



INTEGRIERTES QUARTIERSKONZEPT IN DER GEMEINDE RÖSLAU

Rösrau, 08.05.2024

IMPRESSUM



AUFTRAGGEBER:

gKU Winterling

Schützenstraße 6,
95158 Kirchenlamitz

Ansprechpartner:

Cäcilia Scheffler
+49 9285 968192

info@gku-winterling.de

Es
geht!

AUFTRAGNEHMER:

Es-geht! Energiesysteme GmbH

Hauptstraße 117
10827 Berlin

Projektleitung:

[Jan Weiler](#)
[Lucas Dörr](#)

Projektbearbeitung:

Kevin & Jekaterina Kaiser, Frederik
Hauptenthal, Stefan Rüffler, Rainer
Härtl, Lisa Mages

[Firma eco:novis S.à.r.l.](#)
[Ingénieurs-Conseils](#)

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	IV
1 ZIELE UND PROJEKTRAHMEN	8
1.1 Ausgangssituation und Projektziel	9
1.2 Quartiersabgrenzung	10
1.3 Arbeitsmethodik	11
2 AUSGANGSANALYSE	16
2.1 Vorhandene Konzepte und Planungen	17
2.2 Baukulturelle und städtebauliche Ausgangssituation	18
2.3 Energetische Ausgangssituation Wohngebäude	20
2.4 Energetische Ausgangssituation beteiligter Unternehmen	25
2.4.1 Color-m GmbH	25
2.4.2 Steinkamp GmbH & Co. KG – Porzellantreff.de	26
2.4.3 Scherdel Druckfederntechnik GmbH & Co. KG	26
2.4.4 Stahl- & Drahtwerk Röslau	27
2.5 Energie- und Treibhausgasbilanzierung	28
3 ENERGETISCHE POTENTIALANALYSE	30
3.1 Energieeinsparungen und Energieeffizienz (Nutzerverhalten)	31
3.2 Erneuerbare Energien	36
3.2.1 Dachflächenphotovoltaik	36
3.2.2 Kleinwindanlagenpotentiale	39
3.2.2.1 Mobile Windmessung	39
3.2.2.2 Windturbulenzen	42
3.2.2.3 Wirtschaftlichkeitsabschätzung einer Kleinwindanlage	43
3.2.2.4 Rechtliche Aspekte	48
3.2.3 Zusammenfassung	49
4 SANIERUNG	50
4.1 Energetische Sanierung der Wohngebäude	51
4.1.1 Energetische Sanierung der Gebäude im Quartier – Sanierungsfahrplan	51
4.1.2 Förderlandschaft Stand Q2/24	53
4.2 Energetische Sanierung Mehrfamilienhäuser	55
4.2.1 Gebäudedaten	55
4.2.2 Energetische Maßnahmen	56
4.3 Energetische Sanierung Winterling Areal	56
4.3.1 Abfrage Sanierungsfahrplan	56
4.3.2 Geplante (Sanierungs-)Maßnahmen	58
5 NAHWÄRMEKONZEPTION	60
5.1 Aufgabenstellung und Leistungsbeschreibung	61
5.1.1 Hintergrund des Projektes	61
5.1.2 Aufgabenstellung	61
5.2 Wärme- und Anlagenkonzept für eine mögliche Wärmeversorgung im Quartiergebiet Unterröslau	62
5.2.1 Erarbeitung des Wärme- und Anlagenkonzeptes	62
5.2.2 Ziele und Erfolgsfaktoren	62
5.3 Wärmebedarf	63
5.4 Wärmeleistungsbedarf	65
5.5 Wärmenetz und möglicher Standort der Energiezentrale	66
5.5.1 Betrachtung eines Wärmenetzes	66
5.5.2 Standortauswahl der Energiezentrale	69
5.5.3 Zugänglichkeit des möglichen Standortes	70
5.6 Auswahl von möglichen Anlagengrößen unter Berücksichtigung des Wärmebedarfes	71
5.6.1 Unterschied in den Varianten	72
5.6.2 Abwärmenutzung in Industrieprozessen: Eine Analyse der Wärmemengenentnahme bei Stahl- und Drahtwerk Röslau GmbH	79
5.7 Wirtschaftlichkeit	81
5.7.1 Kapitalbedarf für ein Wärmenetz mit einer Energiezentrale	81
5.7.2 Ausgaben des laufenden Betriebs	84
5.7.3 Betriebserträge	85
5.7.4 Wärmegestehungspreis	85
5.8 Zusammenfassung der betrachteten Varianten der Wärmeerzeugung für die Fernwärme Betriebs	88
5.8.1 Annahmen für die Energieversorgungsvarianten:	88
5.8.2 Zusammenfassung der betrachteten Varianten in Form von Energiebilanz eines Sankey-Diagramms	89
5.8.3 Weitere Schritte	92
5.8.4 Prinzip der Kreislaufwirtschaft: Brennstoff aus der Region	93
5.8.5 Risiken / Chancen	95
5.9 Sensitivitätsanalyse in Hinblick auf den Wärmegestehungspreis	97
5.9.1 Annahme des Wärmebedarfes	97
5.9.2 Anschlussgrad	98
5.9.3 Ökologische Aspekte	100
5.9.3.1 Ökologische Vorteile gegenüber individuellen fossilen Lösungen	100

INHALTSVERZEICHNIS

5.9.4 Finanzierungsmodelle für eine Wärmezentrale	102
5.9.5 Betriebsform	103
5.10 Förderungen betreffend die erneuerbaren Energien	104
5.10.1 Zusammenfassung der Fördermöglichkeiten in Bayern (Röslau) für die genannten Bereiche:	104
5.10.1.1 Kommunales Energiemanagement (KEM) (Förderung auf Wärmenetze)	104
5.10.1.2 Landwirtschaftliche Rentenbank	105
5.10.2 Die Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW (Förderung auf Kleinwindanlagen)	105
5.10.2.1 Windkümmerer 2.0	106
5.10.2.2 Bayerisches Energieforschungsprogramm	107
5.10.2.3 Wärmenetze: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	108
5.10.2.4 Bundesförderung für Energieberatung im Mittelstand – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)	109
5.10.3 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) – BAFA	110
5.11 Betreibermodelle	112
5.11.1 Energiegenossenschaft	112
6 ENERGY SHARING COMMUNITY	114
6.1 Einleitung	115
6.2 Rechtliche Rahmenbedingungen	117
6.3 Fazit	118
7 REGENWASSERRETENTION UND ÜBERFLUTUNGSVORSORGE	120
7.1 Ausgangsanalyse	121
7.1.1 Methodik	122
7.1.2 Gefahrenpotenzialanalyse	123
7.1.2.1 Der Biber-Biotop	124
7.1.2.2 Parkplatz Turnhalle	125
7.1.2.3 Parkplatz WINTERLING Gebäude	130
7.1.3 Zusammenfassung	132
7.2 Handlungsempfehlung für die Überflutungsvorsorge	134
7.2.1 Handlungsempfehlung für vorhandene Regenwassermanagementmaßnahmen	135
7.2.2 Handlungsempfehlung im Biber-Biotop	136
7.2.3 Handlungsempfehlung für großflächig versiegelte Parkflächen	139
7.2.4 Parkplatz Turnhalle	140
7.2.5 Parkplatz WINTERLING Gebäude	142
7.2.6 Förderung der Überflutungsvorsorge	144

8 VERSCHÖNERUNGSGRÜN ZU KLIMAFITTE GRÜNRÄUMEN	146
8.1 Ausgangsanalyse	148
8.1.1 Methodik	149
8.1.2 Vegetationsanalyse	150
8.1.2.1 Spielplatz (Flurstück: 3134/46)	151
8.1.2.2 Ökologisch wertvolle Flächen	157
8.1.2.3 landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen	158
8.1.2.4 Flächen mit geringem ökologischem Wert	159
8.1.3 Zusammenfassung	159
8.2 Handlungsempfehlung für die Umgestaltung der Grünflächen	159
8.2.1 Kommunale Grünflächen	160
8.3 Kosten für Grünflächenumgestaltung	162
8.4 Förderung der Maßnahmen auf Grünflächen	163
9 SPEZIFISCHE HERAUSFORDERUNGEN DES QUARTIERS	164
9.1 Umgestaltung Spielplatz	165
9.1.1 Lehrpfad am Spielplatz	165
9.1.2 Lehrpfad und Naturerlebnis „Biber-Schleife“	166
9.1.3 Förderung Lehrpfad/Wanderweg	168
9.1.4 Weitere Sportmöglichkeiten auf dem Spielplatzgelände	170
9.2 Mobility-Hub und Ladeinfrastruktur	171
10 FAZIT	178
10.1 Handlungsempfehlungen und Maßnahmenkatalog	179
10.2 Potentiale im Bezug zu den nationalen und kommunalen klimapolitischen Zielen	181
10.3 Hemmnisanalyse	182
10.4 Monitoring und Ausschreibung zum Sanierungsgebiet	184
ANHANGSVERZEICHNIS	186
LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS	194
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	196
TABELLENVERZEICHNIS	198

1

ZIELE UND PROJEKTRAHMEN



1.1 Ausgangssituation und Projektziel

Die Gemeinde Röslau, idyllisch im malerischen Fichtelgebirge gelegen, steht an der Schwelle zu einem Transformationsprozess, der das Potential hat, die Landschaft und das Leben ihrer Bürger nachhaltig zu prägen. Röslau, bekannt für seine wundervolle Natur, gastfreundliche Gemeinschaft und industrielle Geschichte, sieht sich mit spezifischen Herausforderungen und Chancen konfrontiert, die die Richtung seiner zukünftigen Entwicklung bestimmen werden.

Ein charakteristisches Merkmal Röslaus ist seine lange Tradition in der Porzellanindustrie, die jahrzehntelang das wirtschaftliche und kulturelle Rückgrat der Gemeinde bildete. In jüngster Zeit ist diese Industrie jedoch von einem signifikanten Niedergang betroffen, ein Phänomen, das nicht nur wirtschaftliche, sondern auch soziale und kulturelle Implikationen für die Region mit sich bringt. Die Abwanderung der Porzellanindustrie hat Arbeitsplätze und das damit verbundene Einkommen reduziert und eine Konversionsfläche hinterlassen, die zum großen Teil einer neuen Nutzung harret.

Die vorhandene Industrieinfrastruktur und die durch den Rückgang der Porzellanindustrie

freigewordenen Flächen bieten einzigartige Gelegenheiten für Revitalisierung und Diversifikation der lokalen Wirtschaft. Diese Konversionsflächen können als Katalysator für innovative Entwicklungen und die Integration nachhaltiger und zukunftsorientierter Industrien dienen.

Das integrierte Quartierskonzept für Röslau zielt darauf ab, einen umfassenden und adaptiven Rahmen zu schaffen, der die spezifischen Herausforderungen und Chancen der Gemeinde berücksichtigt. Besonderes Augenmerk wird auf die Erhebung des Sanierungsstands, Wärmebedarf und Machbarkeitsprüfung eines Nahwärmenetzes gelegt. Auch die Grünflächen und das Retentionsvermögen des Quartiers werden betrachtet.

Dieses Dokument dient als Leitfaden, welcher die Bürger, Entscheidungsträger, Unternehmen und Interessengruppen von Röslau durch den Prozess der Transformation führt. Gemeinsam wird ein Weg beschritten, der die Gemeinde nicht nur revitalisiert, sondern auch zu einem lebendigen Beispiel für nachhaltige, integrative und prosperierende ländliche Entwicklung im 21. Jahrhundert macht.

1.2 Quartiersabgrenzung

Das Quartier Unterröslau erstreckt sich über eine Fläche von rund 45 Hektar im südlichen Teil des Gemeindekerns von Röslau und präsentiert eine vielseitige topografische und infrastrukturelle Landschaft. Die Region, einst Teil der ehemaligen Gemeinde Grün, zeichnet sich durch ihre Lage auf einem Hügel aus.

Die westliche und südliche Begrenzung des Quartiers bildet die unberührte, freie Flur, während im Osten die Bahnlinie und im Norden die Hauptstraße liegen, die den Ort durchtrennt. Das Areal der im Tal gelegenen Stahl- und Drahtfirma Röslau und das Autohaus Wunschel überschreitet diese Staatsstraße, wobei die Unternehmen vollständig in das Quartierskonzept einbezogen werden sollen.

Im Quartier sind rund 30 kleine bis weltweit tätige Unternehmen angesiedelt; es zählt 539 Bewohner und Bewohnerinnen. Mit 167 Grundstücken, die innerhalb der Quartiersgrenzen liegen, bietet das Gebiet eine Mischung aus gewerblichen, wohnlichen und landwirtschaftlichen Räumen.

Städtebaulich ist das Quartier in zwei Hauptbereiche unterteilt. Der westliche Bereich ist von Wohnbebauung geprägt und besteht im Kern aus Siedlungshäusern, die zwischen den 1950er und 1970er Jahren für die Arbeiter der umliegenden Industrie gebaut wurden. Zentral im Quartier sind eine Turnhalle mit Freizeitsportanlage, ein Spielplatz und einige Mehrfamilienhäuser angesiedelt. Im Osten schließt die industrielle Bebauung an, die von der Nähe zum Bahnhof profitiert und mehrgeschossige Gründerzeitwohnhäuser umfasst, die einer Modernisierung harren.

Das Areal um das Winterling-Gelände ist als Stadtumbaugebiet ausgewiesen und bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten für energetische Sanierung und städtische Entwicklung. Dieses Quartier, das mit seiner Mischung aus industrieller, wohnlicher und natürlicher Umgebung eine einzigartige Identität aufweist, steht im Mittelpunkt des KfW-Programms 432 „Energetische Stadtsanierung“ und bildet den Rahmen für umfassende energetische und infrastrukturelle Verbesserungen, die das Leben und Arbeiten in Röslau verbessern sollen.

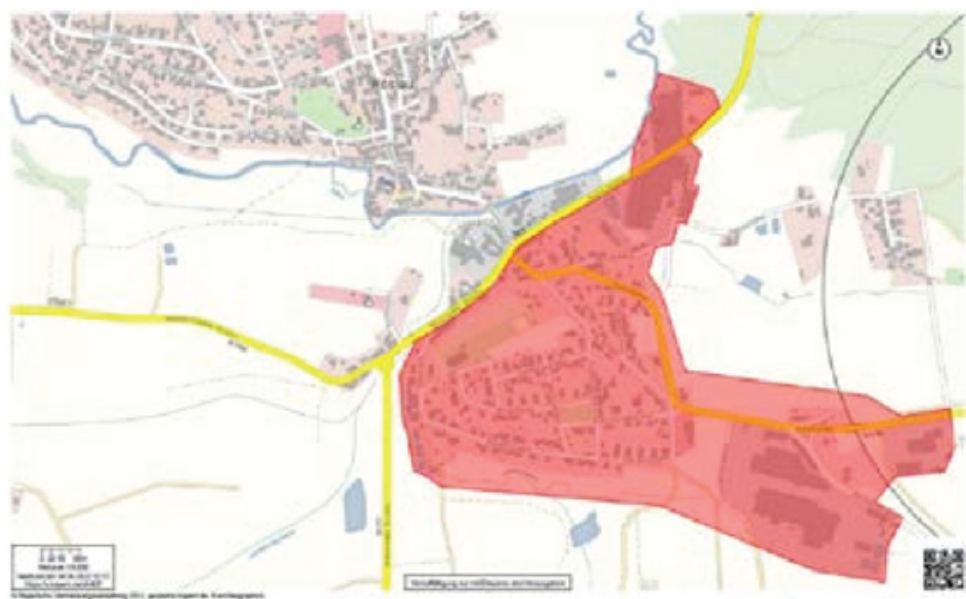


Abbildung 0: Quartiersabgrenzung für das KfW-Programm 432

Die Diversität der Gebäude, die topografische Beschaffenheit und die Mischung bieten eine reiche Palette von Möglichkeiten und Herausforderungen, die im integrierten Quartierskonzept adressiert und genutzt werden sollen, um Röslau in eine nachhaltige, energetisch optimierte und noch lebenswertere Gemeinde zu transformieren.

1.3 Arbeitsmethodik

Die Entwicklung des integrierten Quartierskonzepts in Röslau wurde durch eine methodische Herangehensweise charakterisiert, die eine gründliche Analyse des Ist-Zustandes und die aktive Beteiligung der Gemeinschaft einschloss.

1. BREIT ANGELEGTE UMFRAGE:

Zu Beginn wurde eine Umfrage durchgeführt, um sowohl qualitative als auch quantitative Daten über den aktuellen Zustand des Quartiers zu sammeln. Die Umfrage erfasste für die Konzepterstellung wichtige Aspekte wie den Energiebedarf, Gebäudenutzung, Sanierungsstand, die Qualität öffentlicher Räume und die Verkehrssituation. Darüber hinaus wurden die Meinungen und Wahrnehmungen der Bewohner bezüglich ihrer Lebens- und Arbeitsumgebung eingeholt. Es beteiligten sich annähernd 30% der Haushalte im Quartier an der Umfrage, die online sowie analog zu beantworten war. Für die Unternehmen im Quartier wurde eine eigene Umfrage entwickelt, die auf Energieeffizienz, Prozesse und v.a. Prozessabwärme einging.

2. BÜRGER-, AKTEURS- UND UNTERNEHMERWORKSHOPS:

Folgende Veranstaltungen wurden organisiert, um ein breites Spektrum an Perspektiven und Ideen zu sammeln. Bürger, lokale Akteure und Unternehmer waren eingeladen, ihre Erfahrungen, Bedenken und Vorschläge zur Verbesserung des Quartiers aktiv einzubringen. Diese Sitzungen förderten den Dialog und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Interessengruppen und trugen dazu bei, ein gemeinsames Verständnis und gemeinsame Ziele für die Entwicklung des Quartiers zu etablieren.

BÜRGERWORKSHOP

Im Rahmen des Bürgerworkshops in Röslau wurden verschiedene Vorschläge zur Verbesserung der Lebensqualität und Sicherheit im Quartier gesammelt und diskutiert. Die Ergebnisse lassen sich in mehrere Schlüsselbereiche gliedern:

EINKAUFSMÖGLICHKEITEN:

Die Teilnehmer schlugen vor, einen 24/7 verfügbaren Automaten für alltägliche Bedürfnisse zu installieren sowie einen mobilen Hofladen einzuführen, um frische und lokale Produkte direkt in das Quartier zu bringen.



Abbildung 1: Bildreihe vom Bürgerworkshop am 23.06.2023 in Röslau

VERKEHR:

Es wurden mehrere Probleme und Verbesserungsvorschläge im Bereich Mobilität und Infrastruktur festgehalten:

- Die Barrierefreiheit am Gleis 2 des Bahnhofs Röslau ist unzureichend und muss dringend verbessert werden.
- Die Anzahl der Parkplätze und Fahrradstellplätze am Bahnhof reicht nicht aus, um die Bedürfnisse der Nutzer zu decken.
- Um den Spielplatz sollte eine verkehrsberuhigte Zone eingerichtet werden, inklusive eines Halte- und Parkverbots auf Teilflächen, um die Sicherheit der spielenden Kinder zu erhöhen.
- Die Einführung eines Bürgerbusses oder die Bereitstellung von Carsharing-Möglichkeiten wurde als wünschenswert betrachtet, um die Mobilität im Quartier zu verbessern.

JUGEND:

Für die Jugendlichen im Quartier sollten neue Treffpunkte und Freizeitmöglichkeiten geschaffen werden. Die Konversionsfläche Winterling könnte dafür ideal genutzt werden, beispielsweise als Jugendtreff und für einen Bandproberaum, um kulturelle Aktivitäten zu fördern.

SENIOREN:

Es fehlen digitale Hilfsangebote für Senioren, welche die Lebensqualität und Selbstständigkeit dieser Bevölkerungsgruppe fördern könnten. Zudem wurde der Ausbau barrierefreien Wohnens und die Implementierung einer von der Gemeinde unterstützten Nachbarschaftshilfe vorgeschlagen.

GRÜNFLÄCHEN UND BIODIVERSITÄT:

Die Aufwertung der Grünflächen wurde intensiv diskutiert:

- Ein Lehrpfad mit Biotopinseln und reduzierter Mahd soll die Biodiversität am Spielplatz fördern und Bildungschancen bieten.
- Der Hügel am Spielplatz könnte für eine Kräuterspirale genutzt werden, um die natürliche Vielfalt zu erhöhen und gleichzeitig einen Anziehungspunkt für Besucher zu schaffen.

Diese Vorschläge spiegeln das Engagement der Bürgerinnen und Bürger wider, ihre Umgebung aktiv mitzugestalten und die Lebensqualität in Röslau nachhaltig zu verbessern. Die Umsetzung dieser Punkte erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen der Gemeinde, lokalen Akteuren und den Bürgern, um sicherzustellen, dass die Maßnahmen effektiv realisiert werden und den Bedürfnissen der Gemeinschaft entsprechen. Insbesondere die Themen Grünflächenaufwertung und Verkehr werden hierfür im Kapitel 7 und Kapitel 8 weitergehend beschrieben.

UNTERNEHMERWORKSHOP

Der Kick-Off zum Quartierskonzept Röslau am 16. März 2023 brachte im Quartier ansässige Unternehmen zusammen, um über Energieeffizienz, Umweltverträglichkeit und mögliche Verbesserungen in diesen Bereichen zu diskutieren. Die beteiligten Firmen – Stahl- und Drahtwerk Röslau GmbH, Scherdel GmbH und Color - M GmbH präsentierten ihre aktuellen Maßnahmen und Herausforderungen sowie Überlegungen für zukünftige Projekte. Hier eine Zusammenfassung der wichtigsten Punkte:

STAHL- UND DRAHTWERK RÖSLAU GMBH:

- Zertifizierungen nach ISO 14001 und 50001 sind vorhanden.
- CO₂-Bilanz und Gasverbrauch sind erfasst.
- Es besteht eine ungenutzte Abwärme von 500 Grad bei der Wärmebehandlung.
- Autarkie wird angestrebt, jedoch ist ein Stromverkauf derzeit nicht vorgesehen.
- LED-Beleuchtung wurde implementiert und Propan als Gas-Substitut geprüft, allerdings wegen Lieferschwierigkeiten nicht umgesetzt.
- Es gibt Flächen für Photovoltaik, aber diese sind derzeit nur von sekundärer Priorität.

SCHERDEL:

- Ebenfalls Zertifiziert nach ISO 14001 und 50001.
- Nutzt bereits Abwärme im niedrigen Temperaturbereich.
- Es findet ein offener Austausch mit Stahl- und Drahtwerk Röslau statt, jedoch wurde der gemeinsame Energieeinkauf aufgrund von Skalierungsproblemen verworfen.

COLOR - M:

- Betrieb bei sehr hohen Temperaturen (1000 bis 1380 Grad), mit Abgasen von 300 bis 400 Grad.
- Das Konzept zur Abwärmenutzung der Uni Hof wurde aufgrund des diskontinuierlichen Betriebs der Prozesse verworfen.
- Eine Umrüstung auf LPG wurde in Betracht gezogen, aber ebenfalls verworfen.
- Neben hohem Gasverbrauch besteht auch ein erheblicher Stromverbrauch.

ÜBERGREIFENDE ASPEKTE UND ÜBERLEGUNGEN:

- Mögliche Förderprogramme und vorrangige Substitution von Ressourcen wurden diskutiert.
- Freiflächen für potenzielle Photovoltaikprojekte und Biomasse-Potential wurden identifiziert.
- Die Nutzung der Abwärme und ein bereits bestehendes Energiekonzept mit der gKU Winterling werden weiter untersucht. Die Messungen der Abwärmepotenziale der Stahl- und Drahtwerk Röslau GmbH finden sich in Kapitel 6 „Nahwärmekonzeption“.

INFORMATIONSVORANSTALTUNG ENERGIE

Auf der gut besuchten Informationsveranstaltung zum Thema Energie und Nahwärmenetz wurde die Konzeption und möglichen Varianten des Nahwärmenetzes für Unterröslau vorgestellt. Durch die Veranstaltung konnten weitere Interessenten von einem Hausanschluss überzeugt werden.



Abbildung 2: Informationsveranstaltung am 17.04.2024

3. BEGEGUNGEN DER INDUSTRIE VOR ORT:

Zu Beginn wurde eine Umfrage durchgeführt, um sowohl qualitative als auch quantitative Daten über den aktuellen Zustand des Quartiers zu sammeln. Die Umfrage erfasste für die Konzepterstellung wichtige Aspekte wie den Energiebedarf, Gebäudenutzung, Sanierungsstand, die Qualität öffentlicher Räume und die Verkehrssituation. Darüber hinaus wurden die Meinungen und Wahrnehmungen der Bewohner bezüglich ihrer Lebens- und Arbeitsumgebung eingeholt. Es beteiligten sich annähernd 30% der Haushalte im Quartier an der Umfrage, die online sowie analog zu beantworten war. Für die Unternehmen im Quartier wurde eine eigene Umfrage entwickelt, die auf Energieeffizienz, Prozesse und v.a. Prozessabwärme einging.

4. SPEZIFISCHE AREAL-BEGEGUNGEN:

Einzelne, besonders relevante Areale wie die Mehrzweckhalle, die Winterling Gebäude, Spielplätze, Retentionsflächen und kommunalen Grünflächen wurden sorgfältig inspiziert. Diese Begehungen lieferten tiefgehende Einblicke in die strukturellen, energetischen und funktionalen Aspekte dieser Bereiche. Sie halfen, spezifische Herausforderungen und Chancen zu identifizieren, die in den Entwicklungsplan integriert wurden.

Während der Projektlaufzeit wurden umfangreiche Begehungen durchgeführt, um einen detaillierten Überblick über den aktuellen Zustand und die spezifischen Anforderungen der Gebäude in Unterröslau zu erhalten. Zusätzlich wurden gezielte Energieberatungen bei drei exemplarischen Gebäudetypen in der Region durchgeführt. Diese Beratungen zielten darauf ab, Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung und zur Verbesserung der baulichen Substanz zu identifizieren.

Diese Vorgehensweise sicherte eine fundierte, datengestützte und partizipative Basis für die Entwicklung des integrierten Quartierskonzepts. Jede Phase der Datensammlung und Analyse wurde durch die aktive Beteiligung der Gemeinschaft bereichert, was die Relevanz und Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen zur Verbesserung der Lebensqualität, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit im Quartier erhöhen kann.



2

AUSGANGSANALYSE

2.1 Vorhandene Konzepte und Planungen

Die Gemeinde Röslau und das gKU Winterling Immobilien hatten bereits eine Reihe von Konzepten und Planungen entwickelt, die den Grundstein für die zukünftige Transformation des Quartiers legten. Hierbei standen die Revitalisierung und nachhaltige Entwicklung des Areals, insbesondere des Winterling-Geländes, im Fokus.

MASTERPLAN FÜR DAS STADTUMBAUGEBIET:

Der vom Architekturbüro Kuchenreuther verfasste Masterplan beinhaltet detaillierte Vorschläge zur Umgestaltung und Optimierung des Stadtumbaugebiets. Er umfasst strategische Maßnahmen zur Neunutzung leerstehender Fabrikgebäude, der Erschließung von Konversionsflächen und der Sanierung von Altlasten. Ein zentraler Fokus lag auf der Verwertung der ehemaligen Winterling-Immobilien.

Der Masterplan für das Winterling-Areal in Röslau stellt eine Leitlinie für die zukünftige Entwicklung des Gebiets dar, basierend auf aktuellen Erkenntnissen und Bedingungen. Die Förderung der Lebens-, Wohn- und Arbeitsqualität steht im Mittelpunkt, wobei ein besonderer Fokus auf einem integrativen Ansatz liegt, der Unternehmen, Soziales, Baugestaltung, Grüngestaltung und Landschaft miteinbezieht.

Im Winterling-Areal wurde durch den Teilabbruch des ehemaligen Weißbetriebs eine neue Erschließungsstruktur geschaffen, die eine flexiblere Nutzung der verbleibenden Gebäude ermöglicht. Dies

fördert insbesondere die Entwicklungs- und Erweiterungsmöglichkeiten der Firma Scherdel und anderer Unternehmen.

Die Erneuerung und Modernisierung der Immobilie und die Umgebungsgestaltung werden das Ortsbild erheblich aufwerten und die Aufenthaltsqualität steigern. Der Masterplan wurde in enger Zusammenarbeit mit den ansässigen Firmen, potenziellen Interessenten und der Öffentlichkeit entwickelt. Öffentliche Veranstaltungen und Dialoge trugen dessen Formulierung bei.

Zukünftige Schritte umfassen die Abstimmung der Bauleitplanung, die Vergabe weiterer Planungsleistungen und die Umsetzung einzelner Bauabschnitte, einschließlich der Außenanlagen und Gebäudesanierungen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Energiekonzept, bei dem regenerative Energieträger und Synergieeffekte im Fokus stehen. Der Teilabbruch hat bereits regionale Aufmerksamkeit erregt, und die positive Entwicklung des Areals wird mit Interesse verfolgt.

2.2 Baukulturelle und städtebauliche Ausgangssituation

Das Wohngebiet auf einer Anhöhe südlich der Staatsstraße besteht aus drei Gruppen von Mehrfamilienhäusern und üblichen Ein- und Zweifamilienhäusern. Die Bebauung ist offen, und Gärten sowie Freizeitflächen sind allgegenwärtig. In der Randlage befinden sich ein landwirtschaftlicher Betrieb, ein Gasthaus und eine Fischzuchtanlage. Außerdem fügt sich eine Sport- und Freizeitanlage zwischen der Staatsstraße und dem Wohngebiet ein. Bäckerei und Metzgerei liegen in direkter Nähe. Ein gerade noch existierender Lebensmittel Einzelhandel wird aufgegeben, da sich keine Nachfolge findet. Sowohl ländlich geprägte Handwerksbetriebe als auch etwas größere Industriebetriebe befinden sich in der Nähe des Wohngebiets. Östlich, zwischen dem Wohngebiet und dem Bahngleis, liegt eine im Umbruch befindliche, ehemalige Porzellan-Industriefläche.

Im Siedlungsgebiet befindet sich keine Durchgangsstraße, es ist daher sowohl eine Ruhezone für alle Anwohner als auch geeignet für Spiel- und Sportaktivitäten im Freien. Auffällig ist die betagte Straßen- und Gehsteigdecke, die die Nutzung für eingeschränkte Fußgänger oder Rollstuhlfahrer erschwert. Wesentliche Schwerpunkte sind die Hirtbergstraße und die Ringstraße, aufgrund des in diesen Straßen vergleichsweise höheren Verkehrsaufkommens. Aber auch die asphaltierte Freifläche vor den Sportanlagen wurde stark genutzt und zeigt ähnliche Abnutzungserscheinungen. Eine Sanierung dieser Bereiche ist absehbar vorrangig und würde zur Verkehrssicherheit beitragen.

Das Wohngebiet um den Spielplatz wird durch einen Kfz-Betrieb geprägt, der an Stelle des ehemaligen Zimmereibetriebs in das Wohngebiet einzog. Die betrieblichen Aktivitäten überfordern sichtbar die vorhandene Infrastruktur und stehen in Konkurrenz zu den Belangen der Nachbarschaft (bspw. Stellflächen und Sicherheit von Kindern im Straßenverkehr).

Das Baujahr von Wohn- und Nutzgebäuden (Sporthalle, Feuerwehr etc.) bedingt tendenziell deren heizenergetischen Effizienzstandard. Ursächlich hierfür sind Aspekte der Heizungstechnik (bspw. nicht isolierte Leitungen, höhere Vorlauftemperatur, trägere Regelsysteme und veraltete Kesseltechnik), der Gebäudehülle (u. a. Dichtigkeit, Größe und Wärmeschutzklassen der Fenster und verwendeten Türen, Dämmung) und verwendete Baumaterialien.

Tendenziell verjüngt sich das Alter der Gebäude zum Quartiersrand hin. Die ältesten Gebäude stehen an Hauptstraße, Alte Straße, Hirtbergstraße und unter den oben genannten Siedlungshäusern. Auf der Abbildung 3 zu erkennen ist, dass ein bedeutender Teil vor 1975 entstanden ist und nur wenige Häuser in den vergangenen zwei Jahrzehnten errichtet wurden. Zu sehen ist auch, dass nur noch vereinzelt Flächen für weitere Neubauten bereitstehen.



Abbildung 3: Karte der Gebäude im Quartier mit Kennzeichnung nach Baujahr

Von wenigen Ausnahmen abgesehen ist an den Wohngebäuden des Quartiers keine aufwändigere energetische Sanierung vorgenommen worden. Die ursprüngliche, schlecht oder nicht gedämmte Außenhülle etlicher Gebäude dominiert klar den Bestand. Selten sind zudem auch Dachflächen und daraus abgeleitet, deren Dämmungen erneuert. Es kann auch angenommen werden, dass die Geschossdecken zu unbeheizten Kellern oder Lagerräumen ungedämmt sind. Zusammenfassend besteht also ein großer Bedarf an energetischen Sanierungsmaßnahmen, um aktuellen Standards gerecht zu werden.

2.3 Energetische Ausgangssituation Wohngebäude

Eine anfänglich durchgeführte Anwohner- und Eigentümerbefragung wurde aufgrund zusätzlicher Detailtiefe verwendet, hinterließ aber signifikante Lücken, die mittels der IWU-Gebäudetypologie¹ aufgefangen wurden. Die Auswertung des Quartiers spiegelt daher nicht exakt die aktuellen energetischen Gegebenheiten wider, gibt aber eine gute Tendenz der zu erwartenden Wärmebedarfe und der erreichbaren Einsparpotenziale.

Die Bestimmung des Energieverbrauchs einiger Wohngebäude im Quartier erfolgte durch den Einsatz der IWU-Gebäudetypologie. Diese Methode unterscheidet zwischen verschiedenen Gebäudearten wie Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Reihenhäuser und ordnet sie spezifischen Altersklassen zu. Dies ermöglicht die Zuordnung von Energieverbrauchskennwerten, basierend auf den in verschiedenen Baujahren üblichen Materialien und energetischen Standards.

Die IWU-Typologie berechnet diese Kennwerte mittels eines Standard-Bilanz-Verfahrens, das auf idealisierten und standardisierten Bedingungen basiert, und orientiert sich an diversen europäischen Normen, einschließlich EN ISO 13790 für die Heizwärmebilanz. Standardisierte Parameter wie Raumtemperatur, Luftwechsel und Warmwasserbedarf fließen in die Berechnung ein. Wenn die tatsächlichen Bedingungen im Gebäude aufgrund variierender Nutzerverhaltens von diesen Standards abweichen, sind die ermittelten Energiekennwerte oftmals niedriger.

Um eine realitätsnahe Abschätzung des

Energieverbrauchs zu ermöglichen, wurden die standardisierten Kennwerte durch einen Anpassungsfaktor korrigiert. Dieser Faktor, der auf empirischen Daten aus verschiedenen Feldstudien basiert, berücksichtigt insbesondere den energetischen Standard des Gebäudes. Bei Gebäuden mit einem ungünstigen energetischen Standard ist der tatsächliche Energieverbrauch oftmals niedriger als der theoretische, da die Bewohner Maßnahmen zur Energieeinsparung ergreifen, etwa durch reduzierte Heizung oder angepasste Raumtemperaturen.

In diesem Quartierskonzept wurde der korrigierte Kennwert, der auf dem oberen Heizwert, der beheizten Nettogrundfläche und der Warmwasserbereitung basiert, zur Anwendung gebracht. Die Ermittlung des gesamten Energieverbrauchs eines Wohngebäudes erfolgte durch die Multiplikation des Energiekennwerts mit der beheizten Fläche des Gebäudes.

Die Ausgangssituation im Quartierskonzept entspricht in Teilen den Annahmen aus der IWU-Gebäudetypologie sowie den Angaben aus der Befragung. Wie bereits in Abschnitt 2.2 erwähnt, ist das Alter eines Gebäudes bei unveränderten Randbedingungen tendenziell auch auf den Wärmebedarf ausschlaggebend. Zuerst wird angenommen, dass alle Gebäude ohne weitere Angaben keine aufwendige Sanierung, d. h. außer Isolierverglasung (doppel oder dreifach) keine Fassadendämmung oder Kellerdeckendämmung erhalten haben. Dadurch ergibt sich ein höherer errechneter Verbrauchswert, als er möglicherweise tatsächlich vorliegt.

Die systematische "Ausblendung" des Sanierungszustands im Quartier wird ersichtlich, wenn die flächenbezogenen Verbrauchswerte (sog. Q-Werten) mit den Verbrauchswerten moderner Effizienzklassen verglichen werden. Auf der Übersichtskarte entsteht der Eindruck das ganze Quartier bestehe aus unsanierten, ineffizienten Gebäuden (in Rot). Auf den zweiten Blick sieht man den Gebäudeanteil (überwiegend Befragungsergebnisse und Neubauten) mit ge-ringen Q-Werten.



Abbildung 4: Karte der Q-Wert Klassen

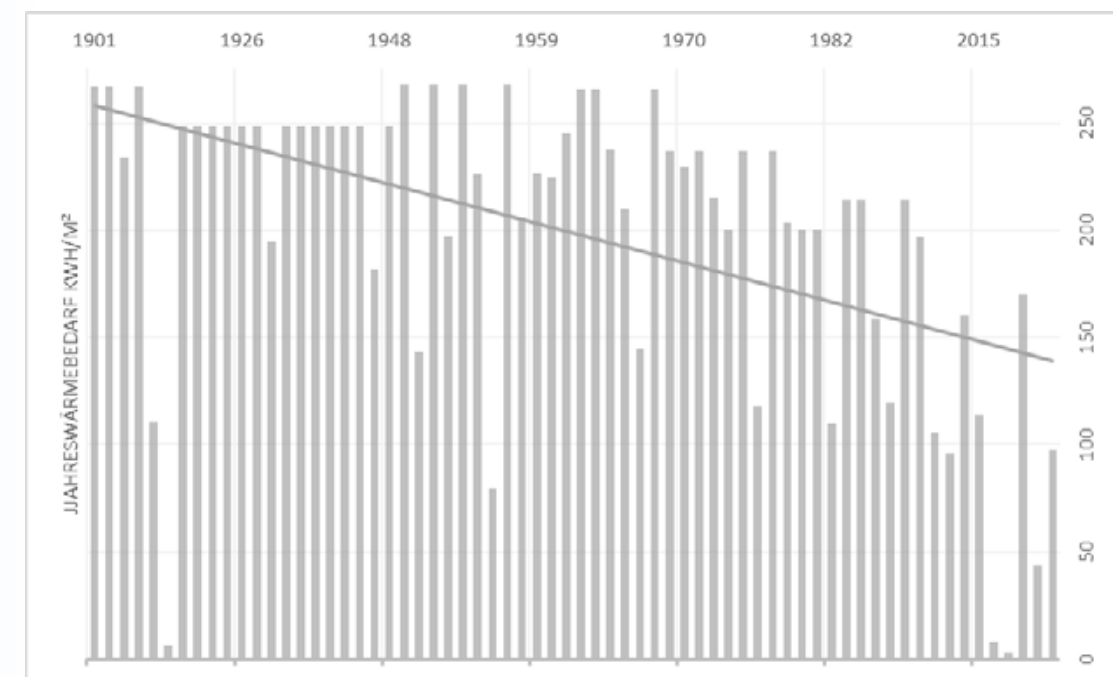


Abbildung 5: spezifischer Jahreswärmebedarf der Wohngebäude nach Baujahr

Die in dem Balkendiagramm abgebildeten flächennormierten Jahreswärmebedarfe zeigen ebenfalls diese Tendenz. Im obigen Diagramm sind oben genannte Ausreißer zu sehen, welche bspw. durch Heizverhalten oder technische und bauliche Renovierung eine Minderung im Wärmebedarf erreichten.

¹ (Quelle: (Deutsche Wohngebäudetypologie, IWU, 2015 (DE_TABULA_TypologyBrochure_IWU.pdf (episcope.eu)).

Wurde im vorigen Abschnitt der spezifische Wärmebedarf betrachtet, so ist der Gesamtwärmebedarf im Quartier andererseits maßgebend für eine mögliche spätere Umstellung der Wärmequellen.

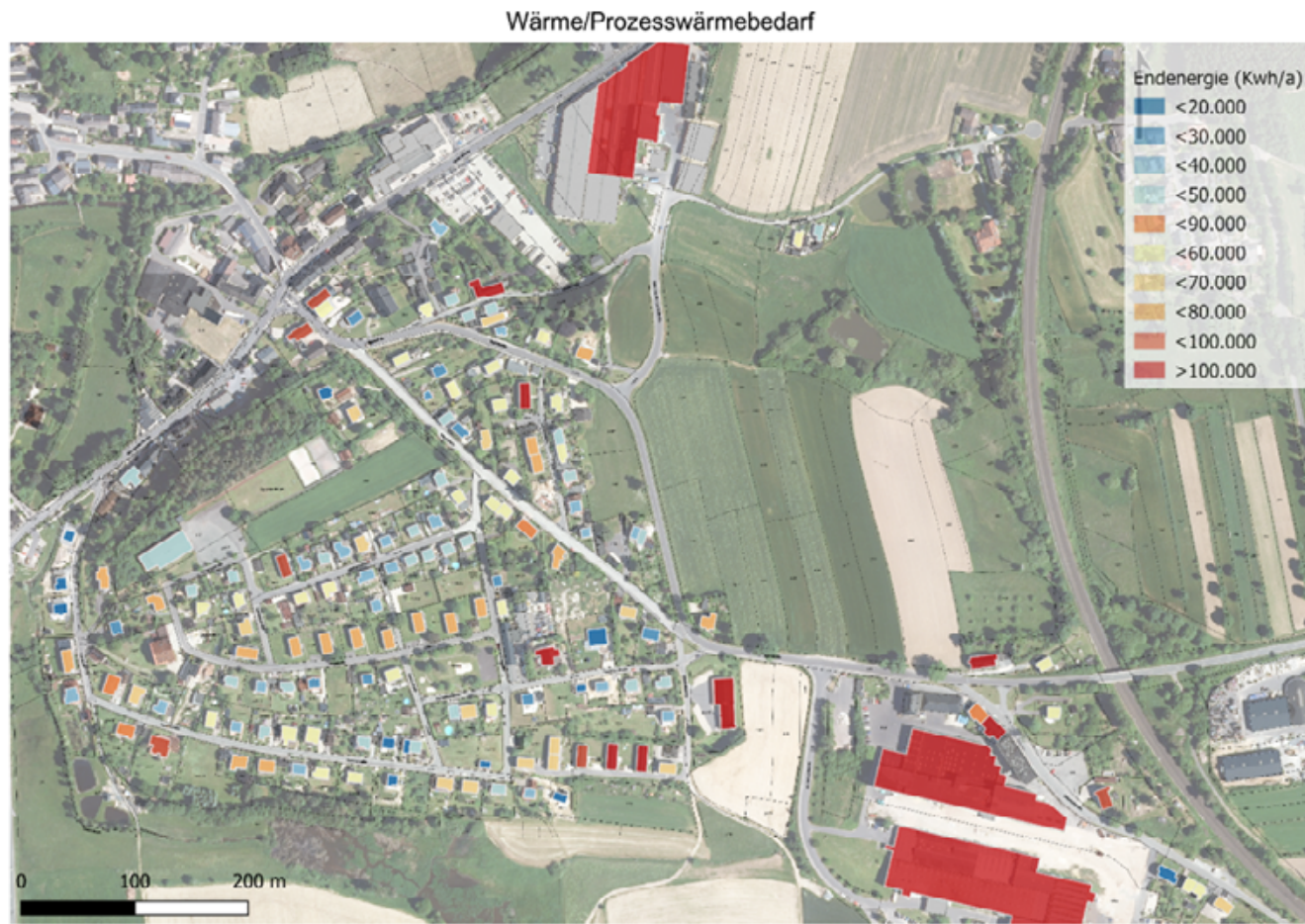


Abbildung 6: Wärme- und Prozesswärme Bedarfsklassen des Quartiers

Zur weitergehenden Betrachtung wurden die ermittelten Wärmebedarfe in Verbrauchsklassen unterteilt. Größe der Klasse und ihr Anteil am Wärmebedarf geben Aufschlüsse darüber, wie weit eine Verbrauchsgruppe den Gesamtverbrauch treibt.

Tabelle 1: Heizbedarf Wohngebäude

Verbrauch (kWh/a)	Anzahl	Anteil am Gesamtwärmebedarf	Anteil am Gesamtbestand
>100k	8	11,3%	5,3%
<100k	6	7,0%	4,0%
<90k	4	4,2%	2,7%
<80k	18	16,6%	12,0%
<70k	15	12,2%	10,0%
<60k	30	20,6%	20,0%
<50k	25	14,0%	16,7%
<40k	22	9,4%	14,7%
<30k	10	3,1%	6,7%
<20k	12	1,7%	8,0%

Entsprechend des Ausgangszenarios haben nur etwa 29,3% der Wohnhäuser einen moderaten oder niedrigen Wärmeenergiebedarf von weniger als 40 MWh/a. Dabei sind sie lediglich für 14,2% des aktuellen Quartiersverbrauchs verantwortlich. Hingegen sind die 24% der Wohngebäude mit Verbräuchen über 70 MWh/a für etwa 39,1% des Jahresverbrauchs ausschlaggebend.

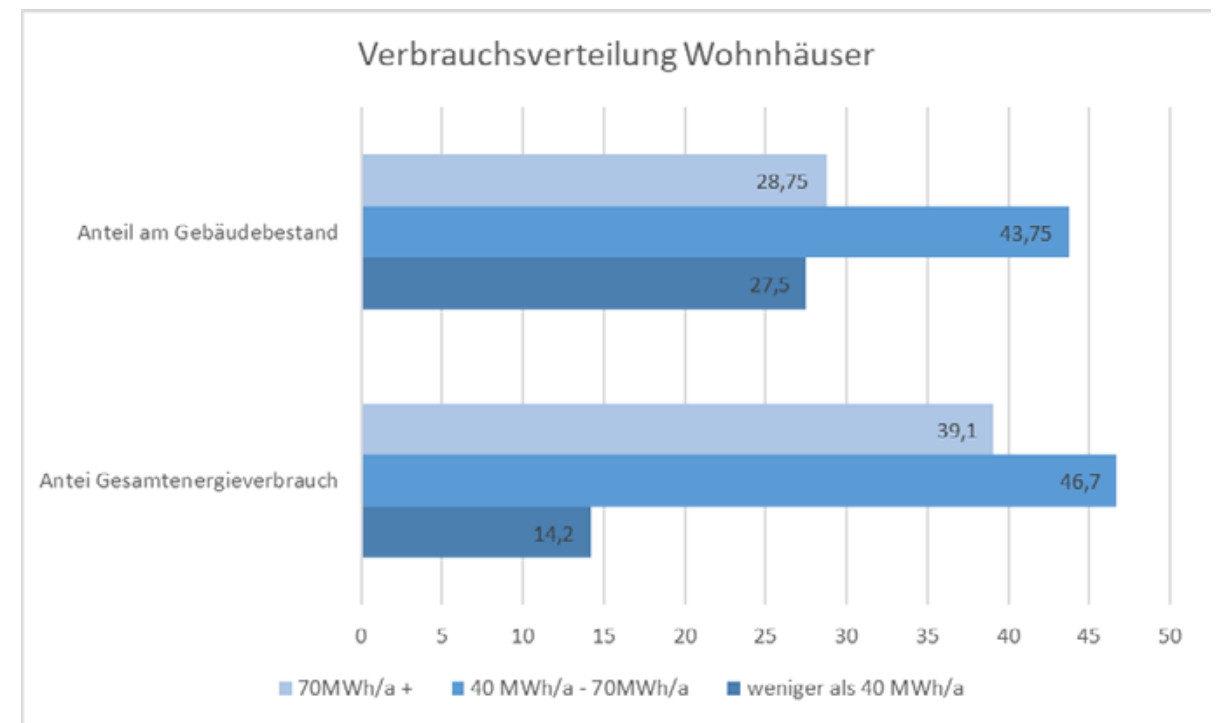


Abbildung 7: Verbrauch Wohnhäuser

Zur Prüfung der aus der Befragung ortliegenden Daten und Kennwerte kann, die von EON bereitgestellte Wärmekarte² zu Hilfe gezogen werden. Sie bietet gute Indizien für den Sanierungsbedarf und die vorliegende Zusammensetzung der Wärmeversorgung.

² (Quelle: (EON, Wärmekarte 2023 (Wärmekarte | E.ON (eon.com, abgerufen 30. April 2024))

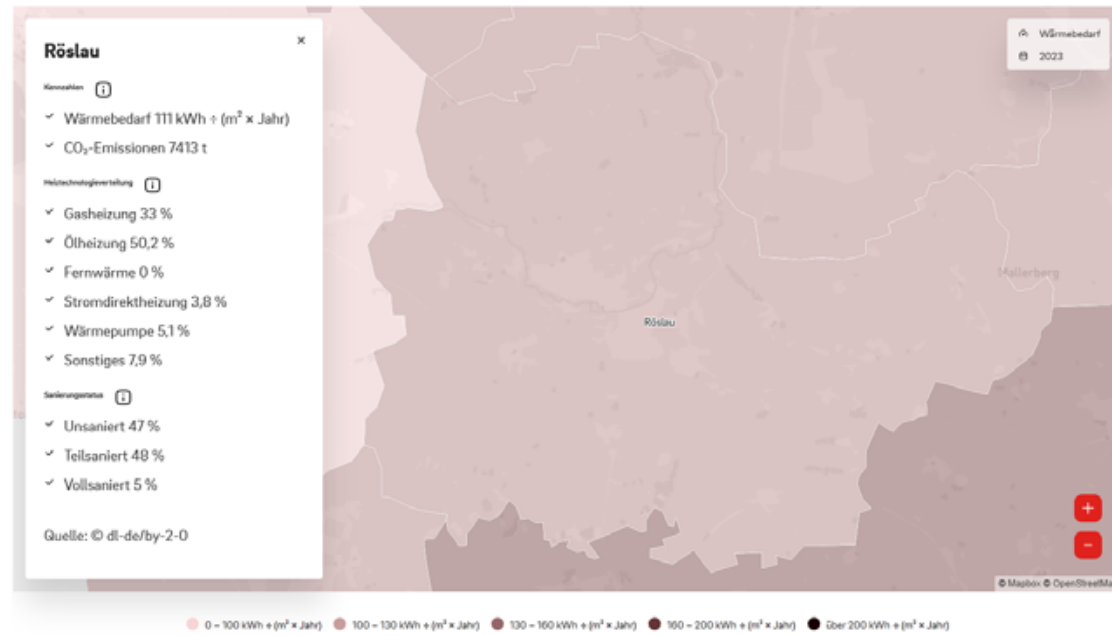


Abbildung 8: Bildschirmfoto der E.on Wärmekarte

So können Verbrauchswerte ermittelt werden, welche noch direkte Beobachtungen vor Ort berücksichtigen. Mit dem für das gKU Winterling veranschlagten Wärmebedarf ergibt sich die in folgender Tabelle aufgeführte Gesamtwärmebedarfsschätzung für Heizwärme.

Tabelle 2: Wärmebedarf nach Wärmekarte

Heiztyp	Wärmebed WK aktuell [kWh/a]
“Strom”	325.779
Gas	1.820.778
Öl	2.896.535
Sonst. (Biomasse)	387.932
Wärmepumpe	67.092
Wärmebedarf gKU Winterling	2.669.000
Summe WB [kWh]	8.167.116

2.4 Energetische Ausgangssituation beteiligter Unternehmen

2.4.1 Color-m GmbH

Color-m GmbH ist wie auch die Firma Porzellantreff.de in einem Teil des gKU-Winterling Areals eingemietet und konnte die Planung eines Niedertemperatur-Heizsystems in den Büros umsetzen, welches sich momentan im Bau befindet. Die energetische Gebäudebetrachtung erfolgt aus diesem Grund in Kapitel 6.2. „Energetische Sanierung gKU-Winterling“, da dies gKU-Winterling Immobilien als Eigentümer obliegt.

Somit werden für das gesamte Areal Maßnahmen erarbeitet, die die entsprechenden Mieter adressieren. Diese Konstellation birgt die Chance, Synergieeffekte für die zukünftig regenerative Wärmeversorgung zu erzielen. Aus diesem Grund wurde im Herbst 2023 ein gemeinsamer Termin der Akteure organisiert, um gemeinsam an Ideen zur gemeinsamen Wärmever-sorgung zu arbeiten.

PROZESS-WÄRME

- Diskontinuierlicher Ofen zum Sintern von Pigmenten mit einer maximalen Flammtemperatur von > 1.000°C.
- Abwärme entsteht nur bei Nutzung des Ofens
- Indirekte Abwärme des Ofens, nicht die direkte Abgasabwärme
- kein Wärmetauscher am Ofen vorhanden, Wärme wird momentan entweder über den Schornstein abgegeben oder im Winter in den eigenen Hallen verwendet.
- Auslastung schwierig zu planen

—> daher Wärmeversorgung des gKU Winterling Areals mittels -Ofen für kontinuierliche Wärmequelle ungeeignet, color-m steht aber der Idee zur Nutzung des Ofens als Spitzenlastabdeckung offen und interessiert gegenüber.

- Reduktion der Vorheiztemperatur des Ofens - wegen baulichen Gegebenheiten sind Umbaumaßnahmen nur begrenzt möglich —> Mess- und Regelungstechnik momentan als Hauptaugenmerk
- Prozessparameter werden von color-m genau untersucht, um Energieeinsparungen zu erzielen, v.a. durch Digitalisierung, da momentan noch keine Lastdaten des Gasver-brauchs vorhanden sind.

PV

- Dach- oder Fassaden- PV im Vermietergebäude nicht vorhanden, wären aber eine gute Option für color-m, da Verbrauch nahezu deckungsgleich zur typischen PV-Produktion.

2.4.2 Steinkamp GmbH & Co. KG – Porzellantreff.de

Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, ist auch Porzellantreff.de Mieter im gKU-Winterling Areal und die beschriebene Vorgehensweise wird hier ebenso angewandt: Die energetische Gebäudebetrachtung erfolgt in Kapitel 6.2. Die vorwiegende Fläche wird als Lagerfläche genutzt. Da kein zentral installiertes Heizsystem existiert behilft sich Porzellantreff.de mit eigenen festinstallierten, industriellen Heizstrahlern auf Erdgas- sowie Elektro basis.

PROZESS-WÄRME

- wird für das Heizen der Lagerflächen benötigt.
- stellt den größten energetischen Posten in der Bilanz dar.
- Heizwärme aus Abwärme von color-m als wünschenswerte Option.

2.4.3 Scherdel Druckfederntechnik GmbH & Co. KG

Fa. Scherdel befindet sich in direkter Nachbarschaft zum gKU-Winterling Areal. Wie in der Automobilbranche üblich findet sich hier ein hoher Grad an Zertifizierungsstandard, welcher sich auch in einem Energiemanagementsystem nach ISO 50001 äußert. Auch eine eigene PV Anlage sowie verschiedene Effizienzprojekte sind üblich. In einem gemeinsamen Termin im Sommer 2023 wurde das Thema des stetigen Strombedarfs erörtert, da dies zum Hauptenergielieferant des Unternehmens zählt.

PROZESS-WÄRME

- Wärmebedarf in den Wintermonaten zum Heizen der Werkhallen

PV

- 400 kWp Anlage auf dem Dach installiert - Erweiterung geplant
- „PV-Strom wird immer gebraucht.“ Fr. - So. aber keine Produktion
- Strom Hauptenergieträger

2.4.4 Stahl- & Drahtwerk Röslau

Das Werk liegt am Rande des Quartieres „Unterröslau“ und bietet die Chance auf nutzbare Abwärme. Diese wird in Kapitel 6.1. „Wärmequellenanalyse“ genauer betrachtet. Im Zuge des Projektes wurde gemeinsam mit den Verantwortlichen eine Messkampagne an den Rück-kühlwerken durchgeführt.

PROZESS-WÄRME

- 3 Elektro-Öfen mit anschließender Weiterverarbeitung
- 1 Gasofen mit anschließender Weiterverarbeitung
- Kaltziehen
- Rückkühlwerke als möglicher Wärmeauskopplungspunkt und installierte Messstell

PV

- Eigenversorgung über eine eigene Freifläche angedacht

2.5 Energie- und Treibhausgasbilanzierung

Auf Basis der detaillierten Berechnungen und Datenerhebungen, die im Masterplan gKU Winterling und den [REDACTED] des energetischen Quartierskonzepts für Röslau durchgeführt wurden, lässt sich eine präzise Energie- und Treibhausgasbilanz erstellen. Für die Umrechnung der Emissionswerte in CO₂-Äquivalente werden standardisierte Umrechnungsfaktoren verwendet. Diese Faktoren sind spezifisch für die jeweilige Energieart und reflektieren die aktuellen wissenschaftlichen und technischen Standards. Für die Kategorie ‚Wärme‘ wurden die Umrechnungsfaktoren nach BAFA³ (Informationsblatt CO₂-Faktoren, 2021) und für die Kategorie ‚Energiebedarf (Strom)‘ nach Electricity Map⁴ (Wert für Deutschland 2023) herangezogen. Diese standardisierten Werte ermöglichen eine genaue und vergleichbare Bewertung der CO₂-Emissionen und tragen somit zu einer fundierten Grundlage für klimabezogene Entscheidungen und Maßnahmen im Quartier Röslau bei.

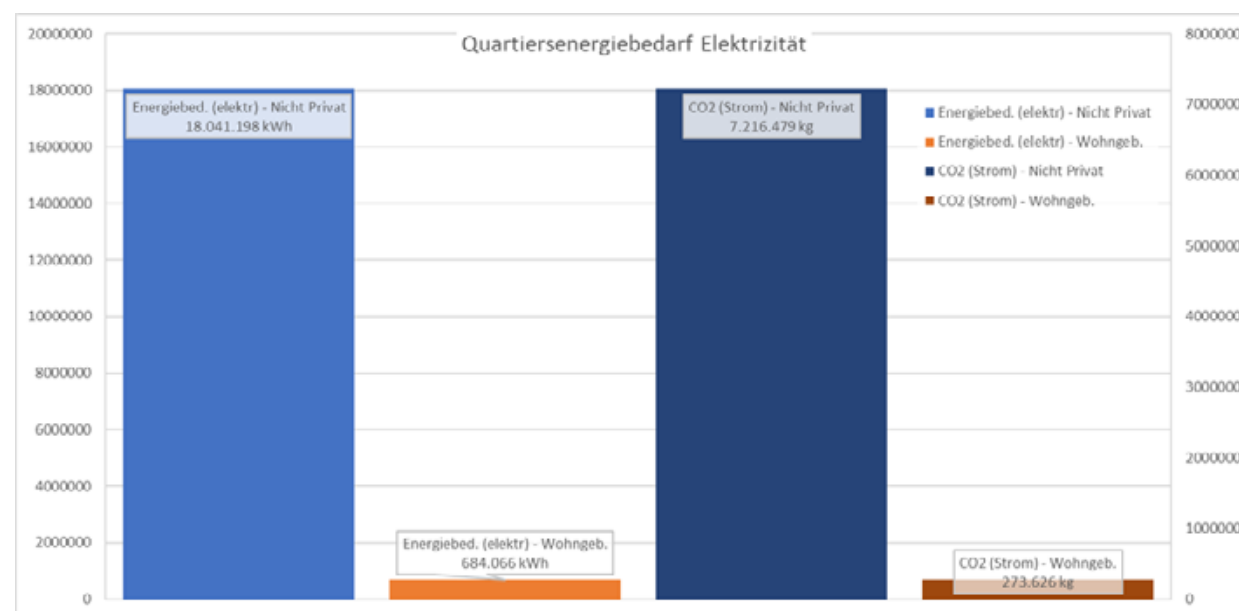


Abbildung 9: Quartierenergiebedarf Elektrizität

3 (Quelle: (Informationsblatt CO₂-Faktoren, 2021 (https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=5, abgerufen am 30. April 2024)).

4 (Wert für Deutschland 2023 (Electricity Maps | CO₂-Emissionen des Stromverbrauchs in Echtzeit , abgerufen 30. April 2024

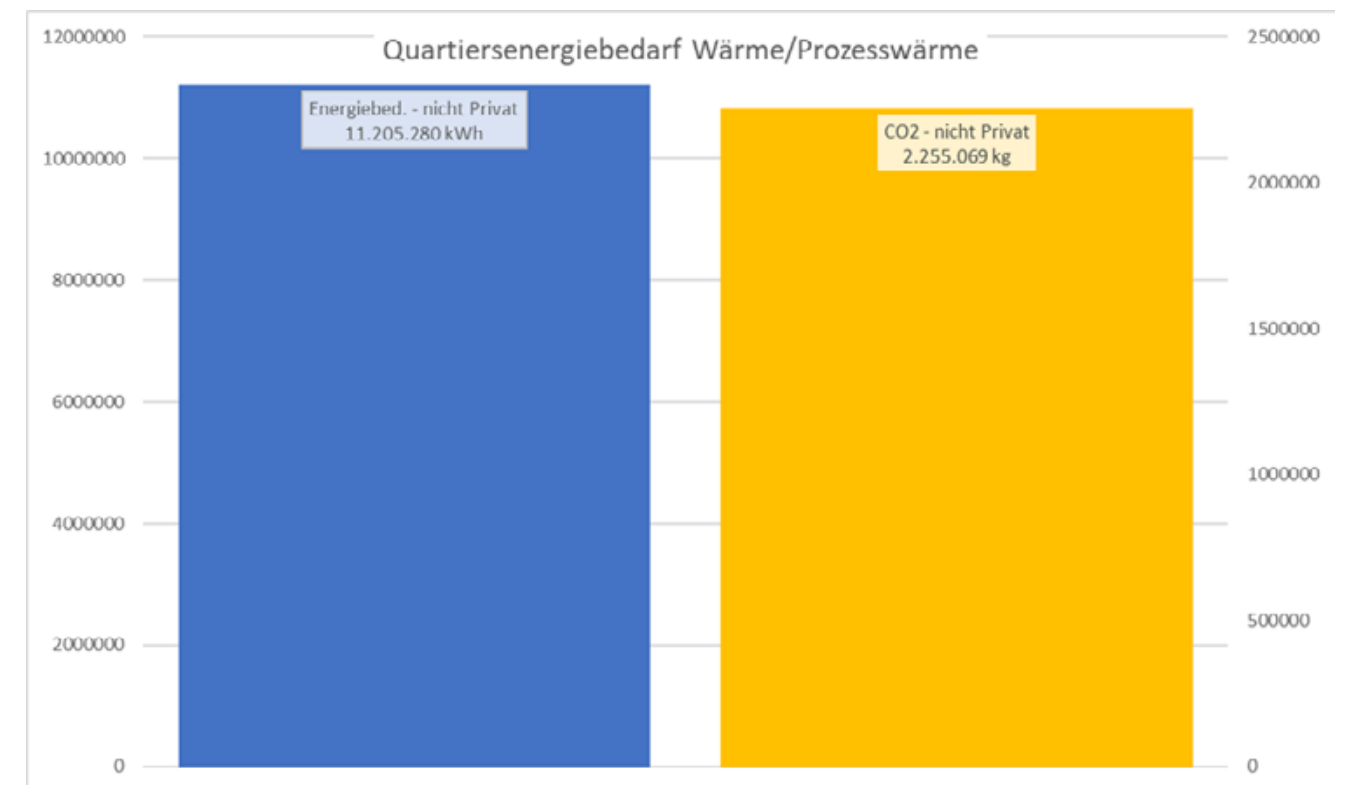


Abbildung 10: Quartierenergiebedarf Wärme/Prozesswärme

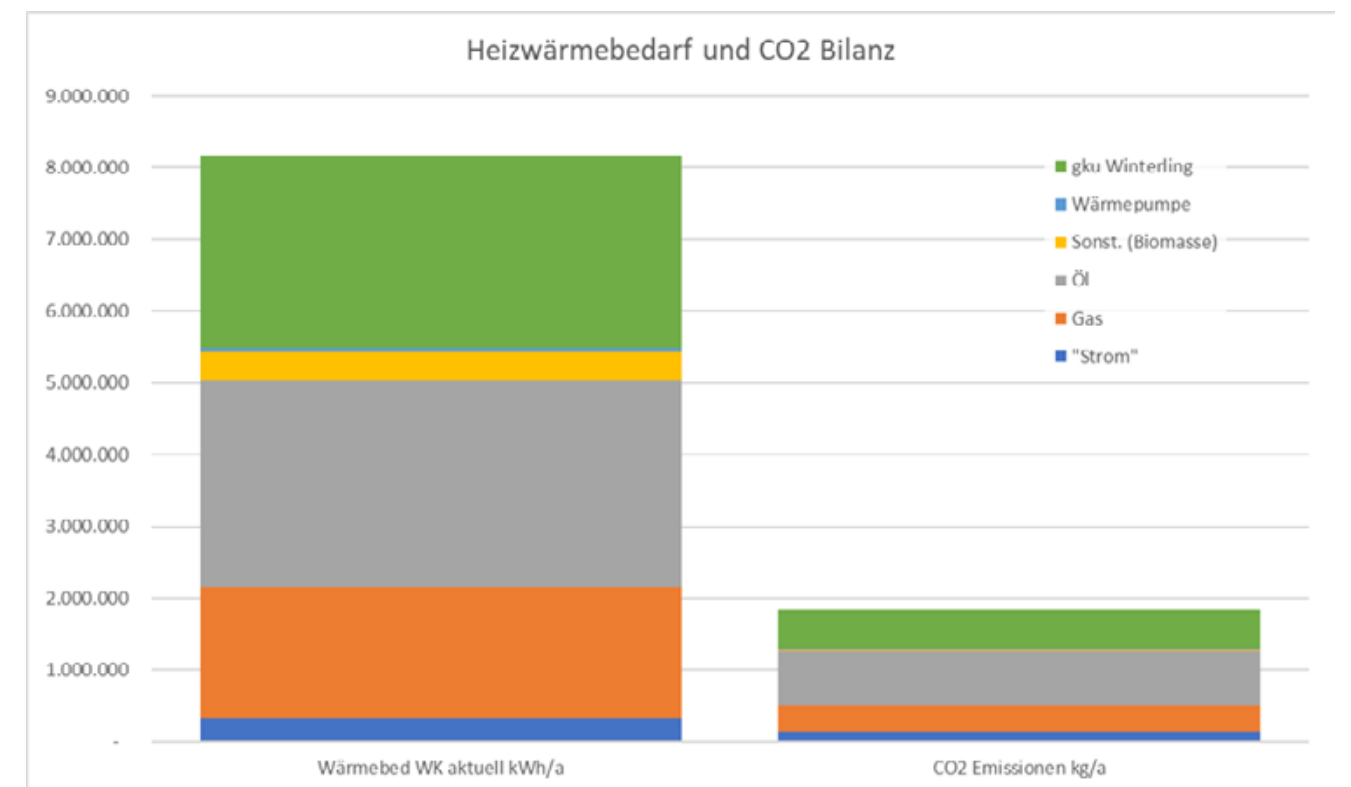


Abbildung 11: Wärme Co₂ nach Gebäudetypisierung



3

ENERGETISCHE POTENTIALANALYSE

3.1 Energieeinsparungen und Energieeffizienz (Nutzerverhalten)

Ähnlich dem individuellen Fahrverhalten wirkt sich auch das individuelle Nutzerverhalten der Bewohner eines Gebäudes signifikant auf den Verbrauch der für das Wohlbefinden benötigten Ressourcen. Hier sind bspw. der Warmwasserbedarf und die Raumwärmebedarfe zu nennen. Direkt damit ist der Energieaufwand verbunden, der auch die Kosten und den Wartungsaufwand der Haustechnik mit beeinflusst.

Dem vorausschauenden Fahren mit dem Nebeneffekt der Schonung von Bremsanlage und Vermeiden von extra Beschleunigungsphasen entspricht das moderate Absenken von Raumtemperaturen über Nacht oder bei kürzeren Abwesenheiten. Hochtempofahrten mit Phan-tomstau-Unterbrechungen entsprechen dem Überheizen von Wohnräumen, und durch Lüften geregelte Abkühlung. Die vorgenannten Beispiele sollen verdeutlichen, dass erhebliche Anteile des Energiebedarfes durch das eigene Verhalten der Bewohner beeinflusst werden können, noch ohne an Sanierung oder bauliche Modernisierung zu denken. Folgende geringinvestive Beispiele sollen aufzeigen, wie einzelne Faktoren zum Verbrauch beitragen.

Maßnahme	Mieter	Eigentümer
VERBRAUCHSKONTROLLE		
Hilfreich ist es, den eigenen Heizenergie- und Stromverbrauch regelmäßig abzulesen und über die Jahre zu verfolgen. Ein „Heiztagebuch“ etwa könnte, über die Witterungsbedingungen ergänzt, dabei unterstützen Verbräuche und Verhaltensänderungen zu dokumentieren. So kann ein Mehrverbrauch, aber auch der Einsparerfolg sichtbar gemacht werden.	JA	JA
HEIZGRENZTEMPERATUR		
Bei der Wahl der Heizgrenztemperatur ist ebenfalls, abhängig von dem Wärmeeintrag aus bspw. Sonne und internen Wärmequellen (Bewohner, Elektrogeräte oder sonstiges), eine zu hoch gesetzte Temperatur zu vermeiden. Sicherzustellen ist hier, dass die Heizanlage in Betrieb geht, sobald die Außentemperatur dazu führt, dass sich der Wohnraum unter die gewünschte Temperatur beginnt abzukühlen. Höhere Temperaturen führen lediglich zu Verbräuchen in Zeiträumen, die problemlos heizfrei überstanden werden können.	NEIN	JA

Maßnahme	Mieter	Eigentümer
<p>RAUMTEMPERATUR</p> <p>Wählen Sie die Raumtemperatur so hoch, wie Sie es für Ihr Wohlbefinden benötigen. Vermeiden Sie aber unnötig hohe Temperaturen besonders in ungenutzten Räumen, da dies nicht den Komfort, sondern nur die Heizkosten steigert. Bedenken Sie: Die Reduktion der Raumtemperatur um ein Grad Celsius vermindert die Heizkosten um 6 bis 8%. Die verbrauchstreibende Größe ist die aufzuheizende Wohnmasse (Bauteile, Möbel, Raumluft). Wird versucht eine Temperatur zu erreichen, müssen alle im Raum liegenden Objekte den Temperaturanstieg mitmachen. Sind die Objekte hingegen bereits auf Temperatur ist das Aufrechterhalten sparsam. Überwiegend oder ganz ungenutzte, beheizte Räume sollten mindestens frostfrei, besser auf 17 bis 18°C gehalten werden. Halten Sie die Türen zu kühleren oder nicht beheizten Räumen (auch Schafzimmern) geschlossen. Andernfalls steigen nicht nur die Heizkosten, sondern die warme, feuchte Luft kann in den kalten Räumen kondensieren und zu Schimmelbildung führen.</p>	JA	JA
<p>LÜFTEN</p> <p>Die Ventilation der Wohnräume dient der Abfuhr von Luftfeuchtigkeit und unangenehmen oder bedenklichen Gerüchen. Im Winter muss der Luftwechsel über ein gezieltes Fensteröffnen durch die Bewohner dosiert werden. Dauerhaft gekippte Fenster führen zu einem deutlichen Anstieg der Heizkosten. Deswegen sollten die Fenster zum Lüften vollständig geöffnet werden. Das Luftvolumen wird so schneller ausgetauscht und das Schließen in der Regel seltener vergessen. Thermostatventile sollten bereits kurz vor dem Lüften heruntergedreht werden. Anmerkung: Eine hohe Luftfeuchtigkeit senkt die Raumtemperatur bzw. erhöht den Heizbedarf. Zudem sind Kondensationseffekte Folge von zu viel Feuchtigkeit in der Wohnung. Regelmäßiges Lüften ist daher energiesparend, auch wenn zunächst die Raumluft kühler ist. Die trockenere Luft heizt sich schneller auf und nimmt mehr Feuchtigkeit auf, die wieder abgeführt werden kann. Ein „Trockenheizen“ ist zu vermeiden, da die Feuchtigkeit in kühleren Räume „wandert“ und dort ungewünschte Konsequenzen verursachen kann.</p>	JA	JA
<p>WARMWASSERVERBRAUCH</p> <p>Beim Duschen wird 60 bis 80% weniger warmes Wasser benötigt als beim Baden.</p>	JA	JA

Maßnahme	Mieter	Eigentümer
<p>NACHTABSCHALTUNG/NACHTABSENKUNG</p> <p>Stellen Sie die Heizungsregelung so ein, dass die Heizung nachts möglichst vollständig abgeschaltet wird. Mit ein paar Versuchen können Sie die Vorheizzeit ermitteln, die an der Heizungsregelung eingestellt werden muss, damit die Räume beim Aufstehen wieder warm sind. Einen ähnlichen Effekt können Sie auch über das Zudrehen der Thermostatventile am Abend erreichen. Ein selbstständiges Aufheizen der Räume ist in diesem Fall jedoch nicht möglich, da die Ventile hierzu erst wieder aufgedreht werden müssen (Ausnahme: elektronische Thermostatventile).</p> <p>ANMERKUNG: Als Faustformel sollte durch die Nachtabschaltung kein Raum kühler als 16°C werden. Ein zu tiefes Absenken über Nacht oder kürzere Abwesenheiten (bspw. Urlaub) kann zum Auskühlen der Massen führen. Das ist bei tieferen Temperaturen möglich. Die abgekühlten Gebäudeteile müssten bei späterer Nutzung über intensives Heizen wieder angewärmt werden. Ein abgekühltes Gebäude braucht einen bis mehrere Tage, bis es aufgeheizt ist. Es ist daher gut zu überlegen wie weit Raumtemperatur und Absenkttemperatur auseinander liegen sollen. Konstante, oder vergleichsweise nahe liegende Temperaturen sind energiesparender als starke Temperatursprünge. Diese Heizungseinstellung ist besonders genau zu verfolgen, ist doch jedes Gebäude sehr unterschiedlich.</p>	NEIN	JA
<p>ROLLLÄDEN, KLAPPLÄDEN, VORHÄNGE UND JALOUSIEN</p> <p>abends und nachts können Sie die Wärmeverluste von Fenstern durch das Schließen von Klapp- und Rollläden oder auch durch das Zuziehen der Vorhänge senken. Bei einfachverglasten Fenstern ergibt sich hierdurch eine Reduktion um bis zu 50%.</p>	JA	JA
<p>STROMVERBRAUCH</p> <p>Schalten Sie elektrische Geräte nach dem Gebrauch vollständig ab und begnügen Sie sich nicht mit der Standby-Schaltung. Hilfreich sind hier Steckerleisten mit Schalter. Standby-Schaltungen können den Stromverbrauch erheblich erhöhen. Setzen Sie, wo es geht, Energiesparlampen ein</p>	JA	JA

Im Anschluss aufgeführte Maßnahmen bedeuten geringere physische Veränderungen an Gebäude- und Heizanlageteilen oder erfordern professionelle Unterstützung.

Maßnahme	Mieter	Eigentümer
HYDRAULISCHER ABGLEICH		
Ein hydraulischer Abgleich optimiert die Wassermenge in den Rohrleitungen und Heizkörpern. Dadurch werden alle Räume im Gebäude gleichmäßig beheizt und Sie können mit einer jährlichen Einsparung in Höhe von 5 % Ihrer Heizkosten rechnen.	NEIN	JA
VERTEILLEITUNGEN		
Zugängliche und frei verlegte Rohrleitungen für Heizung oder Warmwasser sollten Sie dämmen, insbesondere wenn diese in nicht oder nur selten beheizten Räumen verlaufen. Die Dämmung sollte mindestens genauso dick wie die Leitung sein. Durch Dämmen der Verteilleitungen kann bis zu 10% der jährlich benötigten Heizenergie eingespart werden.	NEIN	JA
THERMOSTATVENTILE		
Damit Thermostatventile die Raumtemperatur richtig regeln können, ist es wichtig, dass sie ungehindert von Raumluft umspült werden. Sie dürfen nicht z. B. von Heizkörperverkleidungen oder Vorhängen verdeckt werden. Ist dies unumgänglich, sollte auf ein Thermostatventil mit Fernfühler umgestellt werden. Der Fühler ist dann an einer geeigneten Stelle im Raum anzubringen.	NEIN	JA
ZIRKULATIONS- UND HEIZUNGSPUMPEN		
Um den Stromverbrauch der Pumpen zu reduzieren, sollten diese auf einer möglichst kleinen Leistungsstufe betrieben werden. Die richtige Einstellung können Sie leicht durch Probieren herausfinden. Ist die Zirkulationspumpe noch nicht mit einer Zeitschaltuhr ausgerüstet, empfiehlt sich deren nachträglicher Einbau. Die Laufzeit der Pumpe kann so auf Zeiten mit häufigem Warmwasserbedarf eingeschränkt werden. Eine weitere Möglichkeit stellt der Bedarfstaster dar. Wird dieser in Badezimmer oder Küche gedrückt, wird über das Stromnetz ein Startsignal an die Zirkulationspumpe gesandt. Nach einer kurzen Zeit ist warmes Wasser an der Zapfstelle verfügbar. Bei einer nicht geregelten Pumpe und ungedämmten Leitungen amortisiert sich ein derartiges System in weniger als einem Jahr.	NEIN	JA

Maßnahme	Mieter	Eigentümer
HEIZUNGSANLAGE		
Lassen Sie ihre Heizungsanlage regelmäßig überprüfen, warten und reinigen, um stets einen optimalen Wirkungsgrad zu gewährleisten.	NEIN	JA
ARMATUREN		
Installieren Sie wassersparende und somit auch energiesparende Armaturen. Nachrüstungen mit Durchflussbegrenzern oder Druckminderventilen sind einfach vorzunehmen und kostengünstig.	NEIN	JA
HEIZKÖRPERNISCHEN		
Durch eine Dämmung der Heizkörpernischen können die Wärmeverluste durch diesen Bereich um 60% bis 80% reduziert werden. Eine Investition, die sich spätestens nach zwei bis drei Jahren bezahlt macht. Sinnvoll ist auch das Anbringen einer zusätzlichen Reflektionsschicht, z. B. aus Aluminium, damit die Wärmestrahlung in den Raum reflektiert wird.	NEIN	JA
ROLLADENKÄSTEN		
Über dem Fenster eingebaute Rollladenkästen sind häufig nicht gedämmt und undicht. Eine nachträgliche Dämmung ist in der Regel möglich. Denken Sie daran, je nach Lage der Außenwanddämmung auch die Ober- und Unterseite des Kastens zu dämmen. Die Fugen, z. B. im Bereich des abnehmbaren Deckels, können mit Silikon abgedichtet werden.	NEIN	JA
FENSTERFOLIEN		
Bei einfachverglasten Fenstern können spezielle Folien von innen auf den Fensterrahmen geklebt werden. Die Sicht wird dadurch nicht beeinträchtigt. Die Maßnahme ist ein preiswerter (3–5 €/m ²) und effektiver Wärmeschutz. Im Idealfall können die Wärmeverluste einer Einfachverglasung um 30 bis 50% reduziert werden. ⁵	NEIN *	JA
* Nicht ohne Einverständnis des Eigentümers		

⁵ (Eicke-Hennig, et al., 2005, S. 65,66)

3.2 Erneuerbare Energien

3.2.1 Dachflächenphotovoltaik

Das theoretische Potential der Dachflächen im Quartier gliedert sich zunächst auf die vier Bereiche Feuerwehrhaus, Turnhalle, gKU Winterling und alle restlichen Dachflächen von Haushalten und Gewerbe auf. Aufgrund der großen Fläche der Dächer wurde die **maximal** installierbare Leistung der Turnhalle, des Feuerwehrhauses und des gKU Winterling in einer externen Software berechnet, um genauere Ergebnisse zu erhalten. Im Falle der Haushalts- und Gewerbedächer wurde die Grundfläche pro Gebäude aus dem Bayern Atlas herausgemessen und damit über eine durchschnittlich angenommene Dachneigung von 38 Grad auf die tatsächliche Dachfläche geschlossen. Weiterführend wurde im Gegensatz zu den drei vorher genannten Gebäudetypen der Ansatz verfolgt, dass nur 50% der vorhandenen Dachfläche pro Gebäude mit Photovoltaik ausgestattet wird, was besonders bei privaten Haushalten, geschuldet durch Gebäudeausrichtung und Störobjekte (Dachfenster, Gauben, Verschattung etc.) anwendbar ist und somit einer realistischen maximalen Berechnung entsprechen sollte. Dachflächen von Garagen, Gartenhäusern und ähnlichen Gebäuden wurden in den meisten Fällen aufgrund nicht ersichtlicher Verhältnisse und Eignung für Photovoltaik exkludiert. Insgesamt erfolgten die Berechnungen unter der Verwendung von 425 Watt Modulen.

HAUSHALTE UND GEWERBE:

Unter Anwendung der eben geschilderten Annahmen, kann auf einer Dachfläche von ca. 28.300 m² eine maximal installierbare Leistung von aufgerundet **3.300 kWp** errechnet werden.

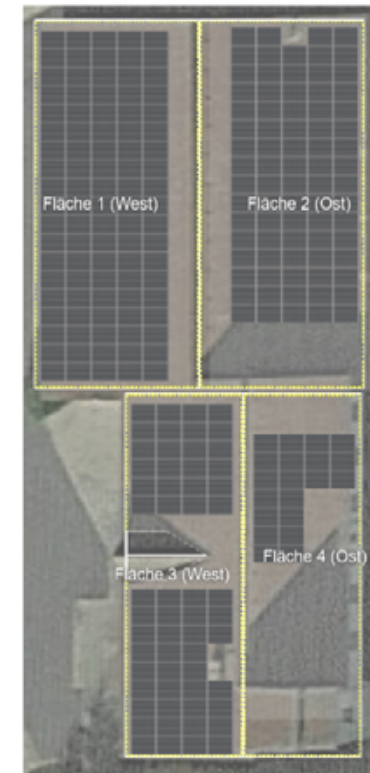
TURNHALLE:



Unter Anwendung der eben geschilderten Annahmen, kann eine maximal installierbare Leistung von gerundet **54 kWp** errechnet werden, wobei wegen der Ausrichtung des Gebäudes nur die Fläche Südost betrachtet wird.

Abbildung 12: PV-Auslegung Turnhalle

FEUERWEHRHAUS:



Unter Anwendung der eben geschilderten Annahmen sowie Berücksichtigung der speziellen Dachform samt Schattenwurf und Hindernissen kann eine maximal installierbare Leistung von gerundet **107 kWp** errechnet werden.

Abbildung 13: PV-Auslegung Feuerwehrhaus

GKU WINTERLING:



Abbildung 14: Erste PV-Auslegung gKU Winterling

Unter Anwendung der eben geschilderten Annahmen und der in Abbildung 14 und Abbildung 15 verwendeten Dachflächen, kann eine maximal installierbare Leistung von gerundet **447 kWp** errechnet werden. Dabei liegen die PV-Module plan auf dem Dach auf, eine geringfügige Aufständigung Richtung Osten und Westen wäre ebenfalls denkbar. Zusätzlich kann eine Fassaden-PV, gerichtet nach Osten, Süden und Westen eine maximale Peak-Leistung von ca. **292 kWp** hinzufügen, siehe Abbildung 16⁶.

⁶ (Quelle: Architekturbüro Fickenscher).

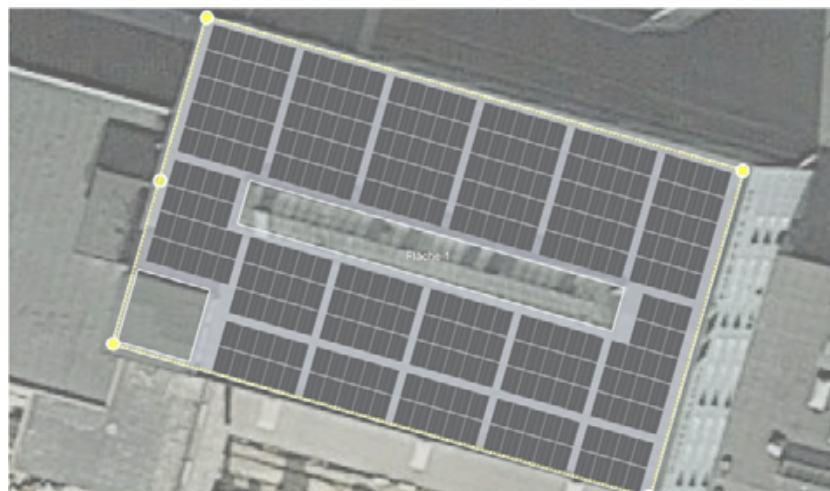


Abbildung 15: Zweite PV-Auslegung gKU Winterling



Abbildung 16: Fassaden-PV gKU Winterling, Quelle: Architekturbüro Fickenscher

GESAMT:

Insgesamt kann für das Quartier eine realistisch erreichbare maximal installierbare Leistung von ca. **4.200 kWp** errechnet werden.

3.2.2 Kleinwindanlagenpotentiale

Bei der Planung einer Kleinwindkraftanlage sind einige Faktoren entscheidend für den Erfolg und müssen zuerst betrachtet werden. Ein wichtiger Faktor für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Kleinwindanlage ist das Windpotenzial in Rotorhöhe. In diesem Kapitel wird die Eignung des Standorts für eine Kleinwindanlage zunächst abgeschätzt.

Kleinwindkraftanlagen benötigen durchschnittliche lokale Windgeschwindigkeiten von rund 5 m/s, um rentabel betrieben werden zu können. Zur Feststellung der Windverhältnisse wurde zwischen Februar und April eine Wetterstation zur Windmessung installiert und im Anschluss die Daten evaluiert.

3.2.2.1 Mobile Windmessung

Im Rahmen der Studie wurde eine mobile Windmessung durchgeführt, die über einen Zeitraum von 2-3 Monaten von Februar bis April 2024 stattfand. Dazu wurde eine spezielle Wetterstation zur Windmessung auf dem Dach des Winterling-Areals installiert, und die erfassten Daten wurden ausgewertet.



Abbildung 17: Installation der Windmessung auf dem Winterling Areal

Das Messgerät zur Windpotenzialmessung bestand aus einem Datenlogger, einem Anemometer und einer Windfahne, die auf einem Mast montiert waren. Zwei Anemometer wurden auf unterschiedlichen Höhen installiert, nämlich 15 m und 7,5 m über dem Dach.



Abbildung 18: Messequipment zur Windpotenzialmessung (Datenlogger, Anemometer und Windfahne)

Die gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeiten betragen 6,72 m/s auf einer Höhe von 15 m und 6,81 m/s auf einer Höhe von 7,5 m. Die höchste gemessene Windgeschwindigkeit wurde mit 18,1 m/s am 23. Februar registriert.

Tabella 3: Übersicht über die Winddatenauswertung

Winddatenauswertung Feb/März-2024	Oberes Anemometer (1)	unteres Anemometer (2)
Standort	Röslau	Röslau
Messhöhe [m]	15	7,5
Durchschnittliche Windgeschwindigkeit [m/s]	6,72	6,81
Standardabweichung [m/s]	2,58	2,67
höchste Windgeschwindigkeit [m/s]	17,7	18,1
Datum höchste Windgeschwindigkeit	23.02.2024	23.02.2024
Zeit höchste Windgeschwindigkeit	00:45:05	00:37:05

Die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten, die von den beiden Anemometern erfasst wurden, zeigt eine ähnliche Verteilung mit dem größten Ausschlag bei über 16 Ereignissen im Bereich von 6 bis 7 m/s. Dies bestätigt den gemessenen Mittelwert.

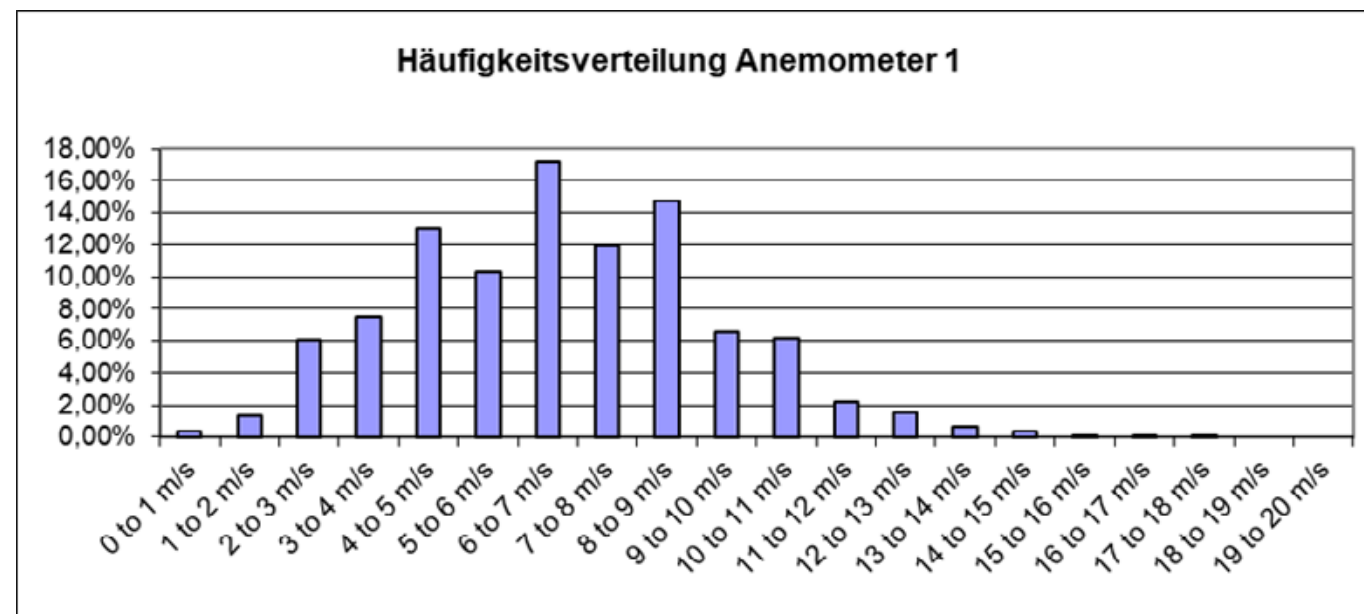


Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung Anemometer 1

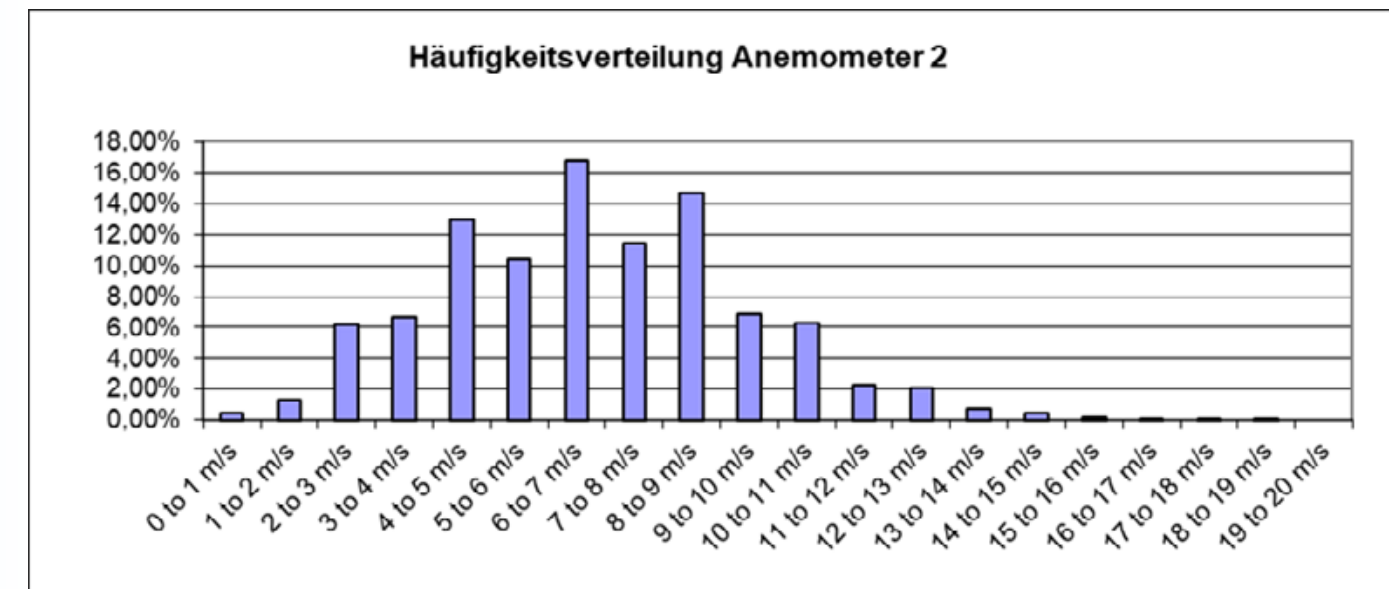


Abbildung 20: Häufigkeitsverteilung Anemometer 2

Wichtig ist die Kenntnis der Hauptwindrichtung, hierzu wurden die lokale Windverhältnisse berücksichtigt. Aus der Hauptwindrichtung weht der Wind nicht nur besonders häufig, sondern auch besonders stark. Der Großteil der Windenergie fließt der Auswertung nach von **West nach Ost**.

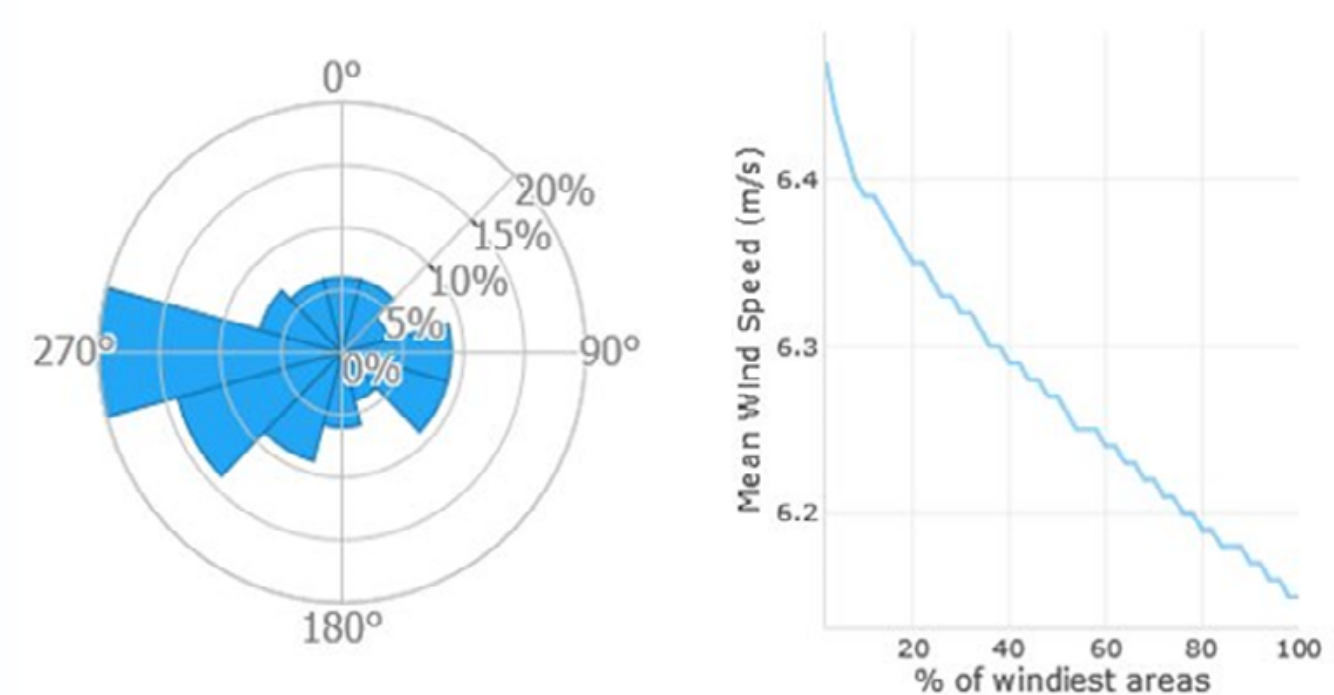


Abbildung 21: Ermittelte Windrose und mittlere Windgeschwindigkeit am Standort des Unternehmens

3.2.2.2 Windturbulenzen

Als weiterer wichtiger Faktor sind die Windturbulenzen vor Ort zu berücksichtigen. Die Turbulenzen entstehen, wenn Wind auf ein Hindernis trifft. Ein guter Standort für eine Kleinwindanlage zeichnet sich durch einen gleichförmigen Luftstrom in Rotorhöhe aus. Prinzipiell gilt, dass die Turbulenzintensität mit wachsender Entfernung vom Erdboden abnimmt. Als Fachbegriff wird dies als "Rauigkeit der Landschaft" bezeichnet. In der Praxis geht es bei der Landnutzung vor allem um Hindernisse, die als Windbarrieren die Stromerträge einer Kleinwindanlage negativ beeinflussen können. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick zu verschiedenen Landschaftstypen. Je niedriger der Wert der Rauigkeitslänge z_0 , desto weniger bremst die Erdoberfläche den Wind.

Tabelle 4: Übersicht über die Rauigkeit der Erdoberfläche⁷

Klassifizierung nach Davenport	Beschreibung	Rauigkeitslänge z_0 in m
1 - See	Offene See	0,0002
2 - glatt	Wattgebiete	0,005
3 - offen	Weidelandschaften, offenes Flaches Gelände	0,03
4 - offen bis rau	Landwirtschaftliche Fläche mit niedrigem Bestand	0,1
5 - rau	Landwirtschaftliche Fläche mit hohem Bestand	0,25
6 - sehr rau	Parklandschaft mit Büschen und Bäumen	0,5
7 - geschlossen	Regelmäßige Hindernisse (Wälder, Dörfer, Vororte)	1
8 - Stadtkerne	Zentren von großen Städten	2

Für den Standort wird gemäß Daten des Global Wind Atlas die **Rauigkeit mit 0,1** angegeben. Ein höherer Mast über 15 m könnte überproportional einen höheren Mehrwert bringen.

Gerade bei Flachdächern gibt es auch positive Effekte: so kann die Windgeschwindigkeit im Strömungsfeld oberhalb einer Dachkante bis zu 20% höher liegen. Dies zeigt eine Studie der spanischen Universität La Rioja. In der folgenden Grafik ist der rötliche gefärbte Bereich über dem Dach durch vorteilhafte Windbedingungen gekennzeichnet.

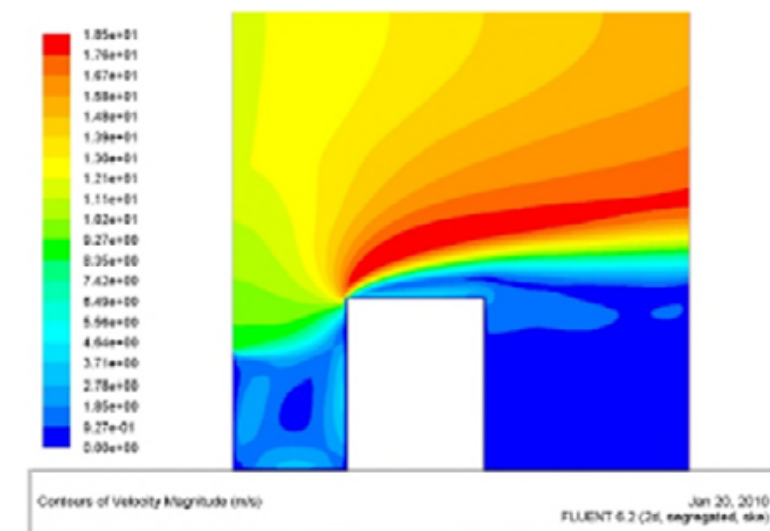


Abbildung 22: Beispiel – Strömungsfelder auf einem hohen Flachdach⁸

⁷ Vgl. eigene Darstellung nach Quaschnig, 2011.

⁸ Vgl. C. Sáenz-Díez Muro, et al., 2010 S. 1383.

3.2.2.3 Wirtschaftlichkeitsabschätzung einer Kleinwindanlage

Für eine wirtschaftliche Bewertung einer Kleinwindanlage wird ein höherer Anteil an Eigenverbrauch (ganzjähriger Betrieb einer Industriewärmepumpe für Warmwasseraufbereitung) des erzeugten Stroms durch die Kleinwindanlage angenommen und dazu die ermittelten elektrischen Verbrauchslastgänge miteinbezogen.

Beispielhaft wird eine Kleinwindanlage von Firma Braun⁹ berücksichtigt und auf Wirtschaftlichkeit geprüft. Die Kleinwindanlage ist nach IEC 61400-2 zertifiziert und besitzt eine hochwertige Windkrafttechnik sowie eine Regelung für eine Sturmabsicherung. Der Unterschied in den beiden Szenarien ist der Rotordurchmesser, welcher sich im Stromertrag und Investitionskosten unterscheidet.

Tabelle 5: Übersicht über die Auswahl von am Markt verfügbaren Kleinwindanlagen für Industriebetriebe

Eckdaten - Kleinwindanlage 12 kW			
Eckdaten	Einheit	Szenario 1	Szenario 2
Hersteller		Braun Antaris 12 KW	Braun Antaris 12 KW
Nennleistung	kW	12	12
Nennwindgeschwindigkeit	m/s	9	9
Bauform		horizontal	horizontal
Rauigkeitslänge	Annahme	0,1	0,1
Jahresstromertrag	kWh/a	12.866	35.739
Betriebsstunden	h	2.500	2.500
DN Leistung der Turbinenkennlinie	kW	5,1464	14,2956
Nabelhöhe der Turbine	m	45	45
Rotor-Durchmesser	m	6,5	9,7
bei mittlerer Windgeschwindigkeit	m/s	5,5	5,5
Stromertrag in 20 Jahren	kWh/a	257.320	714.780

Als spezifisches Fallbeispiel wurde eine konservative mittlere Windgeschwindigkeit von 5,5 m/s angenommen und in den beiden Monaten gemessenen Monaten lag diese sogar bei 6,5. Der Rotordurchmesser liegt bei dem ausgewählten Model im Szenario 1 bei 6,5 m und im Szenario 2 bei 9,7 m. Zur Bestimmung der Anlagenauslegung einer horizontalen Kleinwindanlagen kann mittels folgender Tabelle der jährliche Stromertrag in der Abbildung 23 abgeschätzt werden.

⁹ Technische Datenblätter von der Kleinwindanlage befinden sich im Anhang 1

Rotor- ϕ (m):	Stromertrag pro Jahr (kWh):						
1	92	137	196	269	357	464	590
2	368	550	783	1.074	1.430	1.856	2.360
3	829	1.237	1.762	2.417	3.216	4.176	5.309
4	1.474	2.200	3.132	4.296	5.718	7.424	9.439
5	2.302	3.437	4.894	6.713	8.935	11.600	14.748
6	3.316	4.949	7.047	9.666	12.866	16.703	21.237
7	4.513	6.736	9.591	13.157	17.512	22.735	28.906
8	5.894	8.799	12.528	17.185	22.873	29.695	37.755
9	7.460	11.136	15.855	21.749	28.948	37.583	47.783
10	9.210	13.748	19.574	26.851	35.739	46.398	58.992
11	11.144	16.635	23.685	32.490	43.244	56.142	71.380
12	13.262	19.797	28.187	38.665	51.464	66.814	84.948
13	15.565	23.234	33.081	45.378	60.398	78.413	99.696
14	18.051	26.945	38.366	52.628	70.048	90.941	115.624
15	20.722	30.932	44.042	60.415	80.412	104.397	132.731
16	23.577	35.194	50.110	68.738	91.491	118.780	151.018
Wind (m/s):	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5

Annahmen für Szenario 1:

Gewerbliche Windanlage mit 12 kW;
 Rotor-Durchmesser 6 m;
 Rotor-Höhe 25 m; Wind 5,5 m/s
 Stromerträge 12.866 kWh/a
 Investitionskosten ca. 38.000 EUR.

Annahmen für Szenario 2:

Gewerbliche Windanlage mit 12 kW;
 Rotor-Durchmesser 9,7 m;
 Rotor-Höhe 25 m; Wind 5,5 m/s
 Stromerträge 35.739 kWh/a
 Investitionskosten ca. 65.000 EUR.

EINZAHLUNGEN: EINSPARUNGEN DURCH EIGENVERBRAUCH SOWIE EINSPEISUNG :

Wie vorher beschrieben, wird bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Steigerung des Strompreises mit- einbezogen, dies verbessert die Wirtschaftlichkeit der Szenarien für Kleinwindanlagen sukzessive. Dabei wird von einer Strompreissteigerung von 2% ausgegangen.

- **Mittlerer Strompreis:** **0,20 EUR/kWh**
- **Einspeisetarif:** **0,082 EUR/kWh**

Aufgrund des hohen Eigenstromverbrauchs werden in den ersten beiden Szenarien ein Eigenverbrauch von 90% (Szenario 1: 11.579,4 kWh/a und Szenario 2: 32.165,1 kWh/a) und Einspeisung (Szenario 1: 1.286 kWh/a und Szenario 2: 3.573,9 kWh/a) angenommen. Wie in den in Tabelle 17 dargestellten Szenarien zu entnehmen ist, ergeben sich Einnahmen durch vermiedene Strombezugskosten (20 Cent pro kWh) und durch die Einspeisevergütung von 8,2 Cent pro kWh in das öffentliche Netz.

Die Wirtschaftlichkeitsabschätzung zeigt, dass die Stromgestehungskosten der Kleinwindkraftanlage sich stark unterscheiden. Szenario 1 liegt bei 0,21 €/kWh und bei Szenario 2 bei 0,13 €/kWh (Investitionsbei- hilfen sind berücksichtigt).

In beiden Szenarien übersteigt die Summe der laufenden Einzahlungen die Summe der laufenden Aus- zahlungen, was zu einem positiven Cashflow führen kann. Der berechnete Cashflow wird durch die Inves- titionskosten dividiert; daraus ergibt sich eine Amortisationszeit der Anlage (mit Förderung) aus Szenario 1 mit einer Amortisationszeit von 14,29 Jahren. Bei Szenario 2 liegt die Amortisationszeit bei 7,87 Jahren.

Ein wirtschaftlicher Betrieb von Kleinwindkraftanlagen im Szenario 2 ist bei Berücksichtigung einer grö- ßeren Rotordurchmessers durchaus möglich, da am Standort neben einem hohen Stromverbrauch der Industriewärmepumpe des Wärmenetzes (im Herbst und Winter) auch eine hohe Eigenverbrauchsquote gegeben ist.

Abbildung 23: Geschätzter jährlicher Stromertrag für Kleinwind-Szenarien

Weitere Faktoren für einen wirtschaftlichen Betrieb von Kleinwindkraftanlagen werden am Standort des Unternehmens als gegeben angenommen. Dazu gehören u.a.:

- hohe Stromeigenverbrauchsquote aus Windenergie im Unternehmen möglich
- gemäß der Windpotenzialmessung befindet sich der Standort auf einer Höhe und liegen durch- schnittliche lokale Windgeschwindigkeiten von rund 5,5 m/s am Standort vor
- das Dach des Industrie-Immobiliengebäudes befindet sich am Siedlungsrand zur Hauptwindrichtung
- **die Windkraft kann als Ergänzung zu der bereits vorhandenen regenerativen Stromerzeu- gung (PV-Anlage) genutzt werden.**

Die ermittelten Gesamtkosten können in der Tabelle 6, basierend auf einer überschlägigen Kostenschät- zung, entnommen werden. Da es sich bei dieser Betrachtung um eine erste Abschätzung von 2 Szenarien handelt, werden zunächst für alle Ein- und Auszahlungen die aktuellen Werte angesetzt.

AUSZAHLUNGEN:

Für die jährlichen Kosten der Wartung und Instandhaltung, für Versicherung und Steuern sowie für die sonstigen Betriebskosten werden folgende Richtwerte berücksichtigt:

- Kosten für Wartung und Instandsetzung (Bautechnik 1%, Maschinenteknik 2%, Elektro und Lei- technik 1,5%, Versorgungsnetz 2% auf Investitionskosten)
- Kosten für Versicherungen; 1% auf Investitionskosten

Tabelle 6: Beispielhafte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Kleinwindanlage¹⁰

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung		Szenario 1	Szenario 2
Summe Investition	EUR	38.000	65.000
bereinigt um Förderung (30%)	EUR	26.600	45.500
Annuität	EUR/a	3.400	5.900
Annuität abzgl. Investitionsbeihilfen	EUR/a	2.400	4.100
Betriebskosten 1,5% von Invest	EUR/a	570	975

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung		Szenario 1	Szenario 2
Berechnung der Stromgestehungskosten			
Investitionskosten	EUR	60.984	104.315
Investitionskosten abzgl. Beihilfen	EUR	42.689	73.021
Betriebskosten 1,5% von Invest	EUR	11.400	19.500
Gesamtkosten	EUR	72.384	123.815
Gesamtkosten abzgl. Beihilfen	EUR	54.089	92.521
Stromerträge in 20 Jahren	kWh/a	257.320	714.780
Stromgestehungskosten	EUR/kWh	0,28	0,17
Stromgestehungskosten (mit Förderung)	EUR/kWh	0,21	0,13
Stromeinsparung- und Einspeisung	EUR/a	2.432	6.755
Mittlerer Strompreis	EUR/kWh	0,2	0,2
Stromeinspeisung ins Netz	EUR/kWh	0,09	0,09
Cash Flow	EUR/a	1.862	5.780
Amortisation ohne Förderung	a	20,41	11,25
Amortisation mit Förderung	a	14,29	7,87

Zur Konkretisierung der Erkenntnisse ist die Durchführung einer Windmessung über das ganze Jahr hinaus empfehlenswert. Mit Hilfe der gewonnenen Winddaten können Stromerträge (Strommenge pro Jahr) und Gesamtkosten evaluiert und anschließend die Angebote verschiedener Windenergie-Anlagenhersteller verglichen, sowie spezifische Kosten und Anlagendetails in Relation sehr genau zueinander gesetzt werden.

¹⁰ Annahmen: -DN-Wind-V.: 5,5 m/s , 20 Jahre Laufzeit (Investitionskosten mit 5% Verzinsung), Betriebskosten 1,5 % auf Investitionskosten, Mittlerer Strompreis 0,20 €/kWh, Stromeigennutzung 90%, Stromeinspeisung 10%, Investitionsbeihilfen (30% auf Investition), Einspeisevergütung: 0,082 €/kWh



Abbildung 24: Beispiel einer Kleinwindanlagen auf Flachdach eines Bürogebäudes¹¹

Ein möglicher Nachteil sind mögliche Körperschallübertragungen durch die Anlage, welche zu störenden Geräuschen innerhalb des Gebäudes führen können. Weiterhin wird die Größe des Rotors und des Mastes einer Windanlage durch die Statik des Flachdaches von vorne herein begrenzt.

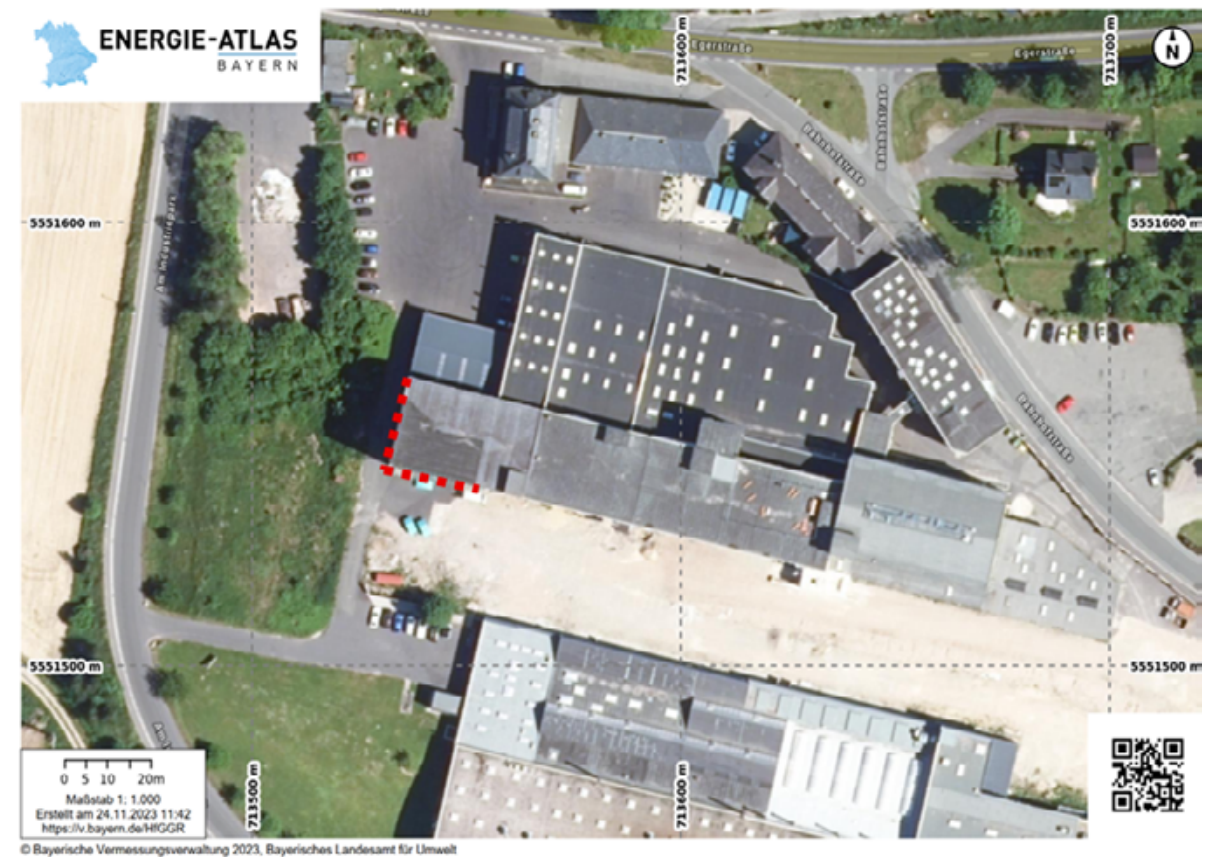


Abbildung 25: Optimale Platzierung einer Kleinwindanlage auf dem Dach des Winterling Gebäudes

¹¹ Vgl. Peter Gödecke Energie- und Antriebstechnik GmbH, 2023.

3.2.2.4 Rechtliche Aspekte

BAU- UND GENEHMIGUNGSRECHT

Allgemein gilt: in Wohngebieten / Industriegebieten mit einem gültigen Bebauungsplan ist zur Errichtung einer Kleinwindkraftanlage eine Baugenehmigung erforderlich. Die örtliche Gemeindeverwaltung ist hierfür zuständig. Bei den Festlegungen des Bebauungsplanes sind folgende Kriterien zu beachten:

- Schall im Industriegebiet
- Abstandsflächen, maximal geforderte Abstände für Kleinwindanlagen
- Natur und Artenschutz, Vögel und Fledermäuse
- Standsicherheit, Aufstellung auf dem Dach, Turm und Fundament
- Schattenwurf und Lichteffekte
- Brand- und Blitzschutz
- Landschaftsbild

Unabhängig vom Bebauungsplan kann die Gemeinde zusätzliche Untersuchungen bezüglich der Auswirkungen der Anlage (Schall, Schattenwurf, Vibrationen usw.) fordern. Eine einheitliche Vorgabe seitens des Staates gibt es nicht, die Anforderungen an den Bau der Anlagen können je nach Gemeinde unterschiedlich sein.

Bei einer Leistung der Anlage > 800 W ist neben den behördlichen Genehmigungen die Zustimmung des lokalen Stromnetzbetreibers einzuholen, da die Kapazität des Netzes vorher geprüft werden muss. Sämtliche Zulassungen müssen vor dem Bau der Anlage vorliegen.

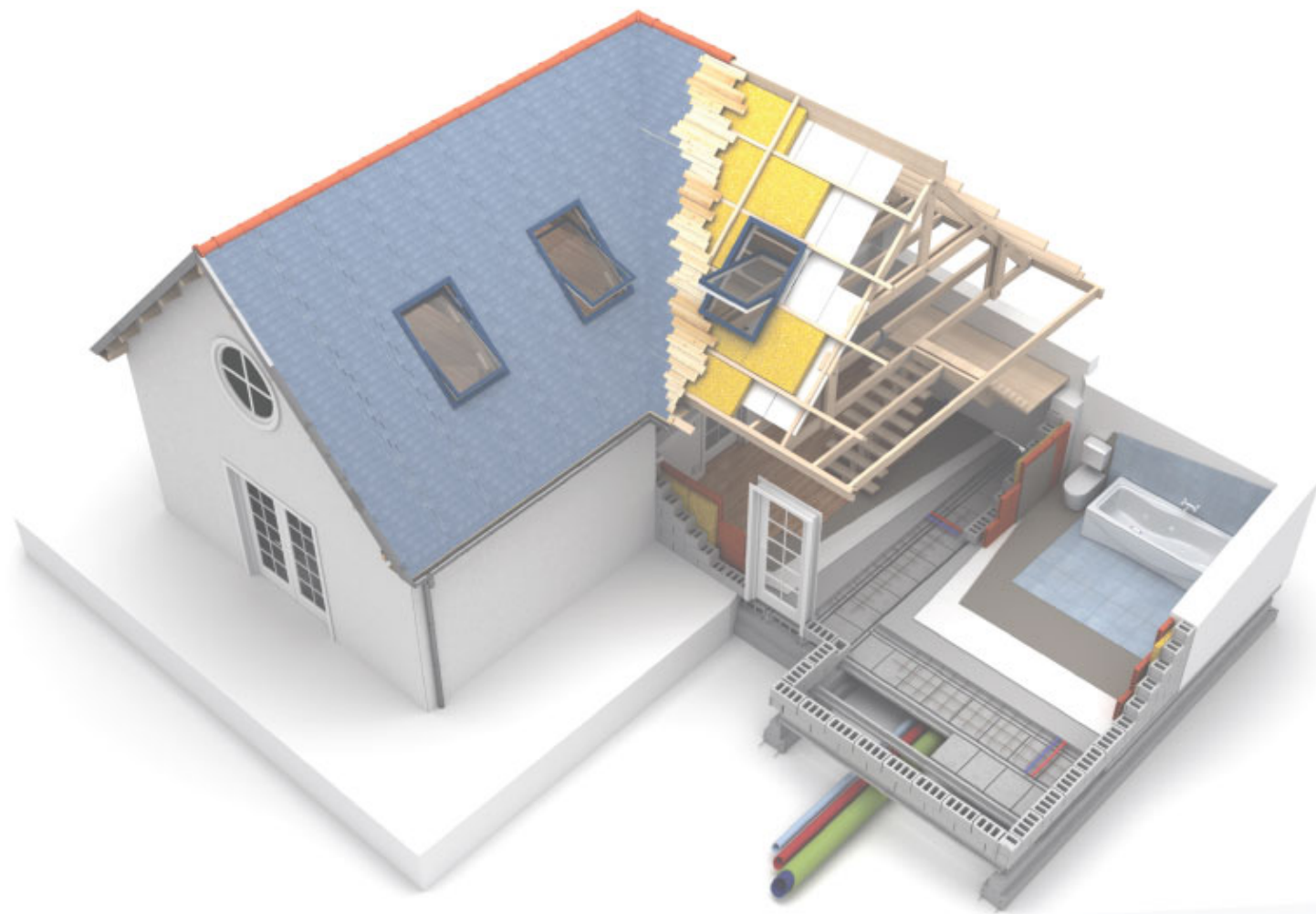
3.2.3 Zusammenfassung

Im Bereich der Energieeinsparungen wird deutlich gemacht, wie durch angepasstes Verhalten der Nutzer und technische Optimierungen erhebliche Reduktionen im Energieverbrauch erreicht werden können. Maßnahmen wie die Anpassung der Heizgewohnheiten, verbesserte Isolierung und der Einsatz von energieeffizienten Geräten spielen dabei eine wesentliche Rolle.

Die Analyse der erneuerbaren Energien zeigt aufregende Möglichkeiten für die Installation von Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden wie der Turnhalle und dem Feuerwehrhaus. Diese Maßnahmen würden nicht nur zur Energieautarkie des Quartiers beitragen, sondern auch die CO₂-Emissionen substantiell senken.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Evaluation des Windenergiepotenzials. Die durchgeführten Windmessungen auf dem Winterling Areal bieten eine solide Datenbasis, um das lokale Windenergiepotenzial zu beurteilen. Diese Ergebnisse unterstützen die Planung von Kleinwindanlagen, die zur Diversifizierung der Energiequellen und zur Steigerung der lokalen Energieproduktion aus erneuerbaren Quellen beitragen könnten.

Zusammenfassend zeigt Kapitel 3, dass Röslau durch die Implementierung von Energieeffizienzmaßnahmen und die Nutzung einer breiten Palette an erneuerbaren Technologien bedeutende Schritte in Richtung einer nachhaltigen und klimafreundlichen Zukunft machen kann. Die Ergebnisse der Windpotenzialanalyse ergänzen die geplanten Photovoltaikprojekte und unterstreichen das umfassende Engagement der Gemeinde für eine nachhaltige Energiezukunft.



4

SANIERUNG

4.1 Energetische Sanierung der Wohngebäude

Ziel dieses Kapitels ist das Aufzeigen von Einsparpotentialen beim Energieverbrauch im privaten Gebäudesektor durch Sanierung der Gebäude. Ausgangspunkt ist der Sanierungsfahrplan eines Energieberaters, der eine Begutachtung des Ist-Zustandes beinhaltet und die entsprechenden Energieverbräuche und -kosten aufnimmt sowie Vorschläge zu Maßnahmen macht, sodass ein Zielzustand mit entsprechendem Verbrauch definiert wird. Zudem soll eine ungefähre Kostendarstellung mit enthaltenen Sowieso-Kosten ein Gefühl für den finanziellen Umfang vermitteln. Abschließend folgt eine Darstellung möglicher Förderungen der Einzelmaßnahmen und eine Checkliste, um den Bürgern selbst eine energetische Inspektion ihrer Immobilie zu ermöglichen. Dabei ist der Umfang und die Anzahl der Maßnahmen jedem Gebäudeeigentümer selbst überlassen.

4.1.1 Energetische Sanierung der Gebäude im Quartier – Sanierungsfahrplan

Das Erstellen eines Sanierungsfahrplans ist der erste Schritt in Richtung energetischer Sanierung. Ein geprüfter Energieberater nimmt in einer Ortsbesichtigung den aktuellen energetischen Zustand des Gebäudes auf und berät den Interessenten bezüglich sinnvoller Maßnahmen. Im Zuge des Quartierkonzeptes wurde die Ausarbeitung von drei Sanierungsfahrplänen an Gebäudeeigentümer verlost.

AUFNAHME IST-ZUSTAND

Wie in Kapitel 2 zu erkennen ist, herrscht ein überdurchschnittliche hoher Wärmebedarf von über 230 kWh/m² in den privaten Wohnhäusern des Quartiers. Dies bedeutet, dass die Sanierung der Gebäude zu einem erheblichen Einsparpotential beitragen können. Oftmals wurde bei Immobilien zwar im Laufe der Jahre Sanierungsmaßnahmen vorgenommen, jedoch hauptsächlich zu optisch/ästhetischen Zwecken (Sowieso-Maßnahmen) der Instandhaltung. Aus diesem Grund wurde beispielhaft ein Sanierungsfahrplan für die im Quartier vorherrschende Gebäudetypologie vorgenommen. Dieser zeigt, dass eine energetische Sanierung im üblichen Rahmen zu einer Einsparung des Primärenergieverbrauchs um Faktor 10 einhergeht. Folgende Schritte hin zu einem fortschrittlichen energetischen Gebäudestandard (EH40) sind zu unternehmen:

ENERGETISCHE SANIERUNGSMASSNAHMEN – INDIVIDUELLER SANIERUNGSFAHRPLAN (ISFP)

Um Förderungen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Ausführung zu erhalten ist die Erstellung eines ISfp Voraussetzung. Für die Inanspruchnahme des kWfKredits Nr. 261 genügt die Sanierung zu einem Effizienzhaus Stufe 85.

AUSSENWAND

Der erste Schritt einer Sanierungsmaßnahme umfasst in der Regel die Dämmung der Außenwand des Gebäudes. Diese Maßnahme in einer Größenordnung von 35.000 Euro ist als kapitalintensivste Maßnahme zu sehen.

FENSTER UND HAUSTÜR

Als Maßnahmenpaket zwei wird die Erneuerung der Haustür sowie der Fenster festgelegt. Üblicherweise fallen hier Kosten in Höhe von 25.000 Euro an.

DACH

Im Anschluss an die Sanierung der Fenster und Türen folgt die Sanierung des Daches. Für die Dämmung und Erneuerung werden hierfür ungefähr 12.000 Euro beanschlagt. Um eine Effizienzhausstufe 40 zu erhalten wird die Installation einer PV-Anlage mit einer Peakleistung von 10 kW nötig. Um die Effizienzhausstufe 55 zu erhalten wird keine PV-Anlage benötigt.

KELLER

Als abschließende Maßnahme ist im Maßnahmenpaket vier die energetische Sanierung des Kellers gedacht. Exklusive Erdarbeiten schlägt diese mit circa 10.000 Euro zu Buche.

Die folgende Tabelle fasst die Maßnahmen noch einmal zusammen und zeigt die ungefähren Investitionskosten der entsprechenden Sanierungsmaßnahme mit den darin enthaltenen Sowieso-Kosten, sowie der aktuelle und künftige Primärenergiebedarf und die Energieeinsparungen der jeweiligen Maßnahme selbst.

Tabelle 7: Maßnahmen und Investitionskosten

Maßnahme	Primärenergiebedarf	Investitionskosten	Davon Sowieso-Kosten
Istzustand	230 kWh/m ²		
Außenwand		35.000 €	28.000 €
Fenster & Haustür		25.000 €	20.000 €
Dach		40.000 €	37.000 €
Keller		10.000 €	6.000 €
Heizung		-	-
Zielzustand	23 kWh/m ²		

Auf eine Sanierung der Heizanlage wurde im vorliegenden Beispiel verzichtet, da die Versorgung des Quartiers mittels eines Nahwärmenetzes geplant ist. Die Sanierung der einzelnen Wohngebäude sowie gemeinschaftlichen Liegenschaften spielt eine wichtige Rolle in der Dimensionierung des Nahwärmenetzes. Wie in Kapitel 6 beschrieben, kann mit einem „mittleren Sanierungsstand der Wohngebäude“ knapp die Hälfte des Energiebedarfes eingespart werden. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf die Dimensionierung der Anlage, was in der künftigen Betrachtung berücksichtigt werden sollte!

4.1.2 Förderlandschaft Stand Q2/24

BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE – „BUNDESFÖRDERUNG DER ENERGIEBERATUNG FÜR WOHNGBÄUDE“

Mit diesem Programm werden von Expertinnen und Experten durchgeführte Energieberatungen gefördert, die einen individuellen Sanierungsfahrplan (iSfp) als Ergebnis vorlegen. Hierbei werden 80% des förderfähigen Beratungshonorars, maximal 1.300 Euro bei Ein- oder Zweifamilienhäusern, maximal 1.700 Euro ab drei Wohneinheiten erstattet.

BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE – „BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE GEBÄUDE – EINZELMASSNAHMEN“ (BEG EM)

- Keine Steigerung der Effizienzhaus-Stufe erforderlich¹²
- Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden zur Reduktion von THG und der Verbesserung des energetischen Niveaus und der Energieeffizienz und Anteil an erneuerbarer Wärme und Kälte.
- Umwidmung von Nichtwohngebäuden zu Wohngebäuden
- Einzelmaßnahmen beinhalten
 - Dämmung der Gebäudehülle
 - Erneuerung und Ersatz (oder erstmaliger Einbau) von Fenstern
 - Sommerlicher Wärmeschutz durch Ersatz oder erstmaligen Einbau von außenliegenden Sonnenschutzeinrichtungen mit optimierter Tageslichtversorgung
 - Anlagentechnik (außer Heizung) – u.a. raumluftechnische Anlagen inkl. Wärme-/Kälte Rückgewinnung, digitale Systeme, Meß- und Steuerungstechnik, gebrauchte Anlagen
 - Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)
 - Solarthermische Anlagen
 - Biomasseheizungen
 - Elektrisch angetriebene Wärmepumpen
 - Brennstoffzellenheizungen
 - ...
 - **Anschluss an ein Wärmenetz**

¹² Vgl. S. 4 - §4 https://www.energiewechsel.de/KAENEFF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/bundesfoerderung-für-effiziente-gebaeude-einzelmassnahmen-20231229.pdf?_blob=publicationFile&v=3

Die vollständige Auflistung an Maßnahmen ist in der Förderrichtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen“ unter §5 in der Fassung vom 21. Dezember 2023, abrufbar unter: https://www.energie-wechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/bundesfoerderung-für-effiziente-gebäude-einzel-massnahmen-20231229.pdf?__blob=publicationFile&v=3 zu finden.

- Antragsberechtigt sind alle Investoren von förderfähigen Maßnahmen (u.a. Hauseigentümer, Wohnungseigentümergeinschaften (WEG), Contractoren, Unternehmen, gemeinnützige Organisationen, Kommunen) – vgl. §6 (1) BEG EM
- Kombinierbar mit anderen Förderprogrammen

KFW NEUBAUFÖRDERUNG - "KLIMAFREUNDLICHER NEUBAU - WOHNGEBÄUDE EFFIZIENZHAUS 40"

Diese Förderung findet in Form eines zinsfreundlichen Kredits statt. Unterschieden wird zwischen dem Kredit Nr. 297, 298 „klimafreundlicher Neubau – Wohngebäude“ für Privatpersonen, Unternehmen und andere Investoren und dem Kredit Nr. 300 „Wohneigentum für Familien“. Nähere Informationen und aktuelle Konditionen finden Sie unter: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/>

KFW FÖRDERKREDITE UND ZUSCHÜSSE FÜR BESTEHENDE IMMOBILIEN

„kfw Förderprodukte gibt es in 2 Formen – als direkt ausgezahlten Zuschuss oder als Kredit. Eine Sonderform ist der Kredit mit Tilgungszuschuss“¹³, bei dem der Kreditbetrag nicht in voller Höhe zurückgezahlt werden muss.

KFW KREDIT NR. 261 MIT TILGUNGSZUSCHUSS – „KOMPLETTSANIERUNG ZUM EFFIZIENZHAUS 85“

Haus und Wohnung energieeffizient sanieren, um durch eine Komplettsanierung (in einem Zug) zu einem Effizienzhaus-Stufe 85 zu gelangen. Die Effizienzhaus-Stufen 40, 55, 70 und 85 geben den Verbrauch des zukünftig sanierten Gebäudes im Vergleich zum Referenzhaus wieder. Dabei bedeutet ein Effizienzhaus-Stufe 40, dass dieses nur 40% der Primärenergie im Vergleich zum Referenzhaus benötigt. Das Referenzhaus dient als Vergleich, „das den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) entspricht.“¹⁴ Beim genannten Kredit Nr. 261 liegt der Tilgungszuschuss zwischen 5% und 45%. Zudem ist dieser mit anderen Förderungen kombinierbar. Nähere Angaben sind auch hier der Webseite der Kreditanstalt für Wiederaufbau unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Förderprodukte/Bundesförderung-für-effiziente-Gebäude-Wohngebäude-Kredit-\(261-262\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Förderprodukte/Bundesförderung-für-effiziente-Gebäude-Wohngebäude-Kredit-(261-262)/) zu entnehmen.

¹³ Quelle: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Förderprodukte/Förderprodukte-für-Bestandsimmobilien.html>

¹⁴ Vgl. <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Energieeffizient-sanieren/Das-Effizienzhaus/>

KFW KREDITNR. 358, 359 – „EINZELMASSNAHMEN ERGÄNZUNGSKREDIT – WOHNGEBÄUDE“

zusätzlich zu einem bereits zugesagten Zuschuss des Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle – „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen“ (BEG EM) für eine durchzuführende Einzelmaßnahme. Auch im Rahmen eines iSfp möglich. Nähere Informationen sind auch hier der kfw Internetseite unter: [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Förderprodukte/Einzelmaßnahmen-Ergänzungskredit-Wohngebäude-\(358-359\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Förderprodukte/Einzelmaßnahmen-Ergänzungskredit-Wohngebäude-(358-359)/) zu finden.

4.2 Energetische Sanierung Mehrfamilienhäuser

4.2.1 Gebäudedaten

Tabelle 8: Gebäudedaten, Mehrfamilienhäuser

Gebäudedaten	
Standort	Röslau
Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus
Baujahr	1970
Wohnfläche	Ca. 320 m ²
Vollgeschosse	2
Keller	Ja /unbeheizt
Dach	beheizt
Baujahr Heizung	1989

DACHBODEN

Stahlbeton massiv, ohne Dämmung

KELLER

Unbeheizt, Decke nicht gedämmt

FASSADE

30er Mauerwerk mit vorgehängter Fassade, Dämmung beschädigt durch Kleintiere

WARMWASSER

Öleinzelnöfen

4.2.2 Energetische Maßnahmen

Tabelle 9: Maßnahmen und Investitionskosten

Maßnahme	Primärenergiebedarf	Investitionskosten	Davon Sowieso-Kosten
Istzustand	390 kWh/m ²		
Außenwand		30.000 €	20.000 €
Fenster & Haustür		25.000 €	25.000 €
Dach		50.000 €	45.000 €
Keller		10.000 €	8.000 €
Heizung		20.000 €	20.000 €
Zielzustand	10 kWh/m ²		

4.3 Energetische Sanierung Winterling Areal

4.3.1 Abfrage Sanierungsfahrplan

Zusätzlich zu den u.s. Angaben wurden bei der Begehung Markierungen im Bauplan der Immobilie vorgenommen. Diese sind bei Bedarf beim Eigentümer in Form der gKU-Winterling anzufragen. Weitere Informationen erhalten sie aus dem „Masterplan gKU Winterling Areal“.

Tabelle 10: Gebäudedaten

Gebäudedaten	
Standort	Röslau
Gebäudetyp	ehemalige Porzellanfabrik
Baujahr	ab 1920, immer wieder erweitert. Bürogebäude aus 1960er
Fläche	
Vollgeschosse	4
Keller	ja /unbeheizt
Dach	Flachdach / unbeheizt

ANSÄSSIGES GEWERBE UND WIE VERTEILT

Weinhandel, Lager für Fahrradteile, Etage4, Steinkamp, Installation Müller, color-m

KELLER/FUNDAMENT

Keller unbeheizt
Kellergeschossdecke nicht gedämmt

FASSADE & FENSTERVERGLASUNG

1-fach Verglasung im Norden, Osten, im Westen Holzrahmen 1-fach Verglasung, Kunststoffrahmen 2-fach Verglasung im Süden seit 14 Jahren, Steinkamp EG neu im Büro 5-6 Jahre, Fenster-Glasbaustein-Leiste in den Hallen von oben bis unten (Süden). Die genaue Markierung erfolgte in den Bauplänen der einzelnen

FASSADE-ENERGETISCH SANIERT

nein, z.T. Trapezbleche auf der Wetterseite
Einbau Fenster (Jahr) – s.o
Lüftung - manuell
Haustür - mit Windfang

ZONIERUNG

Eine Gegenüberstellung zwischen beheizter und unbeheizter Fläche. Laut Angaben sind max. 10% der Fläche des gKU-Winterling Areals beheizt (>17°C Raumtemperatur). Eine entsprechende Nutzung und Zonierung ist in den Plänen enthalten.

HEIZUNG

BAUJAHR/INSTALLATION HEIZUNG

keine zentrale Heizung installiert. Die ansässigen Parteien kümmern sich jeweilig selbst um die Bereitstellung der Wärme. So wird auf den Flächen von Steinkamp eine Kombination aus drei 30kW Gasheizstrahlern und acht Star Progetti Helios Titan Heizstrahlern mit 2kW Leistung zum Heizen eingesetzt. Die entsprechenden Verbräuche wurden durch Abfrage der beteiligten Person notiert und entsprechend in der Betrachtung mit aufgenommen. Aus Datenschutzgründen werden diese hier nicht veröffentlicht. Bei Color-m wurde ein neues Niedertemperatur Heizsystem durch den Eigentümer realisiert. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Konzeptes lagen leider noch keine belastbaren Daten vor, da die Anlage gerade erst in Betrieb genommen wurde. Dies geschieht durch zukünftige Abfrage bei gKU-Winterling Immobilien. Die übrigen flächen werden lediglich in einem frostfreien Zustand gehalten, da es sich überwiegend um Lagerflächen handelt.

DACH

GROSSES-DACH / ALTES DACH

Gedeckt mit Styroporplatten und Schweißbahnen (Zugang Etage4)
Aufbau und Querschnittshöhe „Dicke“ des Dachs (alternativ Baujahr des Daches oder evtl. Sanierung)
Oberste Geschoss dämmung - nein
Dachneigung - Flachdach mit Lichtkuppeln
Keine Nutzung von erneuerbaren Energien vorhanden

TIEFES DACH-STEINKAMP

Trapezblech mit Fließ inkl. Hochregallager
Oberste Geschoss Dämmung 12cm
Dachneigung - Flachdach mit Lichtkuppeln
Keine Nutzung von erneuerbaren Energien vorhanden

ELEKTRISCHE INSTALLATION

Wurde die Installation seit dem Bau modernisiert (Baujahr Schaltschrank) - ja: ca. 8 Jahre
Ist ein digitaler Zähler vorhanden? - ja

BESITZVERHÄLTNISSE

gKU Winterling Immobilien ist Eigentümer des Areals.

4.3.2 Geplante (Sanierungs-)Maßnahmen

Es liegen bereits Vorplanungen zu energetischen Sanierungsmaßnahmen vor. Diese befinden sich momentan in Leistungsphase 2 und werden entsprechend fortgeführt. Zur Sanierung der Immobilie gehört Etagen.

- die energetische Fassadendämmung inklusive Fassaden-PV
- Einbau einheitlicher Fenster nach neuestem Stand der Technik
- die Erneuerung des Dachs und die Installation einer PV-Anlage sowie einer eventuellen Kleinwindkraftanlage. Entsprechende Daten finden Sie im Kapitel 3 sowie 4.
- die Einhausung der Heizzentrale für das Nahwärmenetz, da sich Abwärmepotentiale zur zentralen Beheizung der Immobilie bieten.

Ziel ist ein Gesamtkonzept zur Wiederbelebung der Immobilie.



5

NAHWÄRMEKONZEPTION

5.1 Aufgabenstellung und Leistungsbeschreibung

5.1.1 Hintergrund des Projektes

Im Oktober 2023 beauftragte die Es-geht! GmbH das Ingenieurbüro eco:novis Sarl mit der Zuarbeit für das integrierte Quartierskonzept Röslau im Rahmen des KfW-Programms 432A „Konzept für eine energetische Stadtsanierung“. Ziel dieses Programmes ist die Erstellung integrierter Quartierskonzepte für energetische Sanierungsmaßnahmen.

5.1.2 Aufgabenstellung

Im Rahmen der vorliegenden Konzeptstudie soll untersucht werden, inwieweit die Ortschaft Unterröslau über eine auf erneuerbaren Energien basierende Energiezentrale mit Nahwärmenetz erschlossen und wirtschaftlich betrieben werden kann. Zurzeit erfolgt die Heizungs- und Warmwasseraufbereitung der einzelnen Gebäude über eigenständige Heizungen, wobei größtenteils fossile Energieträger zum Einsatz kommen.

Ziel der Zuarbeit in dieser Studie ist die Überprüfung der Machbarkeit einer solchen Energiezentrale, die vor allem durch die Biomasse Holz betrieben werden soll. Weitere Quellen erneuerbarer Energien bieten die Prozess-Abwärme aus den benachbarten Industrieunternehmen sowie die Solar- und Windpotenziale, welche ebenfalls ganzheitlich betrachtet und in das Konzept miteinbezogen werden sollen.

Folgende Punkte werden in diesem Kapitel untersucht:

- Auswahl einer Energiezentrale (verschiedene Varianten) und des Nahwärmenetzes für das betrachtete Quartier Unterröslau
- Einbeziehung des Abwärmepotenzials des Stahl- & Drahtwerks Röslau GmbH in die Wärmeversorgung des Quartiers Unterröslau (unter Einsatz von Messtechnik zur Datenerfassung von Abwärme- und Windpotenzial)
- Standortauswahl für eine Heizzentrale sowie Bestimmung des möglichen Verlaufes des Nahwärