwasserspeichers** erscheinen aus geologischen Gründen gering.

Details sind dem Bericht „Untersuchung von Untertagebauten im Schlossberg Neulengbach aus geologischer Sicht“ im Anhang dieser Arbeit zu entnehmen.

8 Burg und Schlossberg als neuer/alter sozialer und kultureller Begegnungsort – mehr als ein technischer Speicher

Die Bevölkerung bzw. verschiedene NutzerInnengruppen wurden auf vielschichtige Weise in das Projekt miteinbezogen. Der Schlossberg und vor allem die Burg Neulengbach wirken dabei als sozialer Begegnungsort unterschiedlicher Gruppen. Die Burg und der zugehörige Berg/Park gelten dabei nicht nur als technischer Speicher, z.B. in Form eines Wärmespeichers oder Stromspeichers, sondern bieten Möglichkeiten zur Konservierung / Bewahrung zahlreicher unterschiedlicher teilweise ideeller Eigenschaften. Und auch in den Köpfen der vielen Neulengbacherinnen und Neulengbacher befindet sich ein „externer Speicher". Geschichten, welche mit der Burg und dem Schlosspark in Verbindung gebracht werden, Wissen über die Burg, welches von Generation zu Generation weitergegeben wird und in historischen Führungen auch Außenstehenden nähergebracht wird – all das steht im Sinne des großen Ganzen, der Speicherstadt Neulengbach.

Im Folgenden werden diverse Aktivitäten vorgestellt, mit welchen die Bevölkerung bzw. verschiedene Gruppen in das Projekt involviert wurden und welche Ausprägungen – außer dem klassischen Speicher im technischen Sinne – der Speicherort Burg Neulengbach zusätzlich übernehmen kann:

8.1 Wieder-Öffnung der Burg Neulengbach für die Bevölkerung und Einzug der Zukunft in die Burg

Zu Beginn des Projekts stand eine entscheidende Frage im Raum. Seit mittlerweile 30 Jahren war es still um die im 12. Jahrhundert erbaute Burg geworden, die Burgtore blieben für die Bevölkerung geschlossen. Damit einhergehend wuchsen Frustration, aber auch Neugierde bei den Neulengbacherinnen und Neulengbachern. Es stellte sich also die Frage, wie damit umgegangen werden sollte.

Noch bis Anfang der 1980er Jahre beheimatete die Burg Neulengbach große öffentliche Veranstaltungen, wie etwa Theateraufführungen. Aufgrund grober Unstimmigkeiten zwischen dem Burgherren und der lokalen Politik fanden diese Events aber bald ein jähes Ende. Somit wurde das Burgtor vor etwa 30 Jahren geschlossen und sogar die Beleuchtung des Prachtbaus wurde deaktiviert.

Mit der Gründung des Personenkomitees Burg 2025 wurde erneut ein Versuch von neutralen Personen unternommen, eine Brücke zwischen Burgherrn und lokaler Politik in enger Abstimmung mit der Regionalentwicklung zu schlagen. Als großes Ziel setzte man sich dabei, die Burg Neulengbach zur revitalisieren und damit ein geistig-kulturelles Zentrum im Niederösterreichischen Zentralraum zu schaffen.

Als erster Meilenstein für weitere Entwicklungen auf der Burg mussten also die Burgtore wieder geöffnet werden. Die Burg musste – nicht nur aus der Ferne –sichtbarer im Neulengbacher Alltag werden, greifbarer für die Menschen, die ringsum leben und tagtäglich auf das geschichtsträchtige Gebäude im Herzen Neulengbachs blicken, teilweise ohne zu wissen, was sich hinter den geschlossenen Toren verbirgt.

Der Bevölkerung wurde im Laufe des Projekts erstmals seit Jahrzehnten wieder mehrmals der Zugang zur Burg angeboten und dabei mit unerwarteten, modernen und innovativen Themen konfrontiert, welche in solch alten Mauern nicht erwartet wurden. Die Neulengbacherinnen und Neulengbacher strömten dabei auf die Burg, da sich in der langen Zeit, in der die Burg für die Öffentlichkeit geschlossen war, große Neugierde aufgebaut hat. Enorme BesucherInnenzahlen konnten deshalb bei den verschiedenen Veranstaltungen erzielt werden, welche im Folgenden näher beschrieben werden. Mit zu den umfangreichen Programmpunkten bei den Events zählte dabei beispielsweise auch, ein individuelles „Foto auf der Burg" von professionellen FotografInnen machen zu lassen. Die Bevölkerung soll so mittelfristig wieder einen persönlichen Bezug zur Burg Neulengbach herstellen und motiviert werden, sich an zukünftigen Aktionen auf der Burg ehrenamtlich zu beteiligen. Eventuelle Finanzierungsmodelle oder Beteiligungsformen für die regionale Bevölkerung sollen so vorbereitet werden.

Parallel zu den erwähnten Veranstaltungen für die Bevölkerung gab es viele weitere Ebenen der Öffnung der Burg, um unterschiedliche MultiplikatorInnen anzusprechen. So wurden beispielsweise weiters lokale Unternehmen sowohl aktiv als auch passiv in die „Öffnungen" miteinbezogen. Es fanden mehrere Treffen der BürgermeisterInnen der Region in der Burg statt (Identifikation, Presse), es wurden mehrere Treffen des Personenkomitees Burg 2025 in der Burg abgehalten (Identifikation, MultiplikatorInnen) und es wurden Führungen und Aktivitäten für Schulklassen organisiert (z.B. Honig schleudern auf der Burg). Außerdem fand am 27. Juni 2018 ein Zukunftssalon in der Burg statt, welcher von Stefan Bauer-Wolf begleitet wurde. Für 2019 ist bereits ein Zukunftskongress geplant, welcher speziell junge Menschen ansprechen soll.

Zur Öffnung der Burg zählt auch die weitere Optimierung der Sichtbarkeit des Bauwerks. Durch ein smartes Beleuchtungskonzept soll sie auch in der Nacht in der ganzen Region sichtbar sein und als Markenzeichen der Stadt und Region inszeniert werden.

8.1.1 Ideenwettbewerb: Neugestaltung der Burg

Im Jahr 2016 wurde rund um die nachhaltige wirtschaftliche Nutzung und Erhaltung der Burg Neulengbach ein Ideenwettbewerb ausgeschrieben. Die eingelangten Beiträge wurden von einer Fachjury bewertet und schließlich der Öffentlichkeit an zwei Tagen direkt in den Räumlichkeiten der Burg in Form einer Ausstellung präsentiert, um auch die Meinung der breiten Öffentlichkeit einzuholen und die Bevölkerung in die Auslobung mittels Public Voting miteinzubeziehen. Die Chance wurde von nahezu 1.000 Menschen aus der Bevölkerung genutzt, welche ihre Stimme für ihr jeweiliges Favoriten-Projekt abgaben. Als Gewinner des Ideenwettbewerbs gingen schließlich drei Konzepte hervor:

- „Ideen-Gulasch“ von Matthias Gass und Maximilian Peter, das Veranstaltungen, Co-Working-Büros, eine Bildungseinrichtung, eine Kunstakademie und Gastronomie umfassen soll;
- das Konzept „Kompetenzzentrum für Handwerk und Veredelung“ von Clemens Swatonek, das vernetzte Werkstätten für traditionelles Handwerk und eine Brauerei auf der Burg vorsieht;
- das Unternehmen „tourismusdesign gmbh & co kg“ mit seinem Konzept „Slow Castle Neulengbach – Zeit für die Burg“, welches die Burg als Heimstätte für Slow Design, Slow Craft und Slow Work vorsieht.

Der Verein Burg 2025 verfügt über die Rechte an den Siegerideen und in Absprache mit dem Burgherrn soll nun die weitere Umsetzung forciert werden. Hierbei ist man darauf bedacht, die drei Siegerideen zusammenzuführen und gegebenenfalls auch mit Ideen aus anderen der insgesamt 43 eingereichten Projekte zu ergänzen.[149]



Abb. 89: Preisverleihung im Rahmen des Ideenwettbewerbs Burg 2025[150]

[149] Holzmann, M., 2016.
[150] Burg:2025, 2016.

8.1.2 Open Future Labs Day



Abb. 90: Impressionen des Open Future Labs Day am 15. September 2017[151]

Am 15. September 2017 wurde der Open Future Labs Day auf der Burg Neulengbach veranstaltet und insbesondere die Bevölkerung eingeladen. Dieser Einladung folgten mehr als 900 Personen. An diesem Tag hielt die Zukunft Einzug auf der Burg – unter anderem wurde ein Robot Lab für fast 100 VolksschülerInnen eingerichtet, ein 3D Printing und Virtual Reality Lab begeisterte Groß und Klein, die aktuellsten E-Auto und Wasserstoffauto-Modelle sowie die regionale Stromtankstelleninitiative wurden präsentiert. Den krönenden Abschluss bildete ein Vortrag des international bekannten Zukunftsforschers Lars Thomsen zum Thema „520 Wochen Zukunft“. Die BesucherInnen wurden im Zuge dieser großen Veranstaltung an zukunftsrelevante Themen im Bereich der Technik am Schauplatz Burg-Lab herangeführt, um dahingehend einen wertvollen Meilenstein hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der Burg Neulengbach zu setzen. Die Bevölkerung wurde sensibilisieren und mit dem Zusammenspiel Alt-Neu vertraut gemacht. Während des Events wurden auch Burgführungen und individuelle Fotoshootings angeboten, um einen noch persönlicheren und breiteren Eindruck der Burg zu erhalten.

8.1.3 SpeicherWERKStadt

Am 18. Mai 2018 folgte eine weitere Veranstaltung am Schauplatz Burg Neulengbach. Die Burg diente im Rahmen der SpeicherWERKStadt als Spielwiese für das Thema Speichern. Unterschiedlichste Speichermöglichkeiten wurden aufgezeigt, Anwendung und Forschung verknüpft, die lokale Wirtschaft sowie die Bevölkerung miteinbezogen. Die Burg Neulengbach wurde somit als „Start-Up Festung“ im Bereich Speichern, Wirtschaft und Forschung für die Bevölkerung erlebbar – rund 600 Personen nahmen diese Chance wahr. Folgende Speicherformen waren Teil des Events:

„Energiespeicher“ – Mobil und unabhängig vom Stromnetz mit dem Stromkoffer des Unternehmens Hellpower Energy; Einblicke in eine Teslabatterie; Homestrom Austria: Stromspeichersysteme in den eigenen vier Wänden; Blue Sky Energy: Salzwasserspeicher von Greenrock; Solteq Solardach und Energie Dach System präsentierten die Dächer der Zukunft, die nicht nur Energie erzeugen, sondern auch optisch ein Hingucker sind; ATB Becker Photovoltaik: Solarwattspeicher Energy GmbH: flexible und leichte Photovoltaik-Lösungen. Pureselfmade: Kleinwindrad ganz einfach selbst bauen und zur Stromversorgung nutzen; Schachner Kleinwindkraft präsentierte eine Kleinwindkraftanlage.

„Geschichtespeicher“ – Historikerin Hedy Fohringer gab exklusive Einblicke in die fast 1000-jährige Geschichte der Burg Neulengbach. Von den Kasematten über das Verlies, den Wehrturm bis unter das Dach konnte die Burg erkundet werden. An einer Topothek-Station konnten die BesucherInnen zurück in die Vergangenheit der Region reisen und sehen, wie auf alten Postkarten Leute identifiziert werden.

„Designspeicher“ – Studenten der NDU New Design University gestalteten den Burg-Innenhof mit Hilfe von Virtual Reality.

[151] Hörmandinger, M., Sitte, C., 2017.

„E-Mobilitäts-Speicher“ – Tesla-Vermietung, eNu, fahrvergnügen.at und die EVN präsentierten die angesagtesten E-Autos; fahrvergnügen.at führte das Johammer E-Motorrad vor und die eNu ein Energiefahrrad, mit dem man selbst Strom erzeugen kann.

„Genussspeicher“ – regionales kulinarisches Angebot im Innenhof der Burg



Abb. 91: Impressionen der SpeicherWERKStadt am 18. Mai 2018[152]

„Reparaturspeicher“ – Die BesucherInnen konnten eigene Kleingeräte in ein eigens eingerichtetes Repair-Cafe auf der Burg bringen und diese vor Ort reparieren lassen.

„Ideenspeicher“ – Der Raumwagen, ein, stand als Vernetzungsplattform für die Bevölkerung zum Ideen- und Kontaktaustausch zur Verfügung. Folgende Fragestellungen wurden dabei unter anderem behandelt: Was liegt Ihnen am Herzen? Welche Vision haben Sie für unsere Burg, Neulengbach, unsere Region? Und: Was möchten Sie aktiv beitragen? Zudem wurden die aktuellen Konzepte rund um die Entwicklung der Burg ausgestellt und diskutiert.

„Kompostspeicher“ –Öklo führte seine mobile Komposttoillette und deren zahlreiche Vorteile vor.

„Experimentierspeicher“ – In der Experimentier WERKStadt konnten die kleinsten BesucherInnen das Thema Speichern erleben und entdecken. Wie groß ist der Unterschied zwischen einem gedämmten und ungedämmten Haus? Wie viel Strom benötigen unsere elektrischen Geräte? Diese und andere Fragen konnten die Kinder gemeinsam erforschen.

8.1.4 Burgführungen 2.0 – Kulturdenkmal trifft auf neue Ideen

In Zusammenarbeit mit der Neulengbacher Fremdenführerin Dr. Hedwig Fohringer (Mitglied von Burg 2025) wurden neue Burgführungen konzipiert und durchgeführt. Die klassische Burgführung wurde dabei um neue Ansätze erweitert, um die Bevölkerung bzw. Interessierte an neue Wege der Revitalisierung der Burg heranzuführen.

Die Burg ist inmitten von Neulengbach situiert – aus Sicht des Flächenverbrauchs bzw. auch in den Augen vieler bisher ein leerstehender Fremdkörper. Die Wege der BewohnerInnen Neulengbachs müssen aktuell rund um die Burgmauer in die Stadt führen, eine städtebauliche und funktionelle Integration der Burg in das städtische Gefüge ist nicht gegeben. Aus diesem Grund besteht in Neulengbach auch zum größten Teil intern kein städtischer Zusammenhang, da der „Fremdkörper Burg“ wenig räumliche Zusammenhänge zulässt.

In der Vergangenheit war eine Burg stets ein monumentales Imperium, eine Einheit als sich selbstversorgendes System. Nahrungsmittel wurden – wenn nicht selbst produziert – direkt aus der Nachbarschaft besorgt und die benötigte Energie (in Form von Wärme) wurde aus den Ressourcen der eigenen Liegenschaften bereitgestellt. Rund um diese Zentren siedelten sich Menschen an, weil zum einen Sicherheit gegeben war und zum anderen die eigenen Produkte in der Burg abgesetzt werden konnten. So entstand lokaler Handel – einerseits lieferte die Burg Leistungen bzw. fragte danach und andererseits stand die Umgebung in direktem Austausch mit der Burg.

[152] Hörmandinger, M., 2018.

Am Beispiel Neulengbach ist letztendlich zu sehen, dass die Platzierung der Innenstadt am Hang des Schlossbergs ein solches Siedlungsgefüge darstellte. Heutzutage hat die Innenstadt aber keinen „Kunden“ wie das damalige Wirtschaftsgefüge „Burg“ mehr, sondern vielmehr einen hektargroßen Leerstand im Rücken.





Abb. 92: Burgführungen im Rahmen des Open Future Labs Day am 15. September 2017[153]

8.1.5 Social Furniture: Begegnung unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen an einem ungewöhnlichen Ort

Neulengbach ist eine stark wachsende Kleinstadt und hat wie viele andere Städte auch mit den Tücken des exogenen Bevölkerungswachstums zu kämpfen. Eine äußerst positive Wanderungsbilanz, aber eine weniger positive Geburtenbilanz lässt darauf schließen, dass sich neue Bevölkerungsgruppen in Neulengbach ansiedeln. Die „junge“ Stadt im Wienerwald wird zur bürgerlichen Kleinstadt im suburbanen Ballungsraum.

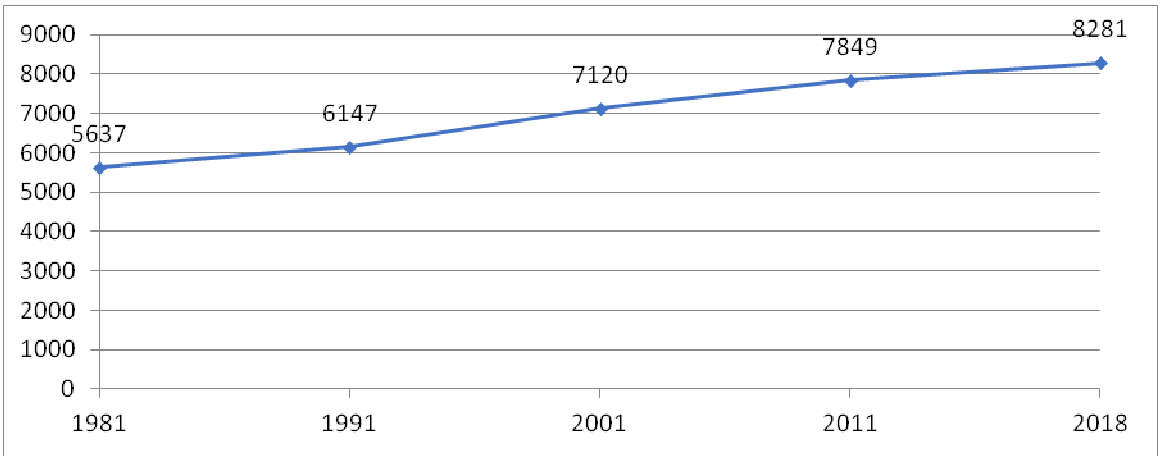


Abb. 93: Bevölkerungsentwicklung Stadtgemeinde Neulengbach, 1981 bis 2018[154]

Aufgrund der Sichtbarkeit der Burg und ihres Charakters als regionales Wahrzeichen ist es nachvollziehbar, dass sich besonders Zugezogene für die Burg stark interessieren. Diese Menschen bringen urbane Lebensstile sowie alternative Lebenskonzepte mit und treffen damit auf bereits lang hier lebende Personen, welche mit den Gegebenheiten des ländlichen Raums groß geworden sind bzw. zum Teil auch alt geworden sind. Diese Diskrepanz müssen Gemeinden im suburbanen Raum heute stärker als jemals zu vor behandeln und bewältigen. Entsprechende Veränderungen gehen mit dieser Entwicklung einher.

[153] Sitte, C., 2017.
[154] Statistik Austria, 2018.

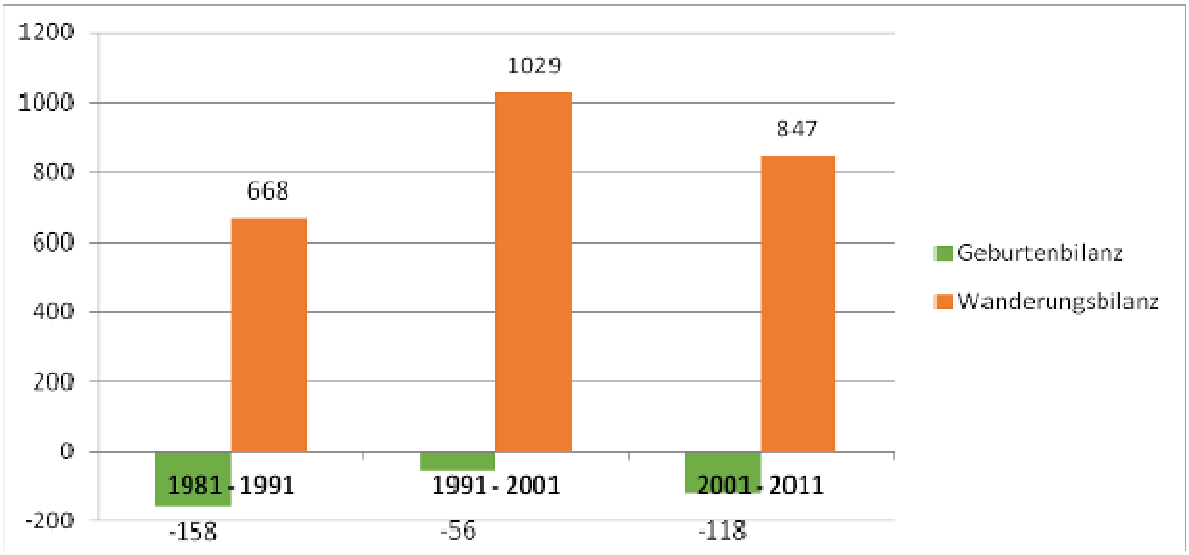


Abb. 94: Bevölkerungsentwicklung durch Geburten- und Wanderungsbilanz Stadtgemeinde Neulengbach, 1981 bis 2011[155]

Das Personenkomitee (Burg 2025) beabsichtigte in diesem Zusammenhang, Workshops mit Menschen unterschiedlicher Lebensstile und Ideen, aber auch unterschiedlicher Herkunft abzuhalten und dabei verschiedene Personengruppen zusammen zu bringen. Beim gemeinsamen Gestalten sollen sie sich kennenlernen und die Möglichkeit bekommen, sich auszutauschen. Bei sogenannten „Social Furniture“ Workshops fanden AsylwerberInnen, SchülerInnen aus dem Polytechnischen Lehrgang sowie langjährige BürgerInnen Neulengbachs bzw. der Region zusammen und gestalteten gemeinsam verschiedene Möbelstücke, welche sodann für den Einsatz auf der Burg Neulengbach z.B. im Rahmen verschiedener Veranstaltungen bestimmt waren.



Abb. 95: Social Furniture Workshop im Rahmen der SpeicherWERKStadt am 18. Mai 2018[156]

Die Entwürfe für die Möbelstücke beruhen dabei auf einer „Open Source“ Technologie. Die Architekten der Firma EOOS stellten die Daten für die Möbel für jeden frei zugänglich im Internet zur Verfügung und in Neulengbach konnte damit ein internationaler und professioneller Entwurf (ursprünglich im Austrian Pavillon der 15.ten Biennale in Venedig konzipiert, dann bei den Technologiegesprächen in Alpach weiterverwendet) vor Ort mit lokaler Technologie und Einsatzbereitschaft der unterschiedlichen Personengruppen umgesetzt werden. Die gestalteten Möbel sollten vor allem auffallen. Die damit einhergehende Message ist klar: Die Möbel zeigen klar ihren temporären Charakter, denn sie sind eigentlich bzw. werden nach ihrer Nutzung wieder Schalbretter und werden aber zwischenzeitlich auf der Burg Neulengbach im Rahmen verschiedener Veranstaltung verwendet.

[155] Statistik Austria, 2018.
[156] Hörmandinger, M., 2018.

8.1.6 Speicher-Workshops in Volksschulen

Im Mai 2018 wurde das Thema Speichern auch in zwei regionalen Volksschulen gemeinsam mit den SchülerInnen aufgegriffen und Workshops gestaltet. SchülerInnen der 3. und 4. Klassen der Volksschulen Kasten und Michelbach konnten im Rahmen der zweistündigen Workshops, geleitet vom Planungsbüro im-plan-tat Raumplanungs-GmbH & Co KG, allerhand Wissenswertes zu verschiedenen Speichermöglichkeiten erfahren und durch Experimente auch selbst ausprobieren, wie Energie gespeichert werden kann. Auch Plakate für Kurz-Referate zu den Themen Energiespeicher, Informationsspeicher, Materialspeicher und Mensch als Energiespeicher wurden von den Kindern gestaltet. Besonders das Konservieren und Speichern von regionalen Produkten wurde mit den SchülerInnen auch zum Thema gemacht. Die Region um Neulengbach bietet dahingehend eine Vielzahl an heimischen Produkten, welche beispielsweise gedörrt, eingemacht oder eingekocht werden können (wie z.B. die Elsbeere). So kann bereits unter den Jüngsten das Bewusstsein für unterschiedliche Arten des Speicherns geschaffen werden. Die Speicher-Workshops wurden über Talente Regional (Kooperationszuschüsse) finanziert und in Kooperation mit der Klima- und Energiemodellregion Elsbeere Wienerwald durchgeführt.

Vor allem die Bedeutung des Speicherns für eine nachhaltige Energie-Zukunft soll besonders bei den Jüngsten bereits verankert werden. Die Schulen, insbesondere die DirektorInnen und LehrerInnen stehen innovativen Themen wie dem Speichern (aber in der Vergangenheit haben auch bereits Workshops zu den Themen Energiesparen oder umweltfreundliche Mobilität in etlichen regionalen Schulen, auch in Neulengbach, stattgefunden) sehr offen gegenüber und unterstützen daher derartige Vorhaben erheblich.





Abb. 96: Speicher-Workshop in der Volksschule Kasten am 07.05.2018[157]

8.1.7 BURG:Honig – Honigschleudern mit SchülerInnen

Im Frühjahr 2018 wurden in Zusammenarbeit mit einem regionalen Imker Bienenstöcke mit 10 Bienenvölker auf der Burg Neulengbach angesiedelt. Die wertvollen Lindenbäume im Schlosspark rund um die Burg, bieten eine wertvolle Bienenweide. Dank der Bienen wurde begehrter Lindenblütenhonig hergestellt.





Abb. 97: Honigschleudern „Burg:Honig“ mit SchülerInnen der VS Asperhofen im Juni 2018 (Fotos Burg2025)

Im Juni 2018 startete dann die Honigproduktion. Dazu wurden SchülerInnen der Volksschule Asperhofen auf die Burg eingeladen, um Honig zu schleudern. Die große Relevanz des Naturraums und der Biodiversität für die Honigproduktion war Thema während des Besuchs der Kinder auf der Burg. Die Vernetzung verschiedener Altersklassen, der Wirtschaft und der Burg stand im Rahmen des Projekts im Vordergrund.

[157] im-plan-tat Raumplanungs-GmbH & Co KG

In Kooperation mit Unternehmen der Aktiven Wirtschaft Neulengbach wurden insgesamt mehr als 1.300 Gläser Honig zu je 150 Gramm abgefüllt, welche in der Weihnachtszeit als Geschenke dienen sollen. Die Produktion des Burghonigs wird über ein Leader Projekt der Region Elsbeere Wienerwald gefördert.

8.1.8 Zukunftssalon in der Burg

Im Juni 2018 fand in der Burg Neulengbach ein sogenannter Zukunftssalon statt, die Burgtore wurden abermals für die Bevölkerung geöffnet. Organisiert wurde die Veranstaltung von der Neulengbacher Unternehmerin Michaela Schmitz, geleitet von einem regional ansässigen Coach und Mediator. Im Zukunftssalon, einer Veranstaltungsreihe, welche nun erstmals die Burg Neulengbach zum Schauplatz hatte, beschäftige man sich mit der Frage, was man selbst heute tun kann, um für das Morgen gerüstet zu sein. Insbesondere die Chancen aber auch Herausforderungen im Zusammenhang mit gesellschaftlichen Veränderungen wurden thematisiert – generell können aber die Themen frei anhand der Inputs der TeilnehmerInnen zur „Zukunftsfähigkeit“ gestaltet werden.

8.2 Öffnung der Burg für innovative ExpertInnen

8.2.1 Versammlungen innovativer Institutionen und Projekte auf der Burg

Im September 2017 wurden begleitend zum Open Future Labs Day verschiedene Vereine auf die Burg Neulengbach eingeladen, um hier ihre Versammlungen im historischen Umfeld der Burg abhalten zu können.

Der Verein Aktive Wirtschaft Neulengbach hielt seine Generalversammlung in der Burg Neulengbach ab. Der Verein setzt sich für die Gewährleistung der Nahversorgung der Neulengbacher Bevölkerung und die Erhaltung und Schaffung von Arbeitsplätzen im Ort ein. Während des Open Future Labs Days wurde durch die Aktive Wirtschaft zudem ein Impuls-Vortrag des innovativen erfolgreichen Unternehmers Heini Staudinger organisiert.

Des Weiteren war der Mobilitätsverein fahrvergnügen.at auf der Burg Neulengbach im Rahmen seiner jährlichen Generalversammlung vertreten. fahrvergnügen.at initiierte ein regionales E-Carsharing und ist derzeit in Neulengbach, aber auch in den umliegenden Gemeinden Maria Anzbach und Böheimkirchen mit elektrischen Fahrzeugen im Carsharing Betrieb tätig. Diese Fahrzeuge waren auch beim Open Future Labs Day für die Bevölkerung zur Besichtigung und Information auf der Burg Neulengbach ausgestellt.

Zudem wurde das vom Mobilitätsverein fahrvergnügen.at ins Leben gerufene Leitprojekt „Die Ladechecker“ auf die Burg Neulengbach eingeladen. Das Projekt, an welchem auch verschiedene Klima- und Energiemodellregionen (auch die Region Elsbeere-Wienerwald) beteiligt waren, beschäftigte sich mit der Betreuung von Carsharing-Standorten durch Vor-Ort-AdministratorInnen und deren Ausbildung. Dazu wurden entsprechende Schulungsunterlagen im Rahmen des Projekts entwickelt. Die in den beteiligten KEM-Regionen initiierten Carsharing-Modelle werden ausschließlich mit Elektrofahrzeugen betrieben.

Die regional ansässigen bzw. tätigen Vereine nahmen zugleich auch an den diversen Veranstaltungen während des Open Future Labs Days teil und ließen sich etwa vom Vortrag des Zukunftsforschers Lars Thomsen inspirieren.





Abb. 98: Innovation auf der Burg Neulengbach – regionale E-Carsharing Fahrzeuge des Mobilitätsvereins fahrvergnügen.at und der Unternehmer Heini Staudinger im Gespräch mit dem Burgherrn Bruno Wakonig[158]

[158] Foto links: fahrvergnügen.at; Foto rechts: Christine Hell, NÖN Neulengbach

8.2.2 Sicherheits-Workshop regionaler Feuerwehren



Abb. 99: Sicherheitsworkshop regionaler Feuerwehren in der Burg Neulengbach[159]

Im Mai 2018 wurde auf der Burg Neulengbach ein Workshop unter Beteiligung von regionalen Feuerwehren veranstaltet. Der Workshop wurde von DEFENSIO IGNIS – Sachverständige & Ingenieure geleitet und beschäftigte sich mit dem Thema Brandschutz für PV-Speicheranlagen.

Dozent Jochen Schäfer, selbst Brandschutz-sachverständiger, klärte die VertreterInnen der Feuerwehren über diverse Mythen und Märchen im Bereich von Bränden von PV Anlagen bzw. E-Auto-Batterien auf und brachte aktuelle Erfahrungswerte ein, etwa die Ergebnisse einer Umfrage unter über 150 Feuerwehren zum Thema Einsätze bei PV-Anlagen respektive Speichern. Empfehlungen und eine Checkliste zum sicheren Betrieb von Speichern rundeten den Workshop inhaltlich ab.

Der Workshop wurde über Leader finanziert. Die Aufbereitung der Sachlage innerhalb des Projekts Smarte Speicherstadt (Sicherheit und Speichermedien) war aber ausschlaggebend für diese Initiative.

8.2.3 HandwerkerInnen-ExpertInnen-Workshop / Umsetzungsworkshop

Am 10.Juli 2018 wurden verschiedene HandwerkerInnen und ExpertInnen auf die Burg Neulengbach zu einem gemeinsamen Umsetzungsworkshop mit dem Projektteam hinsichtlich der energetischen Sanierung der Burg und der Speichermöglichkeiten in der Burg bzw. im Umfeld der Burg zur Weiterführung der Projektideen eingeladen. VertreterInnen von der WEB Windenergie AG, von Homestrom, vom Unternehmen elements und weiteren Institutionen folgten dieser Einladung.

Im Rahmen des Workshops wurden die bisherigen Ergebnisse des Projekts Smarte Speicherstadt vorgestellt (Heizlast, Simulation über den Strombedarf der Burg, Berechnung des erzielbaren PV-Ertrags der Hochburg, Erkenntnisse hinsichtlich Innenhofüberdachung mit transluzenten Modulen, etc.). Schließlich wurden zwei weiterführende Projektideen diskutiert.

Projektidee 1 zur Weiterführung des Projektes – „smart Grid / DC Grid“

Die Burg soll ein DC-Netz bekommen und ausschließlich mit Gleichstrom versorgt werden. Eine PV-Anlage mit einem Batteriespeicher soll die Burganlage, Straßenbeleuchtungen und benachbarte Wohnhäuser versorgen.

Burg 2025 wäre hier der Betreiber des Speichers und es würde ein Mieterstrommodell angewendet werden. Der Batteriespeicher hätte eine Leistung von 200kWh. Mit Strom können auch 40 Wohneinheiten am Fuß des Berges versorgt werden. Außerdem kann der Strom zur Beleuchtung der Burg (die Burg war früher in der Nacht beleuchtet) und für die Burgmieter verwendet werden.

Projektidee 2 zur Weiterführung des Projektes – „die Burg als Wärmespeicher“

Das zweite Projektkonzept stellt die Frage, wie Überschussstrom (z.B. aus der Windkraft) auf der Burg genutzt werden kann. Hier soll der Überschussstrom aus der Windenergie über eine Wärmepumpe genutzt werden. Die Speichertechnik, die hierbei angewendet wird, ist die Betonkernaktivierung bzw. Bauteilaktivierung. Da die Mauern in der Burg teilweise meterdick sind, ist viel Baumasse / Speichermasse vorhanden.

Die teilnehmenden ExpertInnen brachten nützliche Inputs ein, inwieweit einzelne Technologien in den Unternehmen bereits Anwendung finden bzw. erprobt werden (z.B. thermische Aktivierung von Gebäudeteilen bei der WEB, Einbringen von Heizdrähten in Wände bei „elements“ zur Stabilisierung der Temperierung der Wand).

[159] Claudia Sitte und Maria Hörmandinger

Ein Umsetzungs-Projekt in einem denkmalgeschützten Objekt wie der Burg Neulengbach könnte zu einem wesentlichen Vorbild-Projekt für andere ähnliche Projekte werden.



Abb. 100: Umsetzungs-Workshop mit ExpertInnen aus dem handwerklichen/technischen/energetischen Bereich am 10. Juli 2018[160]

8.3 Skizzierung des Beteiligungsprozesses

Zusammenfassend wird in diesem Kapitel der Beteiligungsprozess im Rahmen des Projekts Smarte Speicherstadt dargestellt.

Die bislang seit Jahrzehnten für die Öffentlichkeit geschlossene Burg sollte Schritt für Schritt geöffnet werden, um der breiten Bevölkerung den Kontakt zu den historischen Gemäuern zu gewähren. Gleichzeitig sollte die Burg mit dem Zukunftsthema der (technischen, energetischen, sozialen, …) Innovation in Verbindung gebracht werden. Zu diesem Zwecke fanden mehrere Aktionen auf der Burg statt, zu welchen die Bevölkerung eingeladen bzw. miteinbezogen wurde.

Das Projekt rund um die Smarte Speicherstadt war wesentlich impulsgebend für den Prozess der Burgöffnung! Es sind daraus verschiedene ergänzende Teilprojekte entstanden (etwa Burg:Honig oder Zukunftssalon auf der Burg Neulengbach). Die Finanzierung jener Teilprojekte erfolgte dabei über andere Schienen, wie etwa Leader oder Talente Regional.

Es wurden zwei Advisory Groups definiert. Einerseits wurden die Bevölkerung und insbesondere die junge Bevölkerung (SchülerInnen) sowie Randgruppen (MigrantInnen) in das Projekt einbezogen. Dies gelang mittels diverser Workshops und Veranstaltungen im Projektverlauf.

Andererseits konnte eine Advisory Group bestehend aus verschiedenen ExpertInnen in das Projekt einbezogen werden. Insbesondere technische/handwerkliche ExpertInnen diverser Fachrichtungen konnten für das Vorhaben gewonnen werden. Aber auch einzelnen Fachgruppen innovativer Institutionen etwa im Bereich Wirtschaft und Mobilität wurde die Burg geöffnet und das Projektvorhaben näher gebracht.

Eine einführende Agendaveranstaltung fand im Rahmen des Open Future Labs Day im September 2017 statt. Hier wurden die Bevölkerung und besonders die im weiteren Projektverlauf Beteiligten über das Projekt und die Vorhaben/Vorgehensweise informiert und an die diversen Projekt-Themen erstmals herangeführt. Weitere Abstimmungen/Gespräche mit ansässigen Institutionen/Unternehmen fanden parallel dazu bzw. im Vorhinein/Nachhinein statt.

Weitere Partizipations-Workshops/-veranstaltungen fanden beispielsweise mit der SpeicherWerkStadt im Mai 2018 oder mit dem HandwerkerInnen/ExpertInnenworkshop im Juli 2018 statt.

[160] im-plan-tat Raumplanungs-GmbH & Co KG

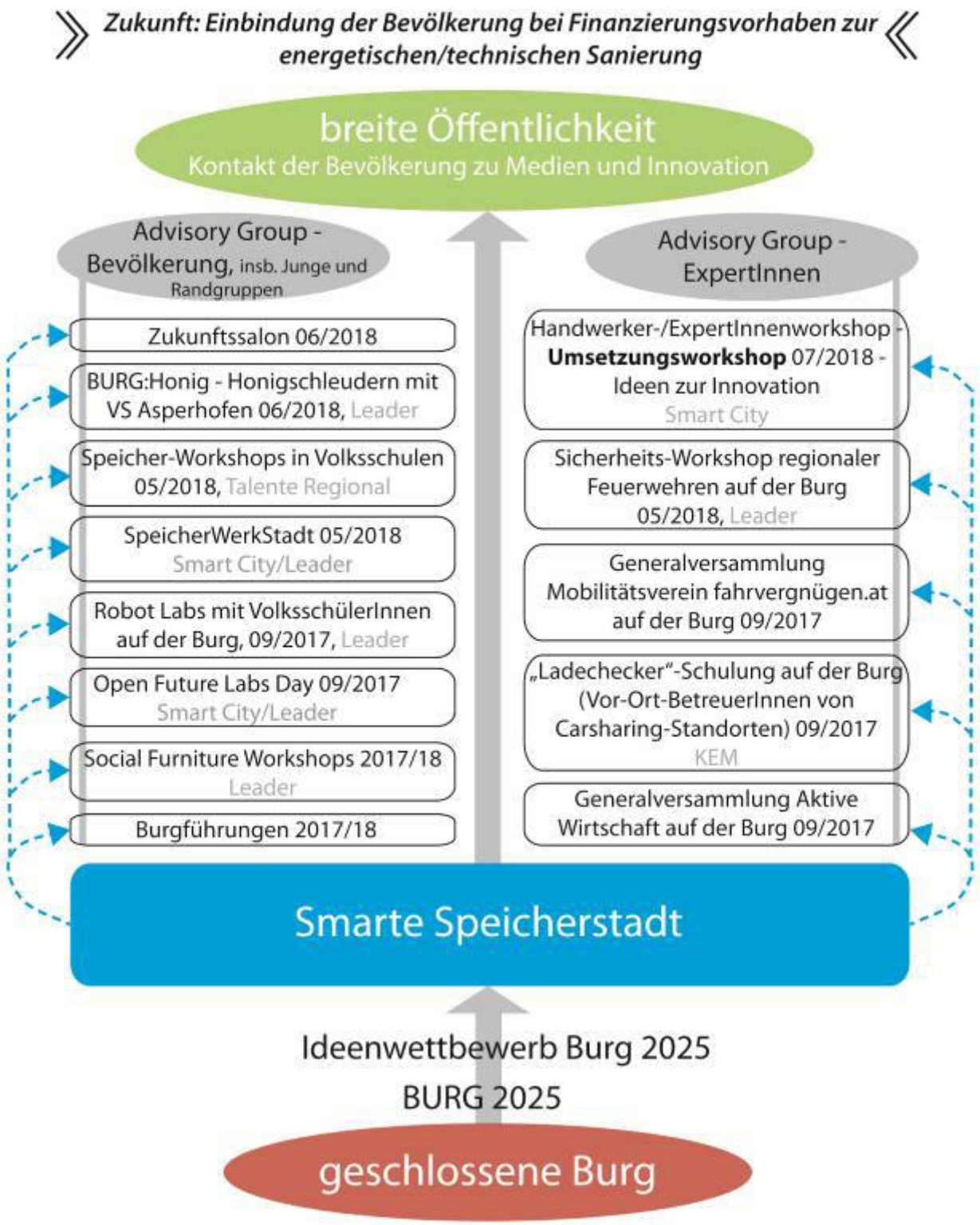


Abb. 101: Beteiligungsprozess im Rahmen des Projekts Smarte Speicherstadt

9 Schlosspark Neulengbach - Bedeutung für die Stadt und die Burg

Der Schlosspark liegt direkt angrenzend an das Stadtzentrum und ist Bindeglied oder auch ein Pufferbereich zwischen der Stadt und der Burg. Der Schlosspark prägt somit das Stadtbild und erfüllt im Zusammenspiel mit der Burg unterschiedliche Funktionen.

9.1 Naturschutz/Naturdenkmal

Der Bedeutung des Schlossparkes für die Stadt Neulengbach war man sich schon in den Siebziger Jahren bewusst. Bereits im Jahre 1977 wurde der Schlosspark Neulengbach zum Naturdenkmal erklärt und somit unter einen besonderen Schutz gestellt.[161] Naturdenkmäler prägen die Landschaft um sie herum und sind von besonderer wissenschaftlicher oder kulturhistorischer Bedeutung. Der Schlosspark ist ein prägendes Landschaftselement und erst durch den Schlosspark erhält die Burg Neulengbach die entsprechende Geltung. Wie auf den Luftbildern gut zu erkennen ist, sitzt die Burg auf einer Erhebung, durch den Waldgürtel des Schlossparks, erhält die Burg den nötigen Raum um auf den/die BetrachterIn zu wirken.



Abb. 102: Luftaufnahmen Burg Neulengbach[162]



Abb. 103: Plan Schlosspark[163] und Abbildung des Burg:Honig, der aus dem Nektar der Lindenblüten hergestellt wurde.

[161] Bezirkshauptmannschaft St. Pölten, 2004.
[162] Stadtgemeinde Neulengbach
[163] Bildquelle: http://www.noe.gv.at/natural_monuments/adea5c9b-95ef-4a09-86b9-2add06c89af3.pdf, abgerufen am 18.10.2018

Zusätzlich zur Bedeutung für das Landschaftsbild sind im Schlosspark auch wertvolle Lindenbestände zu finden. Dies wurde auch im Rahmen eines Leader-Projektes festgestellt. Die Linden des Schlossparks stellen eine wertvolle Bienenweide dar und leisten somit einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität, z.B. der Bienen, die unter anderem durch monoton strukturierte Landschaften und Agrarstrukturen stark gefährdet sind. In Zusammenarbeit mit einem Imker wurden Bienenstöcke auf der Burg Neulengbach aufgestellt und Patenschaften an lokale Unternehmen verschenkt. Dies soll die Aufmerksamkeit für die Bedeutung von stadtnahen Waldflächen und deren ökologischen und kulturlandschaftlichen Wert heben. Die Lindenbestände sind auch aus Sicht der Imkerei interessant, da reiner Lindenblütenhonig begehrt und eher selten ist. Daher ist es auch in den kommenden Jahren Ziel die Lindenbäume zu erhalten und wo notwendig nach zu pflanzen und sie als Bienenweide zu nutzen.

9.2 Naherholungsraum

Die Bedeutung von Grünflächen im Nahbereich von Stadtzentren und Wohngebieten rückt mit einer zunehmenden Verstädterung und Verbauung immer stärker in den Mittelpunkt. Der Blick ins Grüne entspannt und die Bevölkerung im Nahbereich von Grünflächen fühlt sich nicht nur gesünder, sie ist es auch.[164] Kinder werden stärker dazu animiert draußen zu spielen, wenn ein Wald in der Nähe des Wohnumfeldes liegt. Die Bewegung und das freie Spiel draußen fördern sowohl eine körperliche als auch eine geistig gesunde Entwicklung der Kinder.[165] Auch die Erwachsenen werden zu mehr Bewegung im Grünen angeregt und zahlreiche Studien belegen, dass ein Spaziergang im Wald effektiv Blutdruck und Cortisolspiegel senken.[166] Dass Grünräume, wie ein Wald, gesundheitlich wertvoll sind spiegelt sich auch in einem aus Japan stammendem Trend dem Waldbaden wider. Das Japanische Landwirtschaftsministerium beschäftigt sich bereits seit den 80er Jahren mit „Shirin-yoku“ dem Waldluftbad.[167] In Japan gibt es mittlerweile eine fachärztliche Spezialisierung in Waldmedizin und langsam schwappen die Erkenntnisse auch nach Europa über. Die unmittelbare Nähe des Schlossparkes zu Wohn- und Arbeitsbereich der NeulengbacherInnen bietet reichlich Gelegenheit um zwischendurch kurz Sparziergänge zu unternehmen oder sich anderweitig im Wald aufzuhalten, um sich zu Erholen, den Stresspegel zu senken und seiner Gesundheit etwas Gutes zu tun.

Der Schlosspark wird zu Erholungszwecken bereits genutzt, auch ein an den Schlosspark angrenzender Spielplatz regt die Kinder zum Spielen im Grünen an. Die vorhandene Infrastruktur im Schlosspark, wie Sitzgelegenheiten, Beschilderung etc. es gibt auch einen veralteten Lehrpfad, ist momentan nicht sehr attraktiv gestaltet. Daher fehlt in der Bevölkerung auch die Wertschätzung für die kleine Waldfläche. Der Schlosspark besitzt jedoch einen hohen Grad an Entwicklungsfähigkeit für Landschaftserleben, begründet in der Attraktivität des Baumbestandes, einer Mischung aus älteren Bäumen, vor allem Linden und vielen jüngeren Bäumen, sowie der Ausblickmöglichkeiten auf die Stadt Neulengbach und die Nähe zu einem kulturhistorischen Objekt der Burg. Studien belegen, dass Menschen ein abwechslungsreiches Landschaftsbild bevorzugen und sich hier am wohlsten fühlen. Mit einigen gestalterischen Maßnahmen, wie die Schaffung von Sitzgelegenheiten an Aussichtspunkten oder eine klaren Beschilderung könnte künftig die Attraktivität des Schlossparks noch gesteigert werden und der Schlosspark noch stärker von der Bevölkerung genutzt werden.

9.3 Mikroklima, lufthygienische Ausgleichsfunktion und Wasserhaushalt

Nach den Sommern der letzten Jahre ist der Bevölkerung auch in Neulengbach bewusst, dass der Klimawandel künftig auch für sie zahlreiche Hitzetage und somit gesundheitliche Belastungen bringen werden. Bäume und Waldflächen in der Stadt, sowie direkt angrenzend an diese, sind zur Abmilderung des Effekts der Urban Heats Island von immenser Bedeutung. Einerseits spenden sie Schatten, erzeugen aber auch aktiv Kühle durch Verdunstungskälte. Eine Studie der Technischen Universität München zeigt, dass der Kühlungseffekt der Bäume verstärkt wird, wenn diese sich auf bewachsenen Flächen befinden.[168] In dieser Studie wurde ermittelt, dass eine Linde durchschnittlich eine Kühlleistung von umgerechnet 2,3 kW leistet, Kühlgeräte haben im Vergleich dazu eine Leistung von 1-10 kW. Vegetationsflächen haben jedoch den zusätzlichen Vorteil, dass Schadstoffe wie Aerosole,

[164] Naturfreunde Internationale, 2015.
[165] https://vimeo.com/38736492, abgerufen am 18.10.2018
[166] Naturfreunde Internationale, 2015.
[167] Kemper, H., 2018.
[168] Naturstrom AG, 2018.

CO_2, etc. und Staub aus der Luft gefiltert und dem Boden zugeführt werden[169]. Somit leisten Waldflächen auch einen aktiven Beitrag zur Dekarbonisierung.

Mit dem Klimawandel gehen auch vermehrt Wetterextreme wie Starkregenereignisse einher. Waldflächen erfüllen bei solchen Ereignissen eine wichtige Funktion als Wasserspeicher. Böden auf denen Wald stockt haben einen geringeren Oberflächenabluss aufzuweisen, das Grundwasser wird gespeist, sowie ein großer Teil wieder verdunstet, was wiederum zum bereits beschriebenen Kühlungseffekt beiträgt.[170]

9.4 Kulturlandschaftliche und künftige Bedeutung

Die Burg Neulengbach ist eine Höhenburg, die im 16. und 17. Jahrhundert in ein Schloss umgebaut wurde.[171] Die Wahl des Standortes auf dem ca. 80 m hohen Bergkegel ist sicherlich bewusst gefallen. Der Standort bietet somit einerseits Ausblick auf die Stadt Neulengbach und die umliegende Landschaft, aber auch der Blick von außen auf die Burg ist bei weitem imposanter durch die Wahl des Standortes. Der Schlosspark umrahmt die Burg und inszeniert sie richtiggehend. Um von der Stadt zur Burg zu gelangen geht man durch den Stadtpark, der somit gestern wie heute ein Bindeglied zwischen Stadt und Burg darstellt. Bei einer Belebung der Burg als Dienstleistungscampus, soll die Burg wieder stärker in das Stadtleben Neulengbachs eingebunden werden, eine stärkere Belebung des Schlossparkes würde damit einhergehen. Der Schlosspark würde sich äußerst positiv auf das Arbeitsklima künftiger DienstleisterInnen auf der Burg auswirken und außerdem einen wichtigen Erholungsraum für diese darstellen. Darüber hinaus würde eine Belebung der Burg auch zu einer höheren Frequenz im Schlosspark durch die Bevölkerung führen und bei einer entsprechenden Gestaltung und Inszenierung auch die Wertschätzung für den Schlosspark steigen.

[169] von Haaren, C. (Hrsg.), 2004.
[170] Asche, N., 2018.
[171] Wikipedia, 2018b.

10 Erkenntnisse Mobilität

Die eingehenden Analysen der Mobilität in Neulengbach zeigen, dass der PKW in der ländlich geprägten Stadt im suburbanen Umfeld einen großen Stellenwert für die individuelle Mobilität besitzt. Im Hinblick auf eine lebenswerte und nachhaltige Entwicklung von Neulengbach sind allerdings alternative und zukunftsträchtige Lösungen zum klassischen fossil betriebenen PKW gefragt. Den alltäglichen Herausforderungen, wie beispielsweise einem hohen Verkehrsaufkommen oder Umweltbelastungen durch den Ausstoß von schädlichen Emissionen, soll dadurch entgegengewirkt werden.

Neulengbach verfügt über eine sehr gute Anbindung an das Netz des öffentlichen Verkehrs. Über insgesamt drei Bahnhöfe (Neulengbach, Neulengbach Stadt und Ollersbach) ist die Stadt an die immer noch bedeutende alte Westbahnstrecke zwischen Wien und St. Pölten angebunden. Ergänzend dazu kann insbesondere für die Feinverteilung innerhalb der Region bzw. den Katastralgemeinden der Stadt auf das bestehende Busnetz verwiesen werden. Das bereits in der Region vorhandene Carsharing-Angebot (aktuell 3 E-Autos, eines davon in Neulengbach) wird sowohl von EinwohnerInnen als auch von GemeindemitarbeiterInnen und Unternehmen gut angenommen. Indem die Anzahl der Fahrzeuge auf den Straßen reduziert und auf umweltfreundlichen Antrieb gesetzt wird, kann eine Entlastung des Verkehrssystems erzielt werden.
Die Kombination dieser Faktoren ist es auch, die für eine aktive Herbeiführung der Mobilitätswende essentiell ist: Denn dafür ist es erforderlich, dass nicht nur einzelne konventionelle Fahrzeuge durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden, sondern vernetzte bzw. intermodale Mobilitätskonzepte Anwendung finden. Das Teilen eines Elektrofahrzeuges kann hierfür einen wichtigen Beitrag leisten. Konzepte, die auf die Überbrückung der letzten Meile abzielen, sind dabei von besonderer Bedeutung, insbesondere im ländlichen, räumlich zersiedelten Umfeld.

Der aktuell auch in der Mobilität stattfindende Paradigmenwechsel („Sharing Economy“, umweltfreundliche Antriebsformen) eröffnet nun eine Vielzahl an Potentialen in Verbindung mit dem Thema des Speicherns. Durch die stetig steigende Anzahl an Elektrofahrzeugen (aktuell gibt es mit Stand 2017 26 Elektrofahrzeuge in der Stadtgemeinde Neulengbach und 124 Elektroautos in der gesamten Region Elsbeere Wienerwald[172]) stehen im Raum Neulengbach vermehrt kleine, mobile Speicher in Form der Autobatterien zur Verfügung, die derzeit noch vollkommen ungenutzt sind. Denn mittels bidirektionalem Laden können die Fahrzeuge nicht nur Strom aufnehmen, sondern auch Strom abgeben und auf diese Weise als temporäre Speicher genutzt werden (siehe auch Abschnitt Bidirektionales Laden, Abschnitt 11).

10.1 Mobility-as-a-service (MaaS)

„Mobility-as-a-Service“ bezeichnet einen Ansatz, indem Mobilität nicht auf dem Besitz eigener Fahrzeuge basiert, sondern vielmehr in Form einer Serviceleistung bei Bedarf „konsumiert“ bzw. in Anspruch genommen werden kann. Mobility-as-a-Service (MaaS) bietet – insbesondere in Zusammenhang mit der Digitalisierung – daher nun eine Vielzahl an Möglichkeiten, die zuvor identifizierten Herausforderungen im Hinblick auf unsere Mobilität bzw. eine erfolgreiche Mobilitätswende zu adressieren. Die Firma Globis Consulting führte beispielsweise eine Umfrage unter 1.000 TeilnehmerInnen über deren Nutzungsverhalten bei Verkehrsmitteln und der Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft für Mobility-as-a-service Angebote durch.[173] Ziel der Umfrage war es, mehr über die Einstellungen und die Zahlungsbereitschaft der Befragten im Hinblick auf ihr Mobilitätsverhalten bzw. über die Akzeptanz und den Status Quo im Bereich der MaaS-Angebote zu erfahren.

Unsere alltäglichen aber auch unregelmäßig durchgeführten Wege weisen unterschiedliche Wegelängen auf, auch werden sie zu verschiedenen Zwecken durchgeführt. Zur Bewältigung unserer Wege steht uns meist eine gewisse Auswahl an Verkehrsmitteln zur Verfügung. Trotz der unterschiedlichen Anforderungen und der großen Auswahl ist der Pkw generell das mit Abstand bedeutendste Verkehrsmittel. In Österreich waren im Jahr 2017 etwa 4,9 Millionen Pkws[174] gemeldet. Diese Dominanz bringt Nachteile: ökologische Probleme werden verschärft und der innerstädtische Platzmangel ist in vielen Großstädten, aber durchaus auch bereits in kleineren Städten bereits jetzt ein großes Problem.

---

[172] Statistik Austria
[173] Globis GmbH, 2018.
[174] STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA: Fahrzeugbestand ab 1937, abgerufen unter: http://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml, abgerufen am 21.11.2018

Eine Lösung für diese Probleme kann das Konzept „Mobility-as-a-Service“ bieten. Ziel hierbei ist es, eine bessere Auslastung der Verkehrsmittel, vor allem von Bahn und Bussen, aber auch etwa durch Carsharing Angebote zu erzielen.

Während generell nur sehr wenige Personen häufig (mindestens einmal pro Woche) ein Car-Sharing Angebot nutzen, gaben 22% der Befragten innerhalb der oben genannten Umfrage an, bereits ein Bike-Sharing verwendet zu haben. 12% merkten an, schon von einem Car-Sharing Angebot Gebrauch gemacht zu haben.

Betrachtet man den Anteil der Bevölkerung, die Zeitkarten für den öffentlichen Verkehr besitzen, kann man erkennen, dass dieser in der Großstadt am größten ist und immer kleiner wird, je geringer die Bevölkerungsdichte ist.

Ein weiterer Unterschied zwischen Personen aus dem urbanen Umfeld und dem ländlichen Raum besteht in der Anzahl derjenigen, die eine App zur digitalen Buchung bzw. Abrechnung von Mobilitätsdienstleistungen am Handy nutzen. Diese Zahl liegt in der Stadt zwischen 20 und 40%. Am Land wird nur die Hälfte dieses Wertes erreicht.

Befürworten würden viele TeilnehmerInnen der Umfrage vor allem im städtischen Bereich einen Bundle, der Car-Sharing Angebote mit dem öffentlichen Verkehr kombiniert. Wichtig ist für die Befragten bei Mobility-as-a-Service Flexibilität, Übersichtlichkeit und Transparenz.

Legt man die Ergebnisse der Studie auf die Stadt Neulengbach um, so kann festgestellt werden, dass der Anteil derer, die ein eigenes Auto besitzen, sehr hoch ist, während der Anteil an Personen, die eine Zeitkarte für den öffentlichen Verkehr besitzen, vergleichsweise niedrig ist. Es gilt daher in Neulengbach Maßnahmen zur Reduktion des Individualverkehrs zu forcieren und alternative Mobilitätsangebote sowie die Nutzung des Öffentlichen Verkehrs zu fördern. Bewusstseinsbildende Maßnahmen im Hinblick auf die Vorzüge von Apps und Online-Diensten zur Buchung und Abrechnung von ergänzenden Mobilitätsservices und dem öffentlichen Verkehr kann sich zudem für die NutzerInnen positiv auf die Faktoren Flexibilität und Komfort auswirken und umweltfreundliche Mobilität fördern.

10.2 E-Roller/E-Scooter-Sharing

Um den BewohnerInnen und Bewohnern den Verzicht auf den eigenen Pkw zu erleichtern und umweltfreundliche Mobilitätsmaßnahmen zu forcieren, könnte zur Bewältigung der ersten und letzten Meile eine geteilte Nutzung von E-Scootern oder E-Rollern in Betracht gezogen werden. Für kurze Fahrten innerhalb Neulengbachs oder in die umliegenden Gemeinden eignet sich ein Roller oder Scooter ideal. Für etwas längere Strecken oder beispielsweise für den Transport von Kindern oder größeren Gütern steht das E-Carsharing Fahrzeug oder der öffentliche Verkehr zur Verfügung.



Abb. 104: E-Roller-Sharing im ländlichen Raum von Share2Move in Niedersachsen[175]

[175] Stüber, J., 2018.

Ein Praxis-Beispiel für das Sharing von E-Rollern im ländlichen Raum ist in zwei Kleinstädten im Emsland in Niedersachsen/Deutschland zu finden. Das Startup Share2Move verleiht hier unter der Marke Meli (abgeleitet von den beiden Namen der Kleinstädte Meppen und Lingen) Elektroroller. Das Projekt wird von den Gebietskörperschaften (Städte, Landkreis) aber auch von lokalen Unternehmen unterstützt. Der weitere Ausbau des Geschäftsgebiets in die Region gelingt durch die Unterstützung von lokalen Betrieben, die beispielsweise in Nachbarorten liegen und mittels E-Roller-Sharing erreichbar sein möchten. Die E-Roller können dabei mittels App gebucht werden, die Verleihung erfolgt basierend auf dem Freefloating-Prinzip (die Fahrzeuge können an einem beliebigen Standort innerhalb des Geschäftsgebiets retourniert werden). Einzige Herausforderung dabei ist die teilweise mangelhafte Netzabdeckung mittels Mobilfunk im ländlichen Gebiet. Entsprechende Optimierungen konnten dahingehend aber bereits vorgenommen werden, sodass der laufende Betrieb möglichst reibungslos verläuft.[176]

Auch in Neulengbach und Umgebung kann ein solches Konzept durchaus geeignet sein, um insbesondere kurze innerörtliche PKW-Wege zu substituieren. Das bereits bestehende E-Car-Sharing Angebot könnte auf diese Weise zudem auch für jene Personen attraktiviert werden, für die das Elektroauto derzeit fußläufig nicht erreichbar ist. Im Rahmen der Aktivitäten der Klima- und Energiemodellregion könnten erste Überlegungen zu potentiellen Betriebsmodellen vorgenommen werden.

10.3 Ausbau von E-Ladeinfrastruktur in Neulengbach - Nachrüstung von Ladestationen in Wohnbauten

In der Stadtgemeinde Neulengbach sind derzeit, wie bereits in der eingehenden Analyse geschildert, einige wenige öffentliche Ladepunkte für E-Fahrzeuge verfügbar. Die Ladetätigkeiten von EinwohnerInnen passieren jedoch quasi fast ausschließlich zuhause über Nacht. Die öffentlichen Ladepunkte werden mehrheitlich von BesucherInnen oder beispielsweise vom örtlichen E-Carsharing Fahrzeug genutzt. Aber auch BewohnerInnen von Wohnhausanlagen, deren Garagen keine Lademöglichkeiten besitzen, sind auf öffentliche Ladepunkte angewiesen. Um die öffentlichen Ladepunkte zukünftig zu entlasten (v.a. bei steigender Anzahl an E-Autos) bzw. das Laden für die BewohnerInnen so einfach und bequem wie möglich zu gestalten, sind in Neubauten bereits entsprechende Lademöglichkeiten für E-Fahrzeuge vorzusehen bzw. in bestehenden (großvolumigen) Wohngebäuden Nachrüstungen zu prüfen.

Zur Nachrüstung von Ladestationen in bestehenden großvolumigen Wohngebäuden wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Stabstelle Mobilitätswende & Dekarbonisierung), von der e7 Energie Markt Analyse GmbH und der Wirtschaftsuniversität Wien (Institut für Zivil- und Unternehmensrecht) im Oktober 2017 eine Studie veröffentlicht.[177]

Hintergrund der Studie war es, eine Untersuchung der Auswirklungen der E-Mobilität auf Gebäudestandards und -ausrüstung sowie die wohnrechtliche Umsetzung bei der Errichtung von Ladestationen in Wohnbauten (im Rahmen der geltenden Rechtsordnung) durchzuführen. Weiters wurden auch technische und energiewirtschaftliche Aspekte behandelt.

Für die Heimladung werden in der Studie folgende Empfehlungen abgegeben, welche auch vom Projektteam unterstützt werden:

- E-Autos sollen mehrheitlich gemäßigt oder langsam im privaten Bereich mit geringen Leistungen geladen werden, da so die Batterien geschont werden. Ladestellen mit höheren Leistungen (insbesondere im Wohnbau) führen zu Problemen im Verteilernetz.

- Die Ladungen sollen auf alle Fälle über intelligente Wallboxen durchgeführt werden; Inkludierung eines intelligenten Lademanagementsystems (mit Laststeuerung – unterbrechbare Tarife) wird empfohlen, um Leistungsspitzen zu vermeiden.

[176] Stüber, J., 2018.
[177] e7 Energie Markt Analyse GmbH, 2017.

- Bei der Planung einer Ladeinfrastruktur ist die voraussichtlich erforderliche Gesamt-Ladeleistung zu erheben. Der Wert der Leistungsreserve des vorliegenden elektrischen Hausanschlusses muss vom Netzbetreiber bezogen werden. Die maximale Kapazität des Hausanschlusses aller Verbraucher inklusive Ladeleistung für E- Mobilität darf nicht überschritten werden. Bei Überschreitung muss die gesamte elektrische Hausanlage auf jenen Standard gebracht werden. Dies wäre mit zusätzlichen Kosten verbunden.

In der Studie werden drei Varianten hinsichtlich der wohnrechtlichen Umsetzung von Ladestationen in bestehenden großvolumigen Wohngebäuden genannt, welche im Folgenden kurz vorgestellt werden:

Variante A: Für fix zu den Wohnungen zugeordnete Abstellplätze:

Hier werden die bestehenden elektrischen Anschlüsse von den Wohnungen zur Versorgung der Ladepunkte an den PKW-Stellplätzen genutzt (siehe nachstehende Abbildung). Voraussetzung hierfür ist, dass beim Zählerverteiler ausreichend Platzreserven für zusätzliche Anspeiseleitungen zu den Ladestation vorliegen müssen (je eine dreiphasige Leitungsschutz- Absicherung und FI Schutzschaltung). Bei Variante A ist somit kein zusätzlicher Zählpunkt notwendig und die Abrechnung erfolgt über den vorhandenen Wohnungszähler. Der Zählerverteiler muss dabei jedoch zentral im Keller oder Erdgeschoß vorliegen (teurer, je länger die Leitung). Variante A ist nur bei fix zugeordneten Stellplätzen möglich und die Anzahl der Stellplätze ist begrenzt. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass diese Variante derzeit in Einzelfällen auch im Bestandswohnbau durchgeführt wird. Die Kosten liegen zwischen € 2.000 bis € 7.000 je zu versorgenden Stellplatz (je nach Länge der Leitungen usw.). Für die Versorgung von einzelnen Stellplätzen kann diese Variante eine wirtschaftliche Option darstellen.

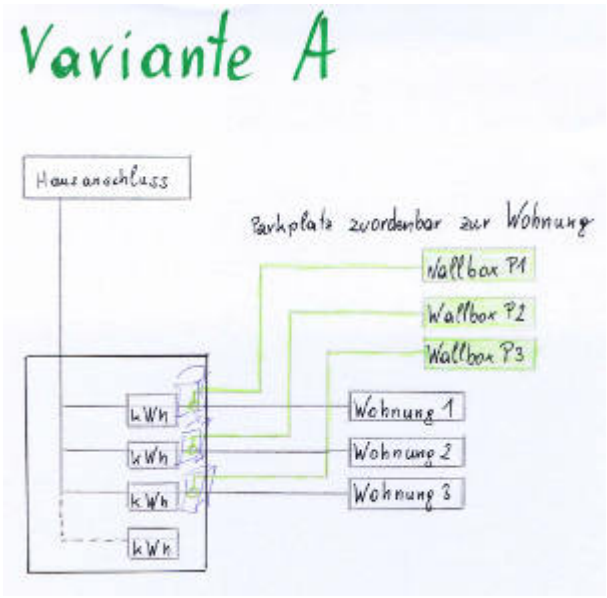


Abb. 105: Umsetzung von Ladestationen in bestehenden großvolumigen Wohngebäuden, schematische Darstellung der Funktionsweise von Variante A (Ladestationen für fix zu den Wohnungen zugeordneten Abstellplätzen); Grafische Darstellung: im-plan-tat Raumplanungs GmbH & CO KG 2018.

Variante B: Alternativvariante für fix zu den Wohnungen zugeordnete Abstellplätze:

Bei Variante B ist die Errichtung eines zusätzlichen Zählerverteilers in zentraler Lage erforderlich. Von dort aus erfolgt die Anspeisung der einzelnen Wallboxen. Es erfolgt eine Leitungsanbindung der Wallbox an die Zähleinrichtung (siehe nachfolgende Abbildung). Hier sind ebenfalls Wallboxen für Langsamladungen empfehlenswert. Zu den Vorteilen dieser Variante zählt, dass die Wallbox unabhängig von der Wohnungseinheit ist. Außerdem kann ein unabhängiger Stromlieferant/Tarif ausgewählt werden. Eine Erweiterung für weitere, künftig anzubindende Stellplätze ist möglich. Nachteilig an dieser Variante zu bewerten ist jedoch, dass ein zusätzlicher Zähler pro Box die Schaffung eines zusätzlichen Netzzutritts bedeutet (Kosten bei der Anschaffung) und laufende

Kosten pro Netzzutrittspunkt berücksichtigt werden müssen. Die Praxis zeigt, dass diese Variante bisher selten umgesetzt wurde. Die Methode erfordert technische Maßnahmen, die höhere Investitionskosten hervorrufen. Im Gegenzug zur Variante A ist diese Variante jedoch für die Versorgung von mehreren Stellplätzen wirtschaftlich. Der Vorteil gegenüber der im Folgenden vorgestellten Variante C liegt bei den tendenziell niedrigeren laufenden Kosten, da keine Einbindung eines Ladestellenbetreibers notwendig ist.

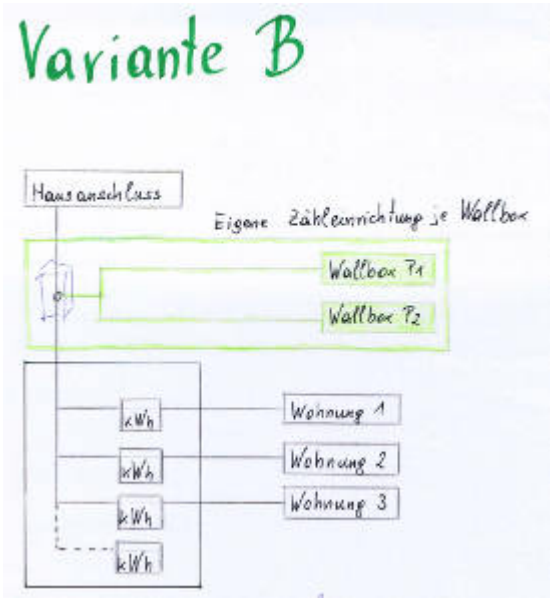


Abb. 106: Umsetzung von Ladestationen in bestehenden großvolumigen Wohngebäuden, schematische Darstellung der Funktionsweise von Variante B (Ladestationen für fix zu den Wohnungen zugeordneten Abstellplätzen); Grafische Darstellung: im-plan-tat Raumplanungs GmbH & CO KG 2018.

Variante C: Für Abstellanlagen mit oder ohne fixer Stellplatz-Zuordnung:

Bei Variante C muss eine hausinterne Elektroanbindung zur Versorgung der Ladepunkte an den PKW-Stellplätzen errichtet werden. Hier besteht der Bedarf eines Ladestellenbetreibers, dessen Aufgaben die Errichtung der Infrastruktur, der ordnungsgemäße Betrieb sowie die Verrechnung der Kosten sind.

Als sogenannte „interne Ladestellenbetreiber“ kann die Mieter- bzw. Eigentümergemeinschaft ggf. in Verbindung mit der Hausverwaltung auftreten. Für einzelne Aufgaben können auch Fachfirmen hinzugezogen werden (z.B. Wartung und Instandhaltung). Darüber hinaus können interne Ladestellenbetreiber auch einzelne Dienstleistungen von E-Mobilitätsprovidern beziehen (z.B. Abrechnung der Ladevorgänge oder das Lastmanagement). Derzeit etablieren sich am Markt „externe Ladestellenbetreiber“, die Paketlösungen für die Bereitstellung von E-Ladestruktur u.a. für den Wohnbau anbieten. Diese umfassen üblicherweise alle erforderlichen Aufgaben, die für die Errichtung und den Betrieb der Ladestellen nötig sind.

Die Installation, Wartung, Instandhaltung, der Kundendienst, das Lademanagement und die Verrechnung erfolgt durch einen internen oder externen Ladestellenbetreiber. Die Variante C erfordert einen Ladestellenbetreiber mit eigenem Netzzugang und eigenem Zähler, einer Master-Station, von der aus das Lastmanagement, die Verrechnung und die Kommunikation zum Ladestellenbetreiber erfolgen. Bei dieser Variante ist außerdem die Errichtung eines zusätzlichen Zählerverteilers in zentraler Lage erforderlich. Von dort aus erfolgt die Anspeisung einer Master-Station, die in weiterer Folge die einzelnen Wallboxen versorgt. Die Master-Station ist das Herzstück der Variante C, da der Ladestellenbetreiber mit diesem Gerät die lokale Ladeinfrastruktur verwaltet.

Die Variante C eignet sich sowohl für nicht fix zugeordnete als auch für fix zugeordnete Stellplätze. Erforderlich für diese Variante sind ein Ladestellenbetreiber sowie die Errichtung eines Verteilerschrankes in zentraler Lage mit

einem neuen Stromzähler für die Anspeisung zur Masterstation. Ausreichende Platzreserven für Zähler und Sicherungseinrichtungen müssen vorgesehen werden und es ist eine elektrische Anbindung zwischen dem Verteilerschrank und der Masterstation notwendig, mit Hilfe deren die Abstellplätze versorgt werden.

Bei Variante C ist die Erweiterung für zusätzliche Stellplätze möglich. Die Stellplätze sollten sich dabei in einem gemeinsamen Abstellbereich befinden (Leitungslängen!). Bei fixer Stellplatzzuordnung ist eine Authentifizierung nicht zwingend erforderlich, ansonsten erfolgt dies z.B. unter Einsatz eines QR-Codes. Es können auch unter BewohnerInnen anteilig genutzte Stellplätze (z.B. ein Stellplatz zur Versorgung von mehreren NutzerInnen) versorgt und einfach verwaltet werden. Ebenso können BesucherInnen-Stellplätze mit Lademöglichkeiten ausgestattet werden.

Bei der Variante C kann je Master-Station nur eine begrenzte Anzahl von Ladepunkten versorgt werden. Diese Paketlösungen werden nur umgesetzt, wenn die Reserveleistung ausreichend ist (min. 22kWh), sodass es zu keinen Änderungen am Hausanschluss kommt (eine etwaige Leistungserhöhung des Hausanschlusses würde erhebliche Kosten im Bereich mittlerer fünfstelliger Eurobeträge verursachen). Die Praxis zeigt, dass von Seiten externer Ladestellenbetreiber eine Investitionskostenaufteilung angestrebt wird. Zum Beispiel mittels Zuschuss durch den Bauträger bzw. die Hausverwaltung (Vorrüstung bis zur Garage/den Stellplätzen – Installation bis zum neuen Verteilerschrank). Die Kosten für die Verkabelung und Infrastruktur bis zu den einzelnen Wallboxen werden vom externen Ladestellenbetreiber getragen.

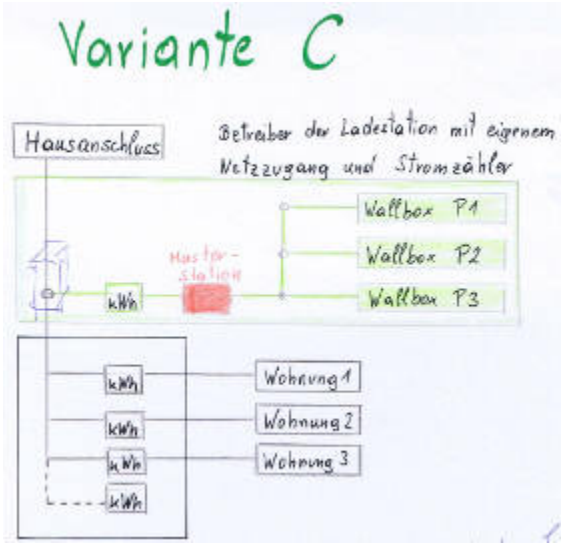


Abb. 107: Umsetzung von Ladestationen in bestehenden großvolumigen Wohngebäuden, schematische Darstellung der Funktionsweise von Variante C (für Abstellanlagen mit oder ohne fixer Stellplatz-Zuordnung)

Bei jeder der vorgestellten Varianten gilt es, die verschiedenen (bau)rechtlichen Aspekte etwa hinsichtlich der erforderlichen baulichen Anpassungen, der (Kostenpositionen bei der) Herstellung der Ladeinfrastruktur sowie der Abrechnung zu berücksichtigen. Die elektrische Installation muss durch einen konzessionierten Elektrofachbetrieb und entsprechend der geltenden Vorschriften und ÖNORMEN erfolgen. Bei der Ladung von E-Fahrzeugen in geschlossenen Räumen ist zu beachten, dass bei Blei-Säure-Batterien die Belüftung ein Thema ist, was hingegen bei Lithium Batterien unbedenklich ist. Es wird empfohlen, Kontakt mit der Baubehörde aufzunehmen, um abzuklären, ob für das Vorhaben eine Genehmigungspflicht besteht. Ab 2017 müssen AC-Wechselstrom-Normal-Ladepunkte mindestens mit Steckdosen bzw. Fahrzeugkupplungen des Typ 2 ausgestattet sein.

Es gibt weiters unzählige rechtliche Bestimmungen und Vorschriften des Wohnungseigentumsgesetzes (WEG). Darin enthalten sind diverse Paragraphen für genehmigungspflichtige Änderungen oder auch die Notwendigkeit der Zustimmung aller übrigen Wohnungseigentümer Innen. Auch bei Wohnungsmieten sind die jeweiligen geltenden Bestimmungen und Vorschriften zu beachten.

11 Geschäftsmodell Mobilität

11.1 Bedeutung und Funktionsweise von bidirektionalem Laden

Heutzutage können E-Autos an klassischen Ladestationen nur geladen werden, das bedeutet sie nehmen Strom auf, um diesen für die Fortbewegung bzw. zur Abdeckung des Mobilitätsbedarfs zu nutzen. Die stetig steigende Zahl an Elektrofahrzeugen erfordert aber eine differenziertere Betrachtungsweise, die über diese eindimensionalen Denkmuster hinausgeht. Denn in Abhängigkeit des Strombedarfs bzw. des Stromangebotes im Netz können E-Autos nicht nur Strom aufnehmen, sondern diesen auch wieder abgeben. Diese Anwendung des Elektrofahrzeugs nennt man Vehicle to Grid (V2G). Auch, wenn dieser Aspekt für den einen oder anderen zu Beginn vermutlich etwas befremdlich wirken mag, eröffnet diese Tatsache doch viele neue Möglichkeiten. Aber warum sollte man nun Energie aus dem Fahrzeug nehmen, wenn man doch damit fahren möchte?

Grobgeschätzt parkt ein Auto, sei es elektrisch betrieben oder nicht, mehr als 90% des Tages und stellt somit generell mehrheitlich eine ungenutzte Ressource dar. Der Akku in dem E-Auto könnte als Speicher vielfältig genutzt werden und für das Energienetz sehr dienlich sein. Es kommt immer wieder zu Energiespitzen im Netz, die kompensiert werden müssen. Beispielsweise entstehen nahezu täglich Strombedarfsspitzen in der Früh und am Abend an Werktagen, im Zuge deren teilweise zusätzliche Leistungen zur Stromproduktion abgerufen werden müssen. Ein weiteres Beispiel bietet eine Photovoltaikanlage im Privathaushalt: z.B. zu Mittag wird relativ wenig Energie benötigt (die Menschen befinden sich am Arbeitsplatz und nicht zu Hause), jedoch genau zu diesem Zeitpunkt hat die PV-Anlage ihr Produktionsmaximum. Der Strom steht ad hoc zur Verfügung, kann aber nicht genutzt werden und muss ins Netz abtransportiert werden. Dadurch kommt es vereinzelt zu Produktionsspitzen im Netz. Dies bedeutet, dass der Preis der Energie zu diesem Zeitpunkt besonders niedrig ist.

Hier setzt die Technik des bidirektionalen Ladens an. Durch die Möglichkeit des gesteuerten Be- und Entladens des (KFZ-)Speichers können diese Spitzen wirtschaftlich genutzt und niedrige Preise der Energie erzielt werden.



Abb. 108: Vergleich ungesteuertes Laden – gesteuertes Laden – bidirektionales Laden[178]

In der zuvor dargestellten Abbildung wird ein Vergleich zwischen verschiedenen Lademustern dargestellt. Beim – heutzutage noch üblichen – ungesteuerten Laden lädt das Fahrzeug ab dem Zeitpunkt, an dem es mit dem Ladepunkt verbunden wird und die Ladung läuft durchgehend, bis das Fahrzeug voll geladen ist bzw. wieder abgesteckt wird. Die Ladung wird unabhängig davon durchgeführt, welcher Strompreis gerade am Markt vorherrscht. Ungesteuertes Laden kann sich außerdem negativ auf die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer der Batterie auswirken, da das Fahrzeug meist längere Zeit mit bereits vollgeladener Batterie an der Ladestation abgestellt ist.

[178] The Mobility House, 2018.

Im Gegensatz zum ungesteuerten Laden wird beim gesteuerten Laden das Fahrzeug bevorzugt dann geladen, wenn der Strompreis niedrig oder möglichst viel Strom aus erneuerbaren Energien vorhanden ist. Die Batterie wird dabei geschont, da der Ladezustand des Fahrzeugs durch die intelligente Ladung möglichst optimiert wird.

Beim bidirektionalen Laden wird im Vergleich zum gesteuerten Laden zusätzlich das Fahrzeug je nach Bedarf auch wieder entladen, wodurch eventuell Einnahmen durch den Verkauf von Strom erwirtschaftet werden könnten.

Der Münchner Energiedienstleister „The Mobility House" kooperiert beispielsweise bereits mit führenden Autoherstellern, um zukünftig Elektrofahrzeuge in das Stromnetz zu integrieren. Einige Fahrzeugmodelle, wie beispielsweise Nissan Leaf oder Mitsubishi Outlander[179] wurden bereits mit der Technik des bidirektionalen Ladens ausgestattet. Weitere Fahrzeugmodelle mit der V2G-Technologie sind beispielsweise Mitsubishi iMIEV, Citroen C-Zero und Peugeot iOn[180] . Auch der Sion von Sono Motors sollzukünftig bidirektional ladefähig sein.[181]

Für das erfolgreiche bidirektionale Laden sind verschiedene Voraussetzungen nötig. Sowohl das Elektroauto als auch die Ladestation müssen das Laden in beide Richtungen unterstützen. Weitere technische Komponenten sind ein entsprechendes Stromzählerkonzept und eine Kommunikations- und Kontroll-Hardware mit passender Steuerungssoftware. [182] Auch die Haustechnik muss entsprechend ausgestattet sein (Leistungsquerschnitte, Einspeisepunkte usw.).

In Österreich handelt es sich noch um eine rechtliche Grauzone. Es ist in Österreich bisher rechtlich nicht geklärt, inwiefern bidirektionales Laden stattfinden darf.

Für V2G[183] wird ein Fahrzeug gebraucht, das bidirektional geladen werden und Energie zurück ans Stromnetz geben kann. Dies ist aktuell nur mit einem CHAdeMO (Gleichstrom) Anschluss (japanischer Standard) möglich.[184] Bei CHAdeMO ist das ab dem Standard 1.0 möglich, was auf die meisten CHAdeMO-Fahrzeuge ab Baujahr 2013 zutreffen sollte. Weitere Ansätze auf Basis von Wechselstrom oder dem Gleichstromanschluss CCS sind zu erwarten.[185] Die Weiterentwicklung des CCS Steckers hat diesbezüglich große Bedeutung, da die CHAdeMO Technologie gemäß den Ausbauplänen der Ladestellenanbieter und den Konzepten der europäischen Fahrzeughersteller in Europa keine Zukunft hat.[186]

Grundsätzlich wird ein bidirektionales Ladegerät benötigt, welches in der Lage ist, das Auto sowohl zu laden als auch zu entladen. Ein solches Gerät hat beispielsweise e8energy mit der DIVA (nicht mehr erhältlich) 2014 vorgestellt.[187]

11.2 Musterprojekte/Pilotprojekte - bidirektionales Laden/V2G/Smart Grid

Newmotion führt in Kooperation mit der Mitsubishi Motors Corporation und den Stromnetzbetreibern TenneT, Enel und Nuvve ein Pilotprojekt zu V2G durch und möchte damit demonstrieren, dass V2G einfach zu implementieren ist und erhebliche Potenziale für das Stromnetz als auch für die E-Auto-Besitzer bietet. Vorrangiges Ziel des Projekts ist es, die Gewährleistung einer ausgewogenen Laststeuerung im Stromnetz durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen zu prüfen. Da sich die Ladeleistung bei Elektrofahrzeugen sehr schnell anpassen lässt, wird eine konstante Spannung und Frequenz erreicht und ein Beitrag zur Laststeuerung im Stromnetz geleistet. Im Projekt wurde durch die Zusammenarbeit mit Mitsubishi der Mitsubishi Outlander PHEV mit V2G-Technologie eingesetzt. Das Pilotprojekt umfasst Ladestationen, die sowohl in Wohngebieten als auch in Gewerbegebieten installiert werden. Die Ladestationen werden dabei wie übliche Ladestationen mit einer Ladekarte bedient. Ladestation und Ladekarte müssen für V2G registriert werden. Mittels Zurverfügungstellung einer App können die Nutzer Daten wie beispielsweise die geplante Abfahrtszeit hinterlegen. Hier erhalten die Benutzer auch Informationen zur aktuellen Ladung und der voraussichtlichen Vergütung.[188]

---

[179] Soller, G., 2017.
[180] trurnit GmbH, 2018.
[181] Heise Medien GmbH & Co. KG, 2018.
[182] The Mobility House, 2018.
[183] Vehicle to Grid.
[184] The Mobility House, 2018.
[185] The New Motion Deutschland GmbH, 2018.
[186] Bestes Indiz für diese Annahme ist der CCS Anschluss bei Tesla Model 3, wo ausschließlich für Europa die Fahrzeuge mit CCS Stecker ausgestattet sind. Entsprechende Änderungen der Ladestecker sind auch bei Hyundai zu erwarten.
[187] Goingelectric.de, 2018.
[188] The New Motion Deutschland GmbH, 2018.

The Mobility House beschäftigt sich bereits seit geraumer Zeit mit dem Thema bidirektionales Laden. Bereits im Jahr 2015 stand ein E-Fahrzeug des Modells Nissan Leaf in der Tiefgarage des Bürogebäudes von The Mobility House als Energiespeicher zur Verfügung, der Strom aus der Batterie des Fahrzeugs wird direkt in das Hausnetz eingespeist. Möglich ist das durch die bidirektional ladefähige Schnellladestation von ENDESA, die aus der Fahrzeugbatterie des Elektroautos Strom für das Büro entnimmt und somit nach dem Motto „Vehicle2Coffee“ etwa die Kaffeemaschine mit Energie aus dem Auto versorgen kann.[189]

Am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) beschäftigt man sich ebenfalls mit Elektroautos im intelligenten Stromnetz. Im Parkhaus des Institutszentrums in Stuttgart haben die Wissenschaftler ein "Lebendes Labor" aufgebaut mit mehr als 30 Ladestationen für Elektroautos (30 Wechselstrom-Ladestationen und eine Gleichstrom-Ladestation), deren Strom komplett von einer Photovoltaikanlage produziert wird. Im Falle einer Vollbelegung aller Stromtankstellen fließen bis zu 340 kW an Strom, das etwa 20% der Gesamtlast des Institutszentrums (1.500 Mitarbeiter) entspricht. Ziel des Projekts ist es, ein sogenanntes Micro Smart Grid aufzubauen, also ein kleines intelligentes Stromnetz. Dieses soll die E-Fahrzeuge rein mit regenerativer Energie versorgen. Durch eine eigene Photovoltaik- und Kleinwindkraftanlage sollen die Stromtankstellen mit erneuerbarer Energie gespeist werden. Ein zusätzlicher stationärer Lithium-Ionen-Batteriespeicher mit 100 kWh sowie ein Wasserstoffspeicher mit Energiekapazität für 2000 kWh Strom, der über eine Brennstoffzelle ans Netz angebunden ist, sollen das System optimieren. Das Micro Smart Grid kann autonom betrieben werden, sollte die gespeicherte Energie aber nicht ausreichen, so kann eine Verbindung mit dem Netz des Energieversorgungsunternehmens hergestellt werden. [190] [191]

11.3 Bidirektionales Laden in der Parkgarage – das Parkhaus als Speicher

Im Sondierungsprojekt „smarte Speicherstadt“ wurden erste Überlegungen hinsichtlich bidirektionaler Ladestationen in der Parkgarage im Schlossberg unter der Burg angestellt – das visionäre Parkhaus könnte somit quasi die Funktion eines (Quartier-)Speichers einnehmen, indem die dort geparkten Elektrofahrzeuge zukünftig nicht nur Strom aus dem Netz entnehmen, sondern Strom dem Netz auch wieder zuführen. Die E-Fahrzeuge von Personen, die zukünftig beispielsweise in der Burg ihre Arbeitsplätze hätten, könnten tagsüber in der Parkgarage geparkt werden, in der Nacht könnten die Fahrzeuge von AnwohnerInnen abgestellt werden. Die Autobatterien würden jeweils als temporäre Stromspeicher wirken.

Im Jahr 2001 wurde bereits eine erste Machbarkeitsstudie in Bezug auf eine potenzielle Tiefgarage im Schlossberg durch die ILF-beratenden Ingenieure durchgeführt. Hierbei wurde eine Garage mit ca. 300 PKW-Stellplätzen in einer Kaverne mit 3 Parkebenen vorgesehen. Zusätzlich waren 8 Stellplätze für Busse geplant. Die Parkgarage war vor allem zur Nutzung durch die BesucherInnen/AnwohnerInnen des unmittelbar angrenzenden alten Ortskerns vorgesehen.

Auch in einzelnen Projekten, die beim im Jahr 2016 ausgeführten Ideenwettbewerb rund um die Revitalisierung der Burg einreicht wurden, war eine Tiefgaragenlösung im Schlossberg vorgesehen. Sowohl die Projekte aus dem Ideenwettbewerb als auch die im Jahr 2001 durchgeführte Machbarkeitsstudie sahen immer direkte kurze fußläufige Verbindungen zur Innenstadt Neulengbachs vor, um so sowohl den Parkraum für die Burg als auch für die innerstädtischen Handels- und Gewerbebetriebe, wie auch für BewohnerInnen vorzusehen. Aufgrund dieser unterschiedlichen Zielgruppen könnte auf diese Weise eine dauerhafte Belegung der Stellplätze angestrebt werden.

Aus Sicht des bidirektionalen Ladens wäre eine solche stetige Belegung der Stellplätze von großem Vorteil, um über den Tag verteilt kontinuierlich Speicherressourcen anbieten zu können.

[189] The Mobility House, 2015.
[190] Neißendorfer, M., 2017.
[191] Fraunhofer-Gesellschaft, 2018. & FORSCHUNG KOMPAKT der Fraunhofer-Gesellschaft, 2014.

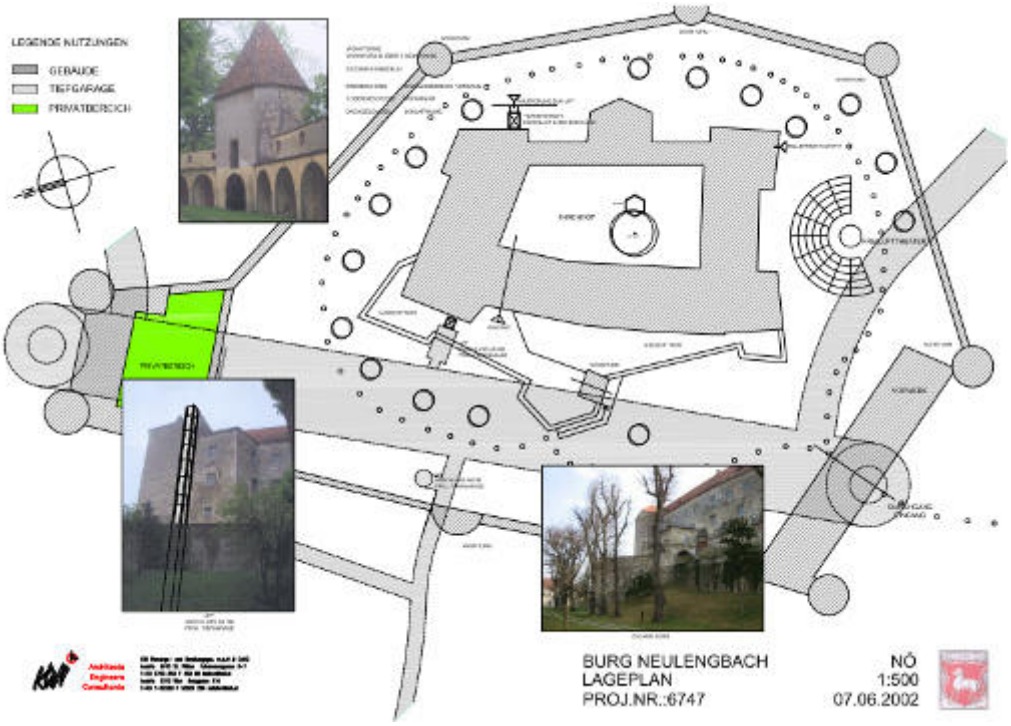


Abb. 109: Lageplan zur Tiefgarage unter der Burg aus der Machbarkeitsstudie 2001, ILF-beratende Ingenieure

Im Rahmen des Sondierungsprojekts wurden die Nutzungspotenziale und wirtschaftlichen Potenziale von bidirektionalen Ladestellen für die bestehende Park and Ride Anlage (P&R Anlage) am Bahnhof Neulengbach Stadt aufbereitet und ermittelt. Hierfür wurde ein erstes Simulationsmodell skizziert und anschließend erarbeitet. Dieses Simulationsmodell ist bislang ein erster Schritt und wird in Zukunft in weiteren Projekten noch detaillierter entwickelt. Es stehen noch zahlreiche Fragestellungen im Raum, deren Beantwortungen mit den rasanten Technologieentwicklungen im Bereich Ladetechnik und Batterien abgestimmt erarbeitet werden müssen. Andererseits ist die Strompreisentwicklung bzw. der Preisverfall von Batterien noch nicht endgültig absehbar, weshalb die ersten Versuche einer wirtschaftlichen Betrachtung als ein Annäherungsversuch zu interpretieren sind.

Die bestehende P&R Anlage umfasst ein Parkplatzangebot von 415 Stellplätzen. Die vereinbarte Netzbereitstellung für die Anlage liegt laut Jahresabrechnung der Netz NÖ GmbH bei 17 kW. Ausgehend von diesen Fakten wurden Simulationen aufgestellt und berechnet.[192]

Aufgrund der groben Annahmen und der teilweise noch fehlenden detaillierten Daten wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die folgenden Ausführungen/Berechnungen lediglich eine erste Abschätzung hinsichtlich technischer Ausstattung und wirtschaftlicher Amortisation darstellen. Im Vorfeld einer konkreten Umsetzung sind nach Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen entsprechende detaillierte Berechnungen auf Basis konkreter Annahmen/Zahlen vorzunehmen.

In folgendem Simulationsmodell wurde angenommen, dass in der P&R Anlage vorerst 5 Stellplätze mit einer bidirektionalen Ladestation ausgestattet werden. Bei dieser Ladestation handelt es sich um eine DC-Wallbox mit einem CHAdeMO-Anschluss, welche bidirektional ladefähig ist. Die Anschlussleistung für die 5 bidirektionalen Ladepunkte müsste im Vergleich zum Bestand insgesamt mind. verfünffacht werden!

[192] Das Projektteam ist sich bewusst, dass diese schwache Anschlussleistung an das Netz nicht für diese Funktion des bidirektionalen Ladesystems ausreichend ist. Andererseits sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen auch noch nicht gegeben, an welchen man sich betreffend bidirektionalen Laden orientieren kann.

Zur Benutzung der Ladestation würde eine Ladekarte benötigt werden - es würde also eine Mitgliedschaft beim Anbieter vorausgesetzt werden. Hierfür gilt eine fixe monatliche Grundgebühr (30 EUR/Monat) sowie ein zusätzlicher Tarif auf Basis der tatsächlichen Ladungen (0,20 EUR/kWh). Grundsätzlich könnte die Ladestation öffentlich von allen Fahrzeugen mit CHAdeMO Anschluss genutzt werden. Inwieweit für das Einspeisen von Strom Abgeltungen an die/den KFZ-BenutzerIn erfolgen würden, müsste gesondert betrachtet werden. Das Einspeisen des Stroms wird künftig sicherlich nicht entgeltlos erfolgen, da einerseits die Batterie entsprechend in Anspruch genommen wird und andererseits auch der Netzbetreiber, der quasi ein Service konsumiert, fremdes Eigentum benutzt. Grundsätzlich ist aber in diesem Zusammenhang auch festzustellen, dass im Fall des bidirektionalen Ladens nicht die Standzeit bei der Lade-/Entladesäule als Bezugsgröße für die Preisbemessung gelten kann, sondern die gelieferte bzw. gezogene Strommenge in kWh.

Fahrzeugbatterien, welche an der bidirektionalen Ladestation in der P&R Anlage geladen werden, werden also als temporäre kleine Energiespeicher zur Verfügung gestellt. Die FahrzeugbesitzerInnen/-nutzerInnen stimmen mit der Nutzung der Ladestation diesem Umstand zu, indem sie mit dem Netzbetreiber eine Nutzungsvereinbarung schließen, die nicht standortbezogen gültig ist, sondern an jedem bidirektionalen Ladepunkt gültig sein könnte. Die Entwicklung eines entsprechenden Entwurfs für solche Vereinbarungen wird in einem Folgeprojekt angestrebt.

Wichtig zu beachten ist hierbei, welche Fahrzeuge an der Ladestelle geladen werden und welche Batteriekapazitäten diese Fahrzeuge haben bzw. bis zu welchem Grad die Fahrzeugbatterien (im Zuge der Nutzung der Fahrzeugbatterie als temporärer Speicher) entladen werden dürfen. Im Modell wurde angenommen, dass täglich 5 Fahrzeuge an den Ladestationen ge- und entladen werden und es sich hierbei um Fahrzeuge des Modells Nissan Leaf mit jeweils 40 kWh Batterien handelt. In diesem Simulationsmodell gilt die Annahme, dass bis zu 50% des Batterievolumens entladen werden darf. Die gesamte aufzuladende Batteriekapazität aller Fahrzeuge, die an einem Tag geladen werden, beträgt somit 100 kWh. Die Lade-/Entladezeiten wurden mit insgesamt 11 Stunden täglich angenommen. Die Ladevorgänge sind im Diagramm unten ersichtlich (z.B. 08:00 bis 10:00 Uhr).

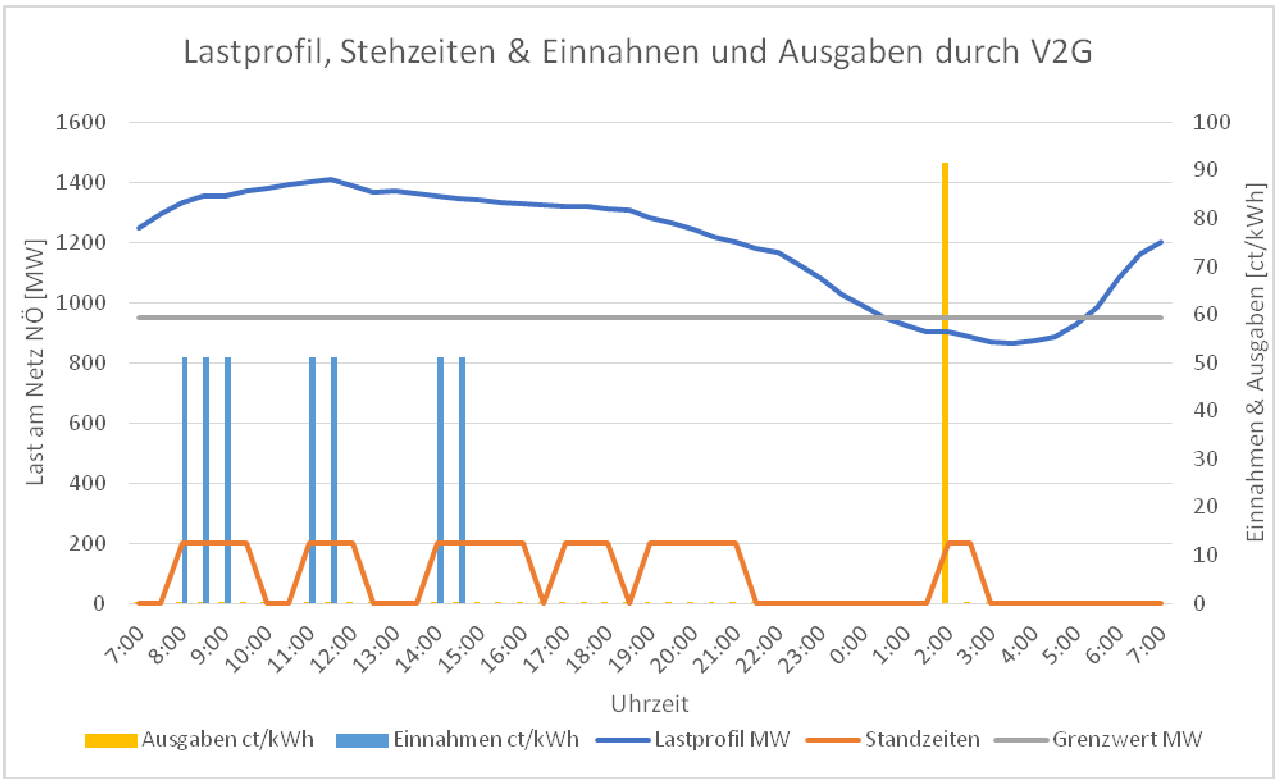
In der untenstehenden Abbildung wird zusätzlich das Lastprofil Niederösterreichs (blaue Kurve) dargestellt. Das Lastprofil Niederösterreichs entspricht den Aufzeichnungen der energiebewegung.at[193]. Dazu wurden mehrere Tagesverläufe analysiert und verglichen. Daraus wurde abgeleitet, wann Lastspitzen und Lasttäler auftreten. Aus dieser Erkenntnis kann auch auf mögliche Einspeisezeitpunkte geschlossen werden, zu denen die Fahrzeugbatterien entladen werden bzw. wann Strom für das Laden der Batterien genutzt wird.

Der Abgriffswert (Grenzwert – graue Linie in den folgenden Abbildungen) zeigt den Wert an, ab welchen Lasten Strom netzseitig zugekauft/verkauft wird. Dieser wurde hier in den folgenden Grafiken mit 950 MW (oben) und 1.300 MW (unten) angenommen. Liegt die Last über dem Abgriffswert, so besteht die Absicht, dass Strom verkauft wird (Marktpreis hoch), liegt die Last unter dem Abgriffswert, so wird Strom eingekauft (günstiger Marktpreis). Ein Regulator definiert den Grenzwert gemäß den Marktpreisen am Strommarkt. Dieser Marktakteur kann diesen Wert gemäß den zur Verfügung stehenden (Speicher-)Ressourcen bemessen. Hierbei werden betriebswirtschaftliche Aspekte zum marktkonformen Handeln der bidirektionalen Ladestationen zu berücksichtigen sein.

Bei den ersten Ladevorgängen im Tagesverlauf kann beobachtet werden, dass hier Einnahmen generiert werden können (blaue Balken). Hier wird der Strom aus den Autobatterien, also aus den temporären Speichern entnommen und an AbnehmerInnen im Netz verkauft. Es wurde auch ein Ladevorgang in der Nacht angenommen. Hierbei entstehen Ausgaben, da hier der Strom vom Netz eingekauft wird. Das Simulationsmodell baut auf einen Tagestarif/Hochtarif und einen Nachtarif/Niedertarif auf. In den Berechnungen wurde der Hochtarif (06.00-22.00 Uhr) mit einem Strompreis von 7,08 ct/kWh beziffert, der Niedertarif (22.00:06.00 Uhr) mit 3,54 ct/kWh.

Die folgenden beiden Abbildungen visualisieren die Sichtweise des Betreibers der bidirektionalen Ladestation.

[193] www.energiebewegung.at; beispielhafte Tagesverläufe Juni und Juli 2018.



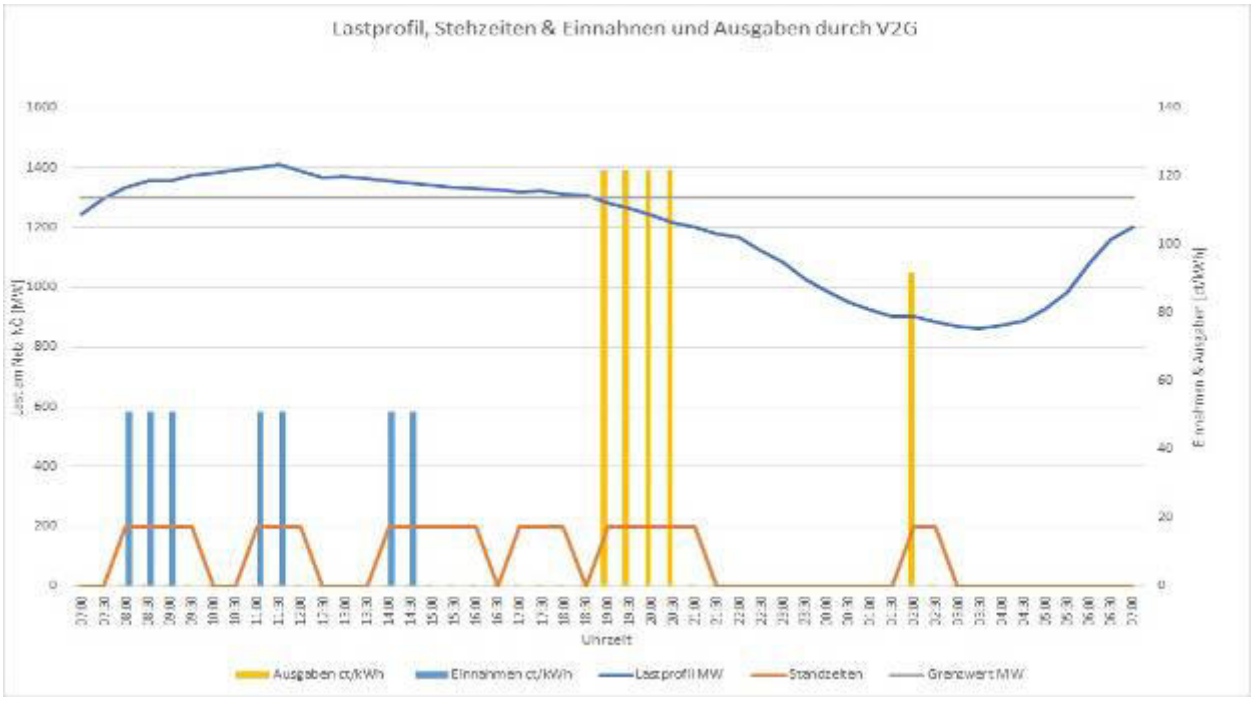


Abb. 110: Lastprofil, Ladezeiten & Einnahme/Ausgaben im berechneten Modell zum bidirektionalen Laden; im-plan-tat Raumplanungs GmbH & CO KG, 2018.

Oben: Grenzwert bei 950 MW, d.h. bei Unterschreiten der Last von 950 MW wird Strom zum Laden der Fahrzeugbatterien genutzt

Unten: Grenzwert bei 1.300 MW, d.h. bei Unterschreiten der Last von 1.300 MW werden die Fahrzeugbatterien mit Strom aus dem Netz geladen.

Das Simulationsmodell wurde im Rahmen des Sondierungsprojektes nur für eine kleine Zahl an bidirektionalen Ladestationen in der P&R Anlage in Neulengbach grob entwickelt. Erst durch die Vervielfachung solcher bidirektionaler Ladestationen an unterschiedlichen Standorten erlangt diese Technologie netzrelevante Bedeutung. Da jedoch die Fahrzeuge nicht geplant an diesen Stationen abgestellt werden, sondern je nach Bedarf der NutzerInnen und diese Verhaltensmuster nicht entsprechend der Netzbelastungen verlaufen, wird erst durch eine große Anzahl bidirektionaler Ladestationen eine Ausgleichwirkung im Stromnetz geboten werden können.

Andererseits können diese Verhaltensmuster auch im gewissen Maß gelenkt werden, indem eine für die NutzerInnen der Fahrzeuge attraktive Preispolitik das Laden bzw. Entladen der Fahrzeugbatterien zu bestimmten Zeitpunkten angeboten wird.

Zur Anwendung bidirektionaler Ladestationen sind zusammenfassend folgende Anmerkungen festzuhalten:

- Die netztechnische Relevanz von bidirektionalen Ladepunkten ergibt sich erst mit der Anzahl dieser Ladestationen! Aufgrund der relativ geringen Größe aber der großen Anzahl der zukünftigen mobilen Batterien in den Elektrofahrzeugen können erst größere Strommengen über eine Vielzahl solcher Stationen bewältigt werden.

- Bidirektionale Ladestationen werden nicht für NutzerInnen zur Verfügung stehen, die ausschließlich eine 100% Ladung der Batterien wünschen. Es muss die Bereitschaft von den AnwenderInnen bestehen, dass sowohl Be- als auch Entladevorgänge innerhalb der Standzeiten der Fahrzeuge bis zu einem Mindestladezustand erfolgen können.

- Die Funktion des bidirektionalen Ladens muss unter einer Vielzahl an Gesichtspunkten betrachtet werden und darf sich nicht nur auf die Erzielung der Reichweite konzentrieren. Um diesen Funktionen gerecht zu werden, müssen Anreize für die Zurverfügungstellung der Batterien angeboten werden. Entsprechende vertragliche Vereinbarungen sowie monetäre Entgelte müssen entwickelt werden.

- Die Funktionsbedeutung des bidirektionalen Ladens wächst mit den Größen der Batterien der Fahrzeuge. Je größer die einzelne Batterie ist, desto mehr kann über diesen einzelnen Ladepunkt für das Gesamtsystem beigetragen werden. Aus den bisherigen Erfahrungen in Bezug auf die Elektromobilität kann auch abgeleitet werden, dass die volle Reichweite bei größeren Batteriekapazitäten in der Alltagsmobilität nahezu nicht zur Verwendung kommt. Daher könnten diese einzelnen Speichermedien andere Funktionen, wie z.B. Netzstabilisierung oder aber Stromspeicherung von Erneuerbaren Quellen insgesamt übernehmen und in Summe in einer positiven Gesamtwirkung und Entlastung des Stromnetzes resultieren.

- P&R Anlagen eignen sich voraussichtlich optimal für bidirektionale Ladepunkte, weil die Fahrzeuge in diesen Parkhäusern lange Verweildauern vorweisen und dadurch theoretisch mehrere Ent- und Beladevorgänge der Batterien erfolgen könnten. Andererseits zeigen die Erfahrungen, dass die Fahrten zwischen Wohnort und P&R Anlagen relativ kurz sind. Daher könnte das überwiegende Batterievolumen dieser Elektrofahrzeuge für bidirektionale Ladezwecke zum Einsatz kommen.
  Anderseits eignen sich auch Stellplätze beim Arbeitsplatz für solche Anwendungen, weshalb die visionäre Parkgarage im Schlossberg Neulengbachs auch für bidirektionales Laden geeignet wäre.

- Aktuell sind für bidirektionales Laden noch viel zu wenige Fahrzeugmodelle entsprechend technisch ausgestattet. Die Prioritäten bei der Fahrzeugentwicklung konzentrieren sich noch auf andere Felder. Erst wenn über den Automobilmarkt entsprechende technische Lösungen angeboten werden, kann die Funktion des bidirektionalen Ladens im größeren Rahmen systemtechnisch zum Einsatz kommen.

B.5 Erreichung der Programmziele

„Alle Programmziele beruhen auf der grundlegenden Ausrichtung des Klima- und Energiefonds und sind im urbanen Kontext umzusetzen. Die relevanten Handlungsfelder Gebäude, Energie, kommunale Ver- und Entsorgung, urbane Mobilität, Kommunikation & Information sowie Grün- und Freiraum sind nach Möglichkeit mit dem Querschnittsthema soziale Innovation zu kombinieren“, so lauten die Zielsetzungen der Programmlinie.

Dieses Sondierungsprojekt gemäß der 8. Ausschreibung fällt unter den Ausschreibungsschwerpunkt 3 „Innovative Energiespeicher-Lösungen für Stadtquartiere / urbane Regionen“. In einem integrativen und systemoptimierenden Ansatz werden die oben genannten Handlungsfelder dabei behandelt.

Unterschiedliche intelligente und integrierte Einzellösungen wurden miteinander vernetzt und in einem Gesamtsystem betrachtet. Die Stadt und insbesondere die Burg Neulengbach, die zentral im Stadtgebiet von Neulengbach als leerstehende Immobilie großes Potenzial aus Sicht der Stadtentwicklung bietet, wirken hierbei als Testumgebung für die Entwicklung und Erprobung diverser Lösungen und Technologien. So wurden etwa die Handlungsfelder Speichern und nachhaltige Mobilität im Sinne der Nutzung einer Parkgarage als bidirektionales Ladezentrum bzw. temporärer Speicher zusammengeführt. Andererseits wurden kommunale Gebäude / Einrichtungen in Kombination mit den Speicherpotenzialen analysiert (z.B. Straßenbeleuchtung). Unter dem Aspekt des Ortsbildschutzes wurden PV-Dachziegel auf ausgewählten Gebäuden gesondert beurteilt. Nur bei einer Kombination von Einzellösungen kann ein Mehrwert für die Stadt(region) generiert und die Zukunftsfähigkeit der Systeme gewährleistet werden. Alle entwickelten Szenarien, sowie auch Maßnahmen sollen dazu beitragen, dass Neulengbach den Weg zur zero-emission-city fortsetzt.

Wesentliche Outputs dieses Sondierungsprojektes sind 3 Simulationen, die auf die integrativen Lösungen basierten. Einerseits wurde mittels PV-Simulation das örtliche Potenzial an PV-Strom in Neulengbach dargestellt. Dieses Simulationsmodell wurde bereits im Sondierungsprojekt IndustryHUB Tulln entwickelt und für die smarte Speicherstadt perfektioniert. Weiters wurde eine Visualisierung der Innenhofüberdachung für die Burg Neulengbach entwickelt, mit der die Machbarkeit der PV-Nutzung sowie der Nutzung passiver Sonnenenergie auf der Burg simuliert wurde. Betreffend die Weiterentwicklung im Mobilitätsbereich bzw. der Anwendung von Automobilen als Speichermedien wurde ein Simulationsmodell entwickelt, das das Bidirektionale Laden in Parkhäusern abbilden soll. Speziell wird hier auf ein Geschäftsmodell eingegangen, womit die Lade- und Entladeprozesse bei Elektrofahrzeugen abgebildet werden sollen. Diese Simulationen sollen auch weiterhin angewendet werden, um speziell wirtschaftlich und ökologisch nachhaltige Prozesse darstellen zu können.

Im Projekt wurde ein besonderer Schwerpunkt auf die über klassischen technischen Energiespeicher hinausgehenden Lösungen gelegt. Das Thema Speichern wurde aber auch im sozialen/gesellschaftlichen Sinn deutlich umfassender betrachtet. Von der Burg Neulengbach und dem Schlosspark als historischen Geschichtsspeicher, über die Speicherung und Konservierung regionaler Produkte (z.B. Elsbeere) bis hin zur Bevölkerung als Wissensspeicher wurde das Thema umfassend ausgelegt. Dazu wirkte das Sondierungsprojekt als Initiator und Impulsgeber für die Stadt(region). In diesem Sinne wurden Speicherworkshops in Volksschulen, Biodiversitätsprojekte (Burg:Honig) und Wissensvermittlung auf Basis der smarten Speicherstadt umgesetzt.

Dabei wurde besonderer Wert auf die Einbeziehung aller relevanten Zielgruppen gelegt. Mittels zwei übergeordneter Advisory Groups konnten einerseits die Bevölkerung und andererseits ExpertInnen v.a. aus den Bereichen innovativer Energiespeicher-Lösungen sowie energieoptimierter Sanierung in das Projekt miteinbezogen werden. Die Wieder-Öffnung der Burg Neulengbach für die Öffentlichkeit war ein wesentlicher Schritt im Rahmen der Partizipation der Bevölkerung. Die Burg stand dabei im Rahmen einer Vielzahl an Veranstaltungen als Testbed diverser technischer (z.B. PV-Dachziegel, das Elektroauto als Speicher, etc.) aber auch sozialer Innovation (z.B. Schauplatz von Social Furniture Workshops unter der Teilnahme verschiedener Bevölkerungsgruppen, etwa MigrantInnen und SchülerInnen) zur Verfügung. Die durchgeführten Burgführungen durch VertreterInnen des Personenkomitees Burg 2025 boten der Bevölkerung, Einblicke in die Kombination von Geschichte und innovativer technischen Anwendungen (Digitalisierung, Dekarbonisierung) zu bekommen. Gleichzeitig wurde in der Bevölkerung das Interesse für die Entwicklung der Stadt Neulengbach und einer aktiven Teilnahme am Entwicklungsprozess geweckt. Im Besonderen war man auf die Integration der jüngsten EinwohnerInnen Neulengbachs/der Region (vor allem SchülerInnen) bedacht. Speziell für diese Bevölkerungsgruppe – der Zukunft Neulengbachs – und deren zukünftiges Lebensumfeld sind die im Projekt angestrebten Entwicklungen hin zu einer Smarten Speicherstadt relevant. Dementsprechend gelang es mit dem

Projekt „smarte Speicherstadt“ soziale Innovation als Querschnittsmaterie über viele unterschiedliche Themenfelder der örtlichen Bevölkerung erlebbar und verständlich zu machen.

Die Umsetzungspotenziale der Projektergebnisse sind sehr vielschichtig und bedeutend bzw. werden aktuell bereits vielfach aus dem Projekt heraus entstandene Ideen verfolgt und eine Verwirklichung angestrebt (z.B. PV Castle, Alt-Akku-Nutzung als stationäre Speicher). Neben den geplanten Folgeprojekten wurden bereits während des Sondierungsprojekts Smarte Speicherstadt einige begleitende Initiativen und Projekte ins Leben gerufen – inspiriert von den Ergebnissen des Sondierungsprojekts. So wurde beispielsweise ein umfassendes Speicher-Projekt der Leader-Region entwickelt (finanziert über das Programm Leader) oder Workshops mit VolksschülerInnen zum Thema Speichern (finanziert über das Programm Regionale Talente / Kooperationsschecks) initiiert. Aus diesen und vielen weiteren bereits gesetzten aber auch geplanten Maßnahmen lässt sich die enorme Bedeutung des Speicherns für die Stadt und die Region und die Erkenntnis ableiten, dass diese Bedeutung vor Ort auch wahrgenommen und die Thematik auf zahlreichen Ebenen als zukunftsträchtig betrachtet wird.

B.6 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

12 Schlussfolgerungen zur Energetischen Potentialanalyse

Im Bereich der Wind- und Wasserkraft sind auf dem Gemeindegebiet von Neulengbach keine Umsetzungsprojekte geplant. Aktuell sind auch keine solchen Anlagen in Betrieb. Ein ganz anderes Bild zeigt sich aber bei der Nutzung von Solarenergie. Derzeit sind in Neulengbach PV-Anlagen mit einer Leistung von über 1 MWp in Betrieb – darunter auch größere kommunale Anlagen wie die des Freibads oder die der NMS. Das PV-Potential der Stadt ist aber noch sehr groß. Das zeigt sich auch darin, dass von den 57 ha Dachflächen erst 0,8 ha energetisch genutzt werden. Wenn angenommen wird, dass 2/3 dieser ungenutzten Flächen zur Energiegewinnung herangezogen werden, dann könnten über 30 GWh im Jahr an Solarstrom erzeugt werden.

12.1 Analyse der Einsparpotentiale

In dieser Arbeit wurden sowohl Einsparpotentiale im kommunalen als auch im privaten Bereich identifiziert. Im gewerblichen/industriellen Sektor wurden Potentiale im Bereich der Abwärme dargestellt.

Kommunaler Bereich:

Im Bereich der Straßenbeleuchtung wurden in Neulengbach bereits in der Vergangenheit positive Akzente gesetzt. So wurden nach Erstellen eines Beleuchtungskatasters für alle Lichtpunkte (ca. 2.000) bei ca. 850 Leuchten der Leuchtkörper auf LED umgestellt. In Zukunft soll diese Umsetzung konsequent weitergeführt werden. Wie bereits oben beschrieben, wurde ein System untersucht, bei dem gewisse Straßenzüge mit einem Smart Grid auf Gleichstrombasis versorgt werden – mit der Möglichkeit auf einen Verzicht auf die einzelnen AC/DC-Wandler.

Auch bei der Beleuchtung einiger kommunaler Gebäude (Stadtpfarrkirche, Lorenzi Kirche) kann eine Umstellung relativ kostengünstig durchgeführt werden.

Privater Bereich:

Die Burg Neulengbach ist zum Teil im sehr sanierungsbedürftigen Zustand. Wie eine Heizlastberechnung gezeigt hat, ist eine Wiederbelebung der Burganlage nur mit erheblichen Aufwand möglich. Der aktuelle Heizwärmebedarf würde einen wirtschaftlichen Betrieb nicht ermöglichen. Dabei kann mit einer Deckendämmung und einer Fenstersanierung der Heizwärmebedarf erheblich gesenkt werden. Beide Maßnahmen greifen in die Bausubstanz und dem äußeren Erscheinungsbild wenig bis gar nicht ein und sollten demnach aus Sicht des Denkmalschutzes ohne Bedenken durchführbar sein. Die Heizlast der drei Gebäude könnte auf etwa 500 kW gesenkt werden.

Da bisher auf der Burganlage kein zentrales Heizsystem vorhanden war, wurden auch erste Überlegungen hierzu gemacht. Neben der Installation einer Pellets/Hackschnitzelheizung ist auch ein Anschluss an das städtische Nahwärmenetz möglich. Für einen Anschluss aller drei Gebäude sind aber größere Umbaumaßnahmen im Heizhaus des Nahwärmenetzes (neuer Kessel) erforderlich. Bei einer schrittweisen Wiederbelebung der Burg kann auch über die Anschaffung eines Infrarotheizungssystems nachgedacht werden.

12.2 Potentialanalyse PV-Anlagen

Für das Vorantreiben des PV-Ausbaus in der Stadtgemeinde Neulengbach wurden folgende geplante Vorhaben detaillierter untersucht:

- PV-Eigenversorgung mit Solardachziegeln Volksschule
- PV-Eigenversorgung Bauhof
- Maßnahmen zur Blackout-Prävention beim Rathaus mit PV-Unterstützung
- Solardachziegel auf der Hochburg der Burg Neulengbach
- Transluzente PV-Module in Form einer Innenhofüberdachung der Hochburg auf der Burg Neulengbach

Für eine schnellere Untersuchung der einzelnen Fälle (auch in Zukunft) und um den Zukauf von kommerzieller Software zu vermeiden, wurde ein vielseitig anwendbares Berechnungstool (auch für die Berücksichtigung von Verschattungen) in Matlab erstellt.

Die PV-Anlage von Volksschule und Bauhof wurde auf die Eigenversorgung, und somit auf die höchste Wirtschaftlichkeit hin, ausgelegt. Sowohl für Volksschule als auch Bauhof wurden auch Varianten mit Batteriespeicher berechnet.

Da das Rathaus im Fall eines Blackouts als Sitz des Katastrophenstabs fungiert wurde ein mögliches Konzept für die netzunabhängige Versorgung dieses Gebäudes untersucht. Eine PV-Anlage mitsamt Batteriespeicher könnte das Notstromaggregat entlasten und den Bedarf an Treibstoff für dessen Betrieb wesentlich reduzieren. In Ausnahmezuständen könnte auch Treibstoff zu einer knappen Ressource werden. Der Batteriespeicher würde auch die Zeit überbrücken können, welche zur Anschaffung eines Notstromaggregats notwendig ist.

Bei den Berechnungen, welche die Burg Neulengbach betreffen, wurde angenommen, dass die am günstigsten gelegenen Dachflächen der Hochburg mit Solardachziegeln ausgestattet werden. Eine Installation von konventionellen Solarmodulen ist aus Gründen des Denkmalschutzes nicht möglich. Aufgrund der Investitionskosten der Innenhofüberdachung, welche als Stahl/Glaskonstruktion mit transluzenten PV-Modulen ausgeführt werden soll, handelt es sich hierbei eher um ein Vorzeigeprojekt, so dass dieses Vorhaben monetär nicht betrachtet wurde. Der jährliche Gesamtertrag der Anlage auf dem Schlossberg würde demnach etwa 280 MWh (240 kWp) betragen.

13 Smart Grid Neulengbach – smarte Speichersysteme für die smarte Speicherstadt

13.1 Schlussfolgerungen aus der Marktrecherche Speichersysteme

Im Rahmen der Sonderung wurden umfangreiche Marktrecherchen und Angebotseinholungen zu verschiedenen Speichersystemen in Kooperation mit der Region Elsbeere Wienerwald durchgeführt. Daraus wurden folgende Schlüsse gezogen:

- Stationäre Speichersysteme müssen anhand der unmittelbar am Grundstück befindlichen Stromproduktion dimensioniert und ausgerichtet werden
- Nicht jedes Speichersystem ist für einen Inselbetrieb geeignet, was bei einem Stromnetzausfall auch keine Stromversorgung bietet. Daher werden ausschließlich inselfähige Speichersysteme empfohlen!
- Bei sensiblen Einrichtungen, die eine dauerhafte Stromversorgung benötigen (EDV-Systeme), ist auf die USV-Tauglichkeit des Speichersystems zu achten.

Diese Rahmenbedingungen wurden bei allen detailliert analysierten Gebäuden (siehe Abschnitt 13.2) als Grundprinzipien berücksichtigt und entsprechende Dimensionierungen der Anlagen empfohlen.

13.2 Smart Grid auf Gleichstrombasis

Für die Burg Neulengbach, bestehend aus Hochburg, Vorwerk und Schlössl, wurde ein Smart Grid mitsamt Batteriespeicher ausgelegt. Für alle drei Objekte wurden Szenarien der zukünftigen Benutzung ausgehend von den Wettbewerbsergebnissen festgelegt. Aus diesen Annahmen wurden synthetische Lastprofile für Strom und Wärme erzeugt. Wenn alle drei Objekte mit dem Smart Grid versorgt werden, zeigt sich, dass ein Batteriespeicher um die 200 kWh am wirtschaftlichsten ist. Dabei erfolgt die Wärmebereitstellung nicht über die Stromseite.

Viele der heute angebotenen Elektrogeräte, gerade im Bürobereich, arbeiten eigentlich mit DC-Strom – der AC-Strom wird über einen im Gerät verbauten Gleichrichter umgewandelt. Ähnlich ist auch die Situation bei der Straßenbeleuchtung, die heute in den meisten Fällten bereits auf LED-Systemen basiert. Im Weiteren wurde deshalb auch ein Smart Grid auf Gleichstrombasis entwickelt. Das Smart Grid wurde hierzu um weitere Verbraucher außerhalb der Burganlage erweitert. Dabei wurde besonders auf die Implementierung der örtlichen Straßenbeleuchtung auf LED Basis eingegangen. Dazu wurde die Priorität für die Nutzung des PV-Stroms festgelegt – ein erster Schritt um die spätere Regelung festzulegen.

14 Speicherpotentiale Schlossberg und Burg

Folgende potentielle Vorhaben im Schlossberg wurden (auch aus geologischer Sicht) untersucht:

- Tiefgarage mit 300 Stellplätzen mit potentieller Abwärmenutzung mit Wärmepumpenanwendungen
- Kavernenspeicher
- Container-Raume für Großbatterien
- Salzwassersee im Untergrund
- Tiefenbohrungen zur thermischen Nutzung

All diese Vorhaben wären mit erheblichen Kosten verbunden. Geologische Detailuntersuchungen sind unumgänglich, sofern weitere Planungen hier vorgenommen werden. Mit Mehrausbrüchen muss gerechnet werden. Um Setzungen an der Oberfläche und Schäden an den Bauwerken (Risse, Verkippungen, etc.) zu vermeiden, müsse bei Untertagarbeiten bestimmte Vorkehrungen getroffen werden.

Darüber hinaus wurde auch noch ein Geschäftsmodell untersucht, bei dem Überschussstrom des Windkraftbetreibers *WEB Windenergie AG* über das öffentliche Netz zur Burg Neulengbach eingekauft wird, um mit diesem Strom eine Wärmepumpe anzutreiben, welche die Burg mit Heizwärme versorgt. Die erzeugte Wärme wird entweder direkt in das Heizungssystem der Burg eingespeist oder in einem Kavernenspeicher zwischengespeichert.

15 Schlussfolgerungen Mobilität

Der relativ hohe Anteil des Motorisierten Individualverkehrs (kurz: MIV) in der Stadtgemeinde Neulengbach erfordert smarte (Mobilitäts-)Lösungen, die aktiv zur Mobilitätswende beitragen: Nur durch die Verknüpfung digital vernetzter, intermodaler Mobilitätsangebote und der Nutzung alternativer Antriebsformen (Elektromobilität!) kann langfristig die Anzahl der PKWs reduziert werden. Dabei spielt die Digitalisierung eine zentrale Rolle – Mobilität soll zukünftig als Serviceleistung verstanden werden können, die bei Bedarf (auf Knopfdruck) konsumiert werden kann!

Ein erfolgreicher erster Schritt wurde bereits im Rahmen einer regionalen E-Carsharing-Initiative gesetzt, in dem ein Elektroauto in Neulengbach für BürgerInnen, Unternehmen sowie die Gemeinde zur geteilten Nutzung zur Verfügung steht. All jene BürgerInnen, für die dieses Fahrzeug aktuell nicht fußläufig zu erreichen ist, könnten zukünftig mithilfe von E-Scootern bzw. E-Rollern eine Möglichkeit erhalten, dieses Mobilitätsangebot in Anspruch zu nehmen. Zudem können diese Fahrzeuge dazu dienen, die sogenannte „letzte Meile“ in Form von kurzen Strecken in das Zentrum oder die nahe Umgebung ohne Einsatz eines PKWs zu erschließen.

Um die Elektromobilität zu forcieren, wurden in der Region bereits eine Vielzahl an Initiativen und bewusstseinsbildenden Maßnahmen gesetzt. Insbesondere eine regionale Ladestellen-Offensive leistet mit ihrem Innovationscharakter hier einen wesentlichen Beitrag, indem durch Kooperationen mit Privatpersonen und Unternehmen öffentlich zugängliche Lademöglichkeiten geschaffen werden. Auf diese Weise soll in der Region ein dichtes Ladestellennetze entstehen, das die Versorgung von elektrischen, im Idealfall auch geteilten Fahrzeugen zur Verfügung stellt. Diese Fahrzeuge eröffnen zukünftig enorme Potentiale, befinden sich doch in jedem einzelnen Elektroauto mobile Speichereinheiten in Form der Fahrzeugbatterien, die künftig für das Energiesystem von großer Bedeutung sein könnten. Denn einige Hersteller ermöglichen es aktuell bereits, dass diese nun nicht nur Strom aufnehmen, sondern ihn auch wieder abgeben können. Neuralgische Punkte, an denen eine Vielzahl an Elektroautos für eine längere Zeit abgestellt werden (z.B. P&R-Anlagen), könnten auf diese Weise zukünftig gänzlich neue Geschäftsmodelle für ihre Betreiber und Partner eröffnen sowie – bei großflächiger Anwendung - zur Netzstabilisierung beitragen. Aktuell sind noch eine Vielzahl an restringierenden rechtlichen Rahmenbedingungen vorhanden, innerhalb deren es jedoch bereits jetzt innovative Ansatzmöglichkeiten für die Stadtgemeinde Neulengbach zu untersuchen gilt, die auch für eine Vielzahl an weiteren Städten Vorbildcharakter besitzen.

B.7 Ausblick und Empfehlungen

16 Ausblick

In Ergänzung zu diesem Sondierungsprojekt wurden bereits einige Initiativen und Projekte in Neulengbach sowie in der Region gestartet, die sich mit dem Thema des Speicherns beschäftigen.

So erbrachte das Sondierungsprojekt rund um die Smart City Neulengbach etwa den wesentlichen Impuls für ein regionales Speicherprojekt, wodurch das Thema weiter in die Region getragen und zusätzliche Bewusstseinsbildung erzielt werden kann. Das Projekt beschäftigt sich mit virtuellen Regionsspeichern, Block-Chain und der Vernetzung von Stromspeichern in öffentlichen Gebäuden und der zentralen Steuerung deren über die Region. Primäre Absicht der Speichereinheiten in öffentlichen Gebäuden ist die wesentliche Eigenversorgungsquote durch PV-Strom.

Weitere Initiativen wie beispielsweise die bereits durchgeführten Speicher-Workshops mit SchülerInnen in der Region, die Schulung regionaler Feuerwehren zur Brandsicherheit in Zusammenhang mit Speichern oder aber auch die Vielzahl an weiteren Veranstaltungen auf der Burg Neulengbach (future open labs day, Zukunftssalon, SpeicherWerkStadt, etc.) bekräftigen die Bestrebungen der Stadtgemeinde, der Projektpartner und der Region Elsbeere Wienerwald im Hinblick auf das Thema „Speichern“ und die Einbindung der Burg hinsichtlich technischer und sozialer Innovation.

Ausgelöst durch das Sondierungsprojekt erhielt die Speicherinitiative „smarte Speicherstadt“ einen nachhaltigen, langzeitorientierten Fokus. Der gesamte Entwicklungsplan der Speicherstadt Neulengbach ist modular aufgebaut:

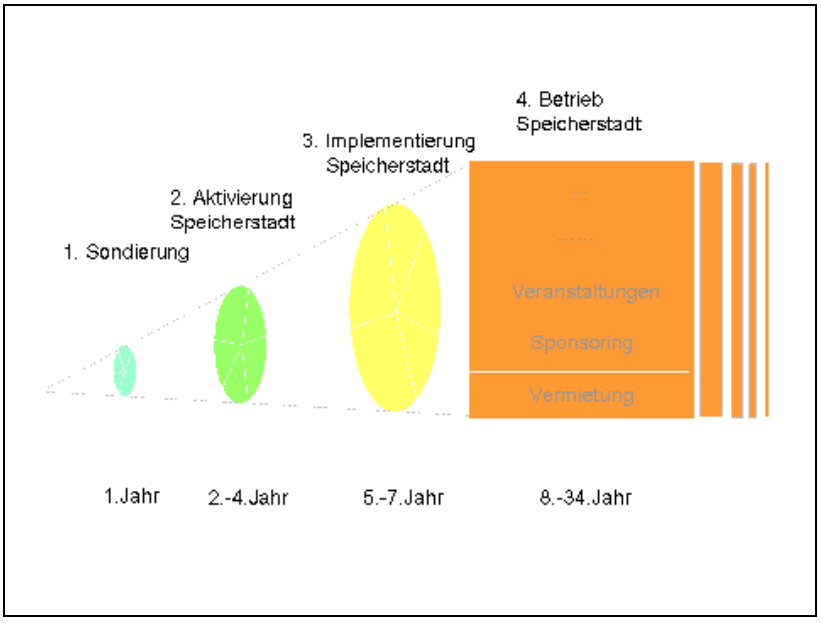


Abb. 111: Entwicklungsplan der Speicherstadt Neulengbach; Darstellung Lothar Rehse, 2018.

Das gegenständliche, einjährige „Sondierungsprojekt“ bildet die Basis dieses Entwicklungsplans. Anschließend führt die erste Ausbaustufe in einem dreijährigen Prozess zur „Aktivierung“ der Speicherstadt – d.h. erste Elemente sind implementiert, die Bevölkerung nimmt nach Aktionen im Zuge der Sondierung verstärkt aktiv teil und die Gewerbebetriebe erleben weitere Impulse des „Neuen Denkens“. Die Schritte 3 und 4 sind dann die derzeit logischen Weiterentwicklungen, im Zuge deren einerseits die smarte Speicherstadt sowohl im alltäglichen Handeln der Menschen implementiert ist, als auch die technischen Innovationen im Alltag Anwendungen finden. Zum Abschluss der Sondierungsphase wurde daher ein Umsetzungsworkshop durchgeführt und die Konkretisierung der nächsten Phase gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft und der Technik abgestimmt.

Insbesondere die Burg Neulengbach soll nicht nur thermisch und elektrisch, sondern auch kulturell und historisch durch ihre Speicherfunktionen ein wesentlicher Bestandteil der „Speicherstadt“ werden. Wesentliche Merkmale dafür sind intelligente Informations- und Kommunikationstechnologien, die allen Akteuren energieeffizient, emissionsarm/dekarbonisiert, sicher und kostengünstig zur Verfügung stehen und von allen anwendbar sind (Kompetenz, Daten). Steuerungs- und Regelungsprozesse sind dezentral von unten nach oben organisiert. Technische und soziale Innovationen gehen Hand in Hand. Mittels Smart Gouvernance, d.h. Einbindung der Bevölkerung, Transparenz und Partizipation in Entscheidungsprozessen sowie Open Data wird die soziale Innovation am Campus Burg Neulengbach angestrebt. Die Smart Economy bringt jedem einzelnen Akteur als Teil des Humankapitals entsprechende Wertschätzung entgegen. Sie sorgt für Inklusion, für kontinuierlichen Wissenstransfer und für Kooperationen in Produktion und Vermarktung („Internet of Everything“). Die Orientierung an der nachhaltigen Entwicklung zeigt sich in der ressourcenschonenden und ökologischen Versorgung (Solarenergie, Bio-Lebensmittel, Subsistenz, Resilienz), der Organisation in regionalen Kreisläufen und der Beteiligung (Crowd Financing etc.). Die BürgerInnen der Smart City Neulengbach sind kreativ, flexibel, sozial heterogen, aktiv, vernetzt, klimabewusst. Sie engagieren sich zivilgesellschaftlich sozial für andere Menschen (Alte lernen von Jungen, Junge von Alten), kreativ in der Auseinandersetzung mit städtischem Raum und politisch für gemeinschaftliche Anliegen.

Das Projekt der Speicherstadt Neulengbach soll die genannten Kriterien mittelfristig adressieren – in der ersten Phase der Sondierung waren bereits anfängliche Schritte möglich. Einen wichtigen Ansatzpunkt bildete jedenfalls die Gleichzeitig- und Gleichwertigkeit der technischen Innovation einer neuen „Flexibilität“ via intelligentem thermischen Speicher und entsprechenden Regeleinrichtungen im Energiesystem mit der Einbindung in die regionalen Wirtschaftskreisläufe (natürlich möglichst als Motor), einerseits über die Start Up Factory selbst aber auch über die Ausgestaltung des „Inkubationsraumes“ mit weitgehend regionalen Ressourcen. Zum dritten mussten jedenfalls die Menschen schon aktiv in die Projektentwicklung eingebunden werden.

Das Personenkomitee Burg 2025 hat bereits Gedanken und eine Struktur für Phase 2 entworfen, im Zug deren das Thema der „Aktivierung“ verfolgt wird. Neben der Öffnung der Burg, um auch die Nutzung der Immobilie entsprechend den Vorschlägen des Ideenwettbewerbs realisieren zu können, soll das Bindeglied zur Stadt – der Schlosspark – stark in den Aktivitäten berücksichtigt werden. Wie im Bericht ausgeführt, soll der Schlosspark die Burg gegenüber der Innenstadt nicht abschotten. Die Bevölkerung soll den Schlosspark als wesentliches Element der Stadtstruktur Neulengbachs wahrnehmen und dessen Funktionen (Mikroklima, Grüne Lunge usw.) wertschätzen.

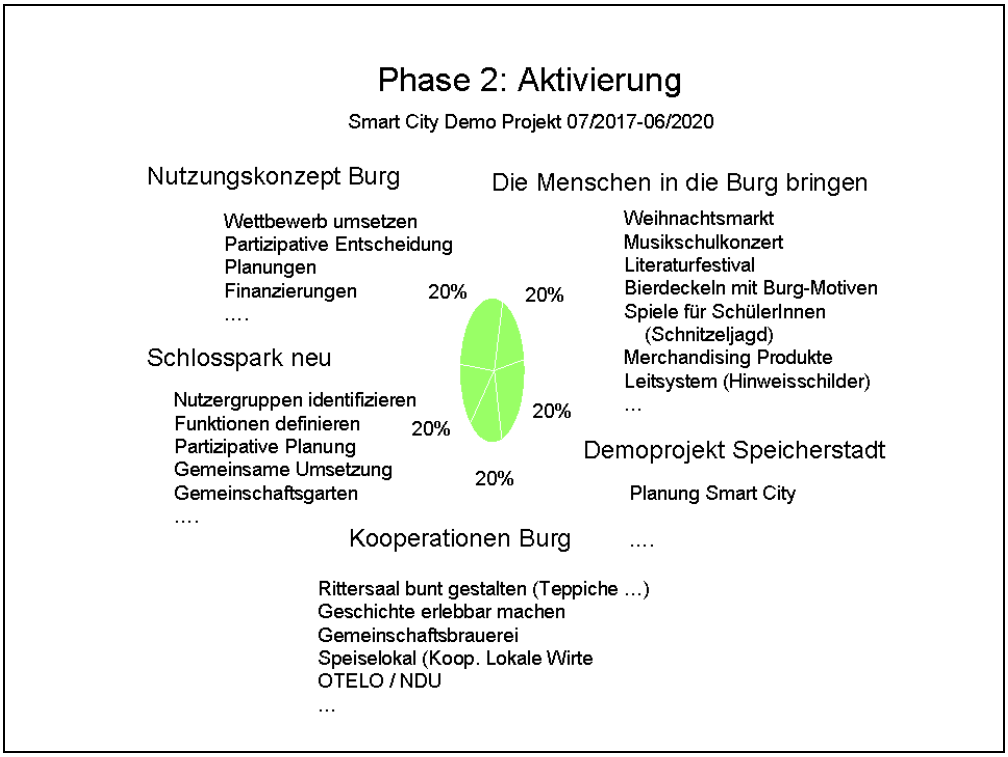


Abb. 112: Konzept Aktivierungsphase Speicherstadt Neulengbach (Phase 2)

17 Empfehlungen

Das Sondierungsprojekt „smarte Speicherstadt“ hat zahlreiche Initiativen hervorgerufen und viele Akteure zu aktivem Handeln motiviert. Das Speicherthema ist nun in der Stadtgemeinde, unter den Projektpartnern, sowie in der Region gut positioniert und mit dem Abschlussbericht liegen alle behandelten Themen und Fakten auf dem Tisch.

Folgende Empfehlungen aus den Erfahrungen bzw. zur Weiterführung der Initiativen können nun festgehalten werden:

- Denkmalschutz und Ortsbildschutz in Abstimmung mit der Bereitstellung von Erneuerbaren Energieträgern:
  Neulengbach ist wesentlich durch die historische Innenstadt und die Burg geprägt. Hier werden Ortsbildschutz und Denkmalschutz großgeschrieben und gelebt. Das bauliche kulturelle Erbe dominiert wesentlich das Stadtbild. Das Sondierungsprojekt beweist aber auch auf der anderen Seite das große Potenzial der Dächer zur Bereitstellung von Strom aus Photovoltaik-Anlagen. Die aktuelle Situation zeigt uns täglich die Bedeutung des Klimaschutzes aber auch jene der Förderung Erneuerbarer Energie. Hierbei gilt es eine Verhältnismäßigkeit zwischen Bewahren (Denkmalschutz) und Zukunft (Klimaschutz, Dekarbonisierung) zu finden. Vereinzelt sind bereits PV-Anlagen in Betrieb, das Potenzial ist aber bei Weitem noch nicht erschlossen. Neulengbach kann hier eine Vorreiterrolle übernehmen und nennenswerte Piloten künftig aufzeigen.
  Das Sondierungsprojekt hat die Grundlagen für zwei schützenswerte Gebäude hinsichtlich Photovoltaik-Nutzung auf den Dächern aufbereitet und stellt dies nun zur Diskussion. Einerseits wurde eine Machbarkeit das Gebäude der Volksschule betreffend PV-Dach durchgeführt. Das Gebäude gilt aus Sicht des Ortsbildes als schützenswert. PV-Dachziegeln sollen hier zu Anwendung kommen, um wenig visuellen Einfluss auf das Dach zu nehmen. Entsprechende Gutachten sind bereits in Mödling, Baden und Wien teilweise abgeschlossen bzw. teilweise noch in Bearbeitung, im Zuge deren über die Tauglichkeit hinsichtlich Ortsbildschutz entschieden wird.
  Die Burg Neulengbach kann letztendlich nur dann instand gehalten werden, wenn wieder Nutzungen in der Immobilie stattfinden können. Die Nutzergruppen werden einerseits nach ökonomischen Gesichtspunkten die Möglichkeiten auf der Burg evaluieren, aber auch die zeitgemäße Benutzung und Praktikabilität bewerten. Aktuell ist bereits die Herstellung von PV-Strom unter gewissen Rahmenbedingungen, wie beispielsweise des erhöhten Eigenverbrauchs mit anderen Energieträgern, konkurrenzfähig. Außerdem präsentieren sich besonders innovative und junge Unternehmen als Akteure mit hohem Bewusstsein für Klimaschutz und Zukunft. Dies soll sich auch in der Immobilie zeigen, in welcher der Unternehmenssitz beheimatet ist. Daher ist das Ausloten einer dekarbonisierten Energieversorgung auf der Burg von großer Bedeutung.
  Daher ist zu empfehlen, dass diese beiden Gebäude weiter in Projekten Platz finden sollen, im Zuge deren die komplette Umstellung der Energieversorgung in Richtung Dekarbonisierung angestrebt wird. Die Immobilien wurden bei einer sorgfältigen Integration von Zukunftstechnologien wesentliche Wertsteigerungen erfahren und bei den Betriebskosten beachtliche Einsparungen erzielen können.

- Überlegungen zu DC-Netzinfrastruktur
  Das im Sondierungsprojekt dargestellte große Potenzial an Photovoltaik-Strom und Stromspeicherung bringt das Thema der DC-Infrastruktur mit sich. Die Burg Neulengbach würde sich als geschlossenes System eignen, um die Anwendung eines eigenen DC Netzes testen zu können. Es liegt die Vermutung nahe, dass die Energieeffizienz durch DC Versorgung auf der Burg gesteigert werden könnte. In einem neuen Forschungsprojekt könnte die Praxistauglichkeit für den Alltagsbetrieb am Campus Burg Neulengbach geprüft werden. Es gilt zu testen, wie und welche Geräte relativ rasch in eine solche Infrastruktur integrierbar sind und welche Einschränkungen eventuell in der Anwendung entstehen könnten.
  Ausgehend von der Annahme, dass auf dem Areal der Burg größere Energiemengen gespeichert werden könnten, sollen Synergien zwischen (Quartiers-)Speicher Burg und täglich wiederkehrenden Anwendungen der Stromnutzung (z.B. Straßenbeleuchtung) geprüft werden. In Form eines Mikrogrids können kommunale Anwendungen bzw. Einrichtungen mitversorgt werden.

- Second Life von mobilen Speichern
  Wie die Daten aus den Recherchen im Bericht zeigen, befindet sich die Elektromobilität stark im Wachstum. Dementsprechend sind immer mehr mobile Speicher in den Fahrzeugen unterwegs. In zahlreichen Publikationen rund um Ökobilanzen zu Elektrofahrzeugen wird immer wieder auf die Bedeutung der Batterieverwendung nach der Nutzung im Fahrzeug hingewiesen.
  Das Sondierungsprojekt zeigt klar den Bedarf an stationären Speichersystemen auf. Speziell bedarf es einer großen Menge an Batterien, um in Form von stationären Speichersystemen die Steigerung der Eigenversorgungsquote bei PV-Anlagen zu ermöglichen. Die zukünftige Verfügbarkeit von „Altbatterien" aus Elektrofahrzeugen ist noch nicht absehbar, sowie auch deren technische Einsetzbarkeit. Andererseits sind stationäre Speichersysteme im Zusammenhang mit der Steigerung des Stroms aus Erneuerbaren Energiequellen unverzichtbar. Aufbauend auf den Vorarbeiten, die bereits zwischen den Projektpartnern und der Klima- und Energiemodellregion Elsbeere Wienerwald erfolgten, können wesentliche Rahmenbedingungen für die technische Ausrichtung von stationären Speichersystemen im öffentlichen Bereich übernommen bzw. adaptiert werden (Inselfähigkeit, USV-Tauglichkeit im Falle eines Black-Outs). Daher wird empfohlen, in Kooperation mit Fahrzeugherstellern und Akteuren aus der Elektroschrottverwertung Pilotprojekte zu prüfen, im Zuge deren mobile Speicher als stationäre Systeme künftig eingesetzt und geprüft werden können.

- Geschäftsplan Bidirektionales Laden (Vehicle2Grid)
  Wie bereits zuvor erwähnt, befindet sich das Wachstum der Elektromobilität erst am Beginn und schreitet teilweise exponentiell voran. Die Batteriefahrzeuge können künftig nicht nur ausschließlich zur Fortbewegung dienen, sondern auch als klassisches Speichermedium. Somit können Parkgaragen zu (Groß-)Speichermedien werden und entsprechend neue Geschäftsfelder erschließen.
  Daher werden neue Projektvorhaben angestrebt, die eine detaillierte Ausarbeitung von Rahmenbedingungen für bidirektionales Laden in Parkhäusern vorsehen. Abzuwarten ist, wie rasant die Entwicklungen in den Bereichen Ladetechnik und Batterie voranschreiten, um das konzeptionelle Ausarbeiten von Rahmenbedingungen auf einem verlässlichen technischen Standard aufbereiten zu können. Hierzu sind gewisse Grundsatzentscheidungen bzw. Entwicklungsrichtungen noch nicht final abschätzbar (Wahl des geeigneten Steckers in Mitteleuropa / CHAdeMO vs. CCS; Batteriegröße bei klassischen Zweitautos; Abrechnung von Strom nach Strommenge oder Anschlussleistung usw.). Diese Voraussetzungen werden die zu erarbeitenden Rahmenbedingungen wesentlich beeinflussen. Außerdem gilt es auch abzuwarten, zu welchem Zeitpunkt Autohersteller die Technik des bidirektionalen Ladens in ihre Fahrzeuge implementieren. Aktuell verfügt nur eine beschränkte Anzahl an Fahrzeugmodellen über die Möglichkeit Bidirektionales Laden.

- Revitalisierung der Burg durch innovative Nutzungen
  Die Burg stellt ein wesentliches Element im Neulengbacher Stadtbild dar und war über Jahrzehnte eine ungenützte Immobilie im Herzen der Stadt. Das Personenkomitee Burg 2025 beabsichtigt langfristig die Burg zu revitalisieren und neue Nutzungen im Objekt anzusiedeln.
  Die im Rahmen des Sondierungsprojektes durchgeführten Veranstaltungen zeigten die Neugierde und das große Interesse der Bevölkerung an der Burg Neulengbach. Daher ist zu empfehlen, dass weiterhin Veranstaltungen zu Innovationen und neuen Technologien in den alten Burgmauern stattfinden und so ein spannendes Veranstaltungsformat darstellen. Es ist davon auszugehen, dass aus diesen Aktivitäten die ersten Nutzergruppen akquiriert werden könnten, die im Sinne der dekarbonisierten smart economy tätig werden wollen. Nur durch die Öffnung der Burg findet das Komitee Gehör in der Öffentlichkeit und somit auch MultiplikatorInnen, die den Inkubationsraum Burg publik machen können.

C. Literaturverzeichnis

AGRAR PLUS Beteiligungsgesellschaft m.b.H., 2018. Heizwerte/-äquivalente. www.agrarplus.at, abgerufen am 25.06.2018

alpor Dämmstoffe GmbH, 2018. alpor GD plus – atmungsaktive Dachbodendämmung für höchste Ansprüche. www.alpor.at, abgerufen am 07.06.2018

Amhof, M., et al., 2012. Umsetzungskonzept der Region Elsbeere Wienerwald, www.klimaundenergiemodellregionen.at, abgerufen am 13.06.2018

Amsterdamse Energy City Lab, 2018. Testing efficient utilization of solar generated energy without conversion to Alternating Current (AC) but instead using the Direct Current (DC). www.amsterdamnrglab.org, abgerufen am 07.06.2018

Amt der NÖ Landesregierung, 2011. NÖ Energiebericht 2010 - Bericht über die Lage der Energieversorgung in Niederösterreich. www.noe.gv.at, abgerufen am 12.06.2018

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2017. Statistisches Handbuch des Landes Niederösterreich. http://www.noe.gv.at/noe/Zahlen-Fakten/NOeSTAT_2017_www200dpi.pdf, abgerufen am 25.10.2018

APCS – Power Clearing & Settlement, 2018. Synthetische Lastprofile, www.apcs.at, abgerufen am 12.04.2018

APCS Power Clearing and Settlement AG, 2018. Homepage, www.apcs.at/de, abgerufen am 12.06.2018

APG, 2013. Masterplan 2030. www.apg.at, abgerufen am 11.06.2018

Asche, N., 2018. Wie viel Wasser braucht der Wald. https://www.waldwissen.net/wald/boden/fva_gesamtwasserhaushalt_w1/index_DE, abgerufen am 18.10.2018

Autarq GmbH, 2018. Unternehmens-Homepage. www.autarq.com, abgerufen am 18.04.1018

AZ Fachverlage AG, 2018. EKZ bauen grössten Batteriespeicher der Schweiz. https://www.elektrotechnik.ch/artikel/ekz-bauen-groessten-batteriespeicher-der-schweiz/, abgerufen am 24.10.2018

Baumann/Glas/1886/GmbH, 2016. Entwurf Innenhofüberdachung, Baumgartenberg, www.baumann-glas.at

Bezirksblätter Niederösterreich, 2014. Photovoltaik-Anlage im Neulengbacher Freibad. www.meinbezirk.at, abgerufen am 25.06.2018

Bezirkshauptmannschaft St. Pölten, 2004. http://www.noe.gv.at/natural_monuments/25b29141-68e3-4cce-b54f-88931307933e.pdf, abgerufen am 18.10.2018

BINE Informationsdienst, 2018. Die Stadt als virtueller Energiespeicher. http://www.bine.info/index.php?id=39&no_cache=1&typ=30&artikel=3606&cHash=3634b945d03296d6a34b951a4100a29f, abgerufen am 25.10.2018

Bramac Dachsysteme International GmbH, 2017. BRAMAC PHOTOVOLATIK – Premium-System (Produktbroschüre). www.bramac-solar.at, abgerufen am 21.02.2018

Brüll, D., 2018. Aktuelles Stadterneuerung. http://www.neulengbach.gv.at/Aktuelles_Stadterneuerung, abgerufen am 25.10.2018.

Bundesamt für Energie BFE, 2016. Die Photovoltaik macht sich unsichtbar. www.bfe.admin.ch, abgerufen am 14.03.2018

Bundesdenkmalamt (BDA), 2011, Richtlinie - Energieeffizienz am Baudenkmal, Seite 27. Wien, www.bda.gv.at, abgerufen am 12.06.2018

Bundesdenkmalamt (BDA), 2015, Standard der Baudenkmalpflege. Wien, www.bda.gv.at, abgerufen am 12.06.2018

Bundesministerium für Finanzen, 2017. Elektrizitätsabgabe, www.bmf.gv.at, abgerufen am 17.05.2018

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012, LED in der öffentlichen Beleuchtung – Planungsgrundsätze und Ausschreibungshilfen, www.klimaaktiv.at, abgerufen am 12.06.2018

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2018. #mission2030 – Die Klima- und Energiestrategie der Österreichischen Bundesregierung (Entwurf), April 2018, Wien, https://mission2030.info, abgerufen am 12.06.2018

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) Deutschland (Hrsg.), 2012. Memorandum „STÄDTISCHE ENERGIEN – Zukunftsaufgaben der Städte". https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nationale_Stadtentwicklung/staedtische_energien_memorandum_bf.pdf, abgerufen am 25.10.2018.

Burg:2025, 2016. https://www.burg2025.at/ideenwettbewerb, abgerufen am 25.10.2018

Burkhardt, W., Kraus, R., 2011. Projektierung von Warmwasserheizungen. Oldenbourg Industrieverlag GmbH, ISBN-13: 978-3835632592

Christian Münch GmbH, 2018. Grätzelzelle, www.photovoltaik.org, abgerufen am: 12.06.2018

Drews, A., et al., 2007. Monitoring and remote failure detection of grid-connected PV systems based on satellite observations. Solar Energy 81(4), 548-564

Dr. Gobmaier GmbH, 2018. Zeitlicher Verlauf der Netzfrequenz. http://www.netzfrequenzmessung.de/verlauf.htm, abgerufen 24.10.2018

Duffie, J.A., Beckman, W.A., 2013. Solar Engineering of Thermal Processes – Forth Edition, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin-Madison, ISBN 978-0-470-87366-3

e7 Energie Markt Analyse GmbH, 2017. Nachrüstung von Ladestationen in bestehenden großvolumigen Wohngebäuden. https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/verkehr/elektromobilitaet/downloads/nachruestung_ladestationen.pdf, abgerufen am 24.10.2018

E-Box Off-Grid Powersystems. 2018. Firmen-Homepage. http://www.e-box.co.at/index.php, abgerufen am 26.06.2018

E-Control, 2016. Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen - Teil D: Besondere technische Regeln – Hauptabschnitt D4: Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen mit Verteilernetzen. www.e-control.at, abgerufen am 19.06.18

E-Control, 2018a. Gaspreise für Niederösterreich, www.e-control.at, abgerufen am 01.06.2018

E-Control, 2018b. Gaspreisentwicklung, www.e-control.at, abgerufen am 04.05.2018

E-Control, 2018c. Preiszusammensetzung Strom, www.e-control.at, abgerufen am 12.06.2018

EKZ, 2018. https://www.ee-news.ch/de/erneuerbare/forschung/article/38472/ekz-mit-18-mw-leistung-ist-grosste-batterie-der-schweiz-in-betrieb, abgerufen am 23.10.2018

Energie- & Umweltagentur NÖ, 2018a. NÖ Photovoltaik Liga 2018. www.umweltgemeinde.at, abgerufen am 11.06.2018

Energie- & Umweltagentur NÖ, 2018b. NÖ Photovoltaik Liga 2018 – Sonnenmeister. www.umweltgemeinde.at, abgerufen am 11.06.2018

Energie- & Umweltagentur NÖ, 2018c. Passende Leuchten für die Kirche. www.umweltgemeinde.at, abgerufen am 04.05.2018

Energie Burgenland, 2018. Aktuelle Kosten des Optima Basis Tarifes, www.energieburgenland.at, abgerufen am 16.05.2018

Energie Steiermark Wärme GmbH, 2015. Fernwärmenetze. www.e-steiermark.com, abgerufen am 12.06.2018

Energieinstitut Vorarlberg, 2017. Faktencheck Infrarotheizung, Dornbirn. www.energieinstitut.at, abgerufen am 12.06.2018

Energieinstitut-Hessen, 2017. Historischer Wärmeschutz Fenster, Frankfurt, www.energieinstitut-hessen.de, abgerufen am 12.06.2018

energie-experten.org, 2016. Funktion und Kosten von Eisspeichern im Überblick. https://www.energie-experten.org/heizung/waermepumpe/arten/eisspeicher.html, abgerufen am 25.10.2018

EnergieSchweiz, 2009. Merkblatt Fenster – Das Fenster im Energienachweis. www.energie-zentralschweiz.ch, abgerufen am 12.06.2018

Ertex Solartechnik GmbH, 2018. Solararchitektur vom Feinsten! (Produktbroschüre) www.ertex-solar.at, abgerufen am 21.02.2018

Europäische Kommission, 2015. Delegierte Verordnung (EU) 2015/240der Kommission vom 12. Oktober 2015 zur Überarbeitung der harmonisierten Wirkungsgrad-Referenzwerte für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme gemäß 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung des Durchführungsbeschlusses 2011/877/EU der Kommission. https://eur-lex.europa.eu/, abgerufen am 13.06.2018

forschung-energiespeicher.info, 2017. http://forschung-energiespeicher.info/projektschau/gesamtliste/projekt-einzelansicht/95/Die_Stadt_als_Speicher/ , abgerufen am 25.10.2018

Fraunhofer-Gesellschaft, 2018. Intelligentes Stromnetz für Elektrofuhrpark. https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2014/Maerz/intelligentes-stromnetz-fuer-elektrofuhrpark.html, abgerufen am 21.06.2018

FORSCHUNG KOMPAKT der Fraunhofer-Gesellschaft, 2014. Forschung Kompakt 03/2014. https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/presse-medien/2014/Maerz/Forschung-Kompakt/fk03_2014_M%C3%84RZ.pdf, abgerufen am 21.06.2018

Globis GmbH, 2018. Neue Globis-Studie: Befragung zur Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft für Mobility-as-a-Service-Angebote. https://www.globis-consulting.com/reports/befragung-zur-akzeptanz-und-zahlungsbereitschaft-fuer-mobility-as-a-service-angebote/, abgerufen am 24.10.2018

Goingelectric.de, 2018. Von Nissan xStorage und V2G: Wie das Elektroauto das Netz stützt und der Fahrer davon profitiert. https://www.goingelectric.de/2017/10/14/news/nissan-xstorage-und-v2g-wie-das-elektroauto-das-netz-stuetzt-und-der-fahrer-davon-profitiert/, abgerufen am 21.06.2018

Google©, 2018a. Google Maps. www.google.at/maps, abgerufen am 08.05.2018

Google©, 2018b. Google maps. https://www.google.com/maps/, abgerufen am 23.10.2018

Häberlin, H., 2007. Phovoltaik – Strom aus Sonnenlicht für Verbundnetz und Inselanlagen, VDE Verlag, Berlin, ISBN: 978-3-800-73003-2

Handler, S., 2016. Konditionierung von massiven Einfamilienhäusern mit Wärmepumpe unter Nutzung der Leistungsspitzen im öffentlichen Stromnetz. http://www.zement.at/downloads/downloads_2016/energiespeicher_beton_handler_Endbericht_Konditionierung_EFHWP.pdf, abgerufen im Februar 2018.

Heinloth, K., 2003. Die Energiefrage - Bedarf und Potenzialfrage, Nutzung, Risiken und Kosten, Vieweg, 2.Auflage, Braunschweig/Wiesbaden, 2003; Seite 193, ISBN 978-3-322-80322-1

Heise Medien GmbH & Co. KG, 2018. Sono Motors Sion, das Mikro-PV-Auto. https://www.heise.de/autos/artikel/Sono-Motors-Sion-das-Mikro-PV-Auto-4131994.html, abgerufen am 25.10.2018.

Herry Consult GmbH, 2007. Verkehrsparen Wienerwald: Projektcontrolling / Mobilitätserhebungen. Wien, September 2007

Holler-Bruckner, D., 2018. Stromtarife für Speicher: Aktuelle Vergleichsstudie zeigt sonnenCommunity mit bestem Ergebnis. https://oekonews.at/?mdoc_id=1119019, abgerufen am 24.10.2018

Holzmann, M., 2016. Burg Neulengbach: "Slow Castle" als Idee. https://www.meinbezirk.at/wienerwaldneulengbach/c-lokales/burg-neulengbach-slow-castle-als-idee_a1938896, abgerufen am 23.10.2018

Homestrom Austria GmbH, 2018. Homepage. www.homestrom.net, abgerufen am 12.06.2018

Homestrom Austria, 2018a. Flüssigheizung - Referenz Altertum, Dokument per E-Mail am 08.06.2018 erhalten

Homestrom Austria, 2018b. Flüssigheizung – Technik, Dokument per E-Mail am 08.06.2018 erhalten

Hörmandinger, M., Sitte, C., 2017. https://www.burg2025.at/futurelabday, abgerufen am 25.10.2018

Hörmandinger, M., 2018. https://www.burg2025.at/speicherwerkstadt, abgerufen am 25.10.2018

Huld T., Gottschalg R., Beyer H. G., Topic M. 2009. Mapping the performance of PV modules, effects of module type and data averaging. Solar Energy 84(2), 324-338

IG Windkraft, 2014. Starke Zahlen der Windkraft in Österreich Ende 2015. www.igwindkraft.at, abgerufen am 11.06.2018

Kemper, H., 2018. Spring!. https://www.zeit.de/zeit-wissen/2018/03/waldbaden-natur-heilung-gesundheit-japan, abgerufen 18.10.2018

Kesselheld GmbH., 2018. Unternehmens-Homepage. www.kesselheld.de, abgerufen am 18.04.1018

Kishore, V.V.N., 2009. Renewable Energy, Engineering and Technology: A Knowledge Compendium. Energy and Resources Institute, TERI. ISBN 978-8-179-93093-9

Koch, R., et al., 2006. Energieautarker Bezirk Güssing, www.nachhaltigwirtschaften.at, abgerufen am 13.06.2018

Kommunal Kredit Public Consulting, 2018. Informationsblatt Energiesparen in Gemeinden, www.umweltfoerderung.at, abgerufen am 12.06.2018

Korntheuer, M., 2018. Vorschläge bei der Umsetzung, Neulengbacher Kommunalservice Ges.m.b.H., Dokument per E-Mail am 22.06.2018 erhalten

Krutzler, D., 2012. Im Winter wird eben mit Eis geheizt. derstandard.at/1331779849328/Erneuerbare-Energie-Im-Winter-wird-eben-mit-Eis-geheizt, abgerufen am 24.10.2018

Land Niederösterreich, 2017: Statistisches Handbuch des Landes Niederösterreich – Verbrauch von Mineralölprodukten 2015, www.noe.gv.at/noe/index.html, abgerufen am 13.06.18

Land Salzburg, 2018. Solarthermie, www.salzburg.gv.at, abgerufen am 14.06.2018

Leader-Region Elsbeere Wienerwald, 2016. Elsbeer-Shuttledienst für die Gemeinden Kasten-Michelbach-Stössing. http://www.elsbeere-wienerwald.at/Projekt_Mikro-OeV_gestartet, abgerufen am 25.10.2018

Leader-Region Elsbeere Wienerwald, 2018. LEADER Region Elsbeere Wienerwald. http://www.elsbeere-wienerwald.at/LEADER_Region_Elsbeere_Wienerwald, abgerufen am 22.10.2018

Lightinus, Comparing traditional street lights and solar energy lights. 2018. http://blog.lightinus.com, abgerufen am 12.06.2018

meinbezirk.at, 2011. Wachküsser gesucht – Wer weckt Burg aus Dornröschenschlaf? www.meinbezirk.at, abgerufen am 08.06.2018

meinbezirk.at, 2014. Photovoltaik für die Grazer Dächer. www.meinbezirk.at, abgerufen am 18.04.2018

Mensch, Natur und Handwerk gemeinnütziger eingetragener Verein, 2018. Haus in Lemgo. www.strohbau.org, abgerufen am 08.06.2018

Naturfreunde Internationale, 2015. Naturerleben und Gesundheit Eine Studie zur Auswirkung von Natur auf das menschliche Wohlbefinden unter besonderer Berücksichtigung von Waldlebensräumen. https://www.bundesforste.at/uploads/publikationen/WasserWege_Gesundheit.pdf, abgerufen am 18.10.2018

Naturstrom AG, 2018. Urbane Grünplanung gegen den Klimawandel. https://www.energiezukunft.eu/klimawandel/urbane-gruenplanung-gegen-den-klimawandel/, abgerufen am 6.5.2018

Neißendorfer, M., 2017. Warum das Stromnetz von morgen Elektroautos braucht. http://www.sueddeutsche.de/auto/smart-grid-warum-das-stromnetz-von-morgen-elektroautos-braucht-1.3707189, abgerufen am 21.06.2018

Neulengbacher Kommunalservice GmbH, 2018. Straßenbeleuchtung Neulengbach, www.neukom.at, abgerufen am 12.06.2018

Niederbrucker, R., Haslinger, E., 2016. Erdwärme! voraus - Technologieleitfaden Erdwärme. Wien: Stadt Wien Magistratsabteilung 20. www.wien.gv.at, abgerufen am 12.06.2018

NÖ Energie- und Umweltagentur GmbH, 2018. Ohne Investitionskosten zur kommunalen PV-Anlage. www.umweltgemeinde.at, abgerufen am 26.06.2018

NÖ Pressehaus Druck- und VerlagsgmbH, 2017. Wohnungsnot in Neulengbach soll gelöst werden. www.noen.at, abgerufen am 07.06.2018

NÖ-Atlas, 2018. http://atlas.noe.gv.at, abgerufen am 26.06.2018

ÖBB-Personenverkehr AG / HaCon Ingenieurgesellschaft mbH, 2018. Stationsinformation. http://fahrplan.oebb.at/bin/stboard.exe/dn?ld=21&, abgerufen am 24.10.2018

Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT), 2011. Kennzahlen zum Energieverbrauch in Dienstleistungsgebäuden, Wien. www.oegut.at, abgerufen am 12.06.2018

Österreichischer Biomasse-Verband, 2015. Bioenergie - Basisdaten 2015. www.biomasseverband.at, abgerufen am 25.06.2018

Österreichisches Institut für Bautechnik, 2015. OIB – Richtlinie 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, Wien. www.oib.or.at, abgerufen am 12.06.2018

Paeck P., et al., 2018, Abschlussbericht des Projektes „Windenergievermarktung“, Energie Burgenland

Perhofer GmbH, 2010. Lagerung von Holzpellets – Ausführung und Anforderungen an den Lagerraum. www.perhofer.at, abgerufen am 12.06.2018

Quelle: Stadtgemeinde Neulengbach

Quelle: Vischer Topografie

regelleistung.net, 2018. Eckpunkte und Freiheitsgrade bei Erbringung von Primärregelleistung. https://www.regelleistung.net/ext/download/eckpunktePRL, abgerufen am 23.10.2018.

Region Elsbeere Wienerwald, 2013

Rütti, T., 2018. EKZ: Mit 18 MW Leistung ist grösste Batterie der Schweiz in Betrieb. https://www.ee-news.ch/de/erneuerbare/forschung/article/38472/ekz-mit-18-mw-leistung-ist-grosste-batterie-der-schweiz-in-betrieb, abgerufen am 24.10.2018

Schubert G. 2012. Modellierung der stündlichen Photovoltaik- und Windstromeinspeisung in Europa. Frauenhofer Institut für System- und Innovationsforschung, 12. Symposium Energieinnovation Graz, 15.-17.02.2012

Schuster, M., Maier, P., Bargmann, E., Bader, H., 2017. Preisentwicklung der Energieholzsortimente Marktinformation Teil 3. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Wien. www.klimaaktiv.at, abgerufen am 12.06.2018

Schwarzbauer, P., 2011. Vorlesungsunterlagen zur Holzmarktlehhre. Kapitel 4: Das forstwirtschaftliche Angebot als Beschaffungsproblem der Holzwirtschaft. Universität für Bodenkultur Wien

Schweizer, A., 2018. Wärmeübergang, www.schweizer-fn.de, abgerufen am 07.06.2018

SFL Technologies GmbH, 2018. Energieglas-Fassade, www.info.science-tower.at, abgerufen am: 12.06.2018

Sitte, C., 2017. https://www.burg2025.at/futurelabday, abgerufen am 25.10.2018

Sitte, C., 2018. Homepage von BURG 2025 - Personenkomitee, www.burg2025.at, abgerufen am 12.06.2018

Skoplaki, E., Palyvos, J.A., 2009. Operating temperature of photovoltaic modules: A survey of pertinent correlations. Renewable Energy 34(1): 23-29

Soller, G., 2017. Mitsubishi und NewMotion starten Pilotprojekt für bidirektionales Laden. https://www.vision-mobility.de/de/news/mitsubishi-und-newmotion-starten-pilotprojekt-fuer-bidirektionales-laden-927.html, abgerufen am 21.06.2018

SolteQ Europe GmbH, 2018. Persönliches Angebot zum Verbau von Solardachziegel, Dokument per E-Mail am 14.03.2018 erhalten

Stadtgemeinde Neulengbach, 2018

Stadtgemeinde Neulengbach, 2018. Wadlpass. http://www.neulengbach.gv.at/Wadlpass, abgerufen am 23.10.2018.

Statistik Austria, 2001. Gebäude- und Wohnungszählung vom 15. Mai 200– Gemeinde Neulengbach

Statistik Austria, 2011a. Bevölkerung nach Erwerbsstatus. www.statistik.at, abgerufen am 13.06.2018

Statistik Austria, 2011b. Registerzählung vom 31.10.2011– Gebäude und Wohnungen – Gemeinde Neulengbach

Statistik Austria, 2015. KFZ-Bestand 2015, www.statistik.at, abgerufen am 13.06.2018

Statistik Austria, 2016a. Abgestimmte Erwerbstatistik 2015. www.statistik.at, abgerufen am 13.06.2018

Statistik Austria, 2016b. Durchschnittlicher Stromverbrauch je Haushalt 2016. www.statistik.at, abgerufen am 13.06.2018

Statistik Austria, 2018. Ein Blick auf die Gemeinde Neulengbach. http://www.statistik.gv.at/blickgem/blick1/g31926.pdf, abgerufen am 25.10.2018

Stieglitz, R., Heinzel, V., 2012. Thermische Solarenergie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-642-29474-7

Stoiber, G., 2018. Energiekennzahl, www.energiesparhaus.at, abgerufen am 11.06.2018

Strahlhofer, A. 2018. Laabental-Radweg. http://www.fahr-radwege.com/Laabentalradweg.htm, abgerufen am 22.10.2018

Stüber, J., 2018. Share2Move startet erstes E-Scooter-Sharing im ländlichen Raum. https://ngin-mobility.com/artikel/share2move-e-scooter-sharing-land/, abgerufen am 23.10.2018

Technische Universität Graz, 2018a. IFEA: Klimatabelle, www.ifea.tugraz.at, abgerufen am 02.04.2018

Technische Universität Graz, 2018b. Wärmeleitfähigkeit. www.ifea.tugraz.at, abgerufen am 07.06.2018

Tesla©, 2018. Unternehmens-Homepage. www.tesla.com, abgerufen am 18.04.1018

The Mobility House, 2015. The Mobility House kocht Kaffee mit grünem Strom aus dem Elektroauto. http://www.mobilityhouse.com/de/the-mobility-house-kocht-kaffee-mit-gruenem-strom-aus-dem-elektroauto/, abgerufen am 21.06.2018

The Mobility House, 2018. https://www.mobilityhouse.com/de_de/vehicle-to-grid, abgerufen am 22.10.2018

The New Motion Deutschland GmbH, 2018. Laden von Elektroautos: Zukunftsweisende V2G-Technologie. https://newmotion.com/de_DE/elektrisch-fahren/the-future-of-ev-charging-with-v2g-technology, abgerufen am 21.06.2018

Tockner, A., 2012. Beheizung einer Burg mittels Luft/Luft-Wärmepumpe, Diplomarbeit an der Technischen Universität Graz – Institut für Wärmetechnik, 2012

trurnit GmbH, 2018. Bidirektional laden: E-Autos als Speicher. https://www.smarter-fahren.de/bidirektional-laden/, abgerufen am 21.06.2018

Truschnig, H., 2018. Wehrbauten in Österreich – Schloss Neulengbach auf wehrbauten.at, www.wehrbauten.at, abgerufen am 03.05.2018

TU Dortmund, 2017. http://forschung-energiespeicher.info/projektschau/gesamtliste/projekt-einzelansicht/95/Die_Stadt_als_Speicher/, abgerufen am 25.10.2018

Ubiquitous Energy, Inc., 2018. Unternehmens-Homepage. http://ubiquitous.energy, abgerufen am 21.02.2018

Viessmann Ges.m.b.H., 2018. Eisspeicher – innovative Energiequelle. https://www.viessmann.at/de/wohngebaeude/waermepumpe/eis-energiespeicher.html, abgerufen am 25.10.2018

Vilgut, R., 2017. So viel werden Teslas Solar-Dachziegel kosten. www.kleinezeitung.at, abgerufen am 11.06.2018

von Haaren, C. (Hrsg.), 2004. Landschaftsplanung, Ulmer Verlag, 2004, S. 201.

Wikimedia Commons, 2018. https://commons.wikimedia.org, abgerufen am 14.05.2018

Wikipedia, 2018a. www.wikipedia.org, abgerufen am 12.06.2018

Wikipedia, 2018b. Burg Neulengbach. https://de.wikipedia.org/wiki/Burg_Neulengbach, abgerufen am 18.10.2018

Wimmer, R, Hohensinner, H., Janisch, L., Drack, M., 2001. Wandsysteme auf nachwachsenden Rohstoffen, Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien, www.grat.at, abgerufen am 12.06.2018

Wohnnet.at, 2018. Photovoltaik im Dachziegel. www.wohnet.at, abgerufen am 18.04.2018

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), 2018. Klimadatensatz Wetterstation Buchberg 2016, Wien, 2018

ZEP B.V., 2018. Unternehmens -Homepage. www.zepbv.nl, abgerufen am 18.04.1018

D. Anhang

- Geologisches Gutachten Schlossberg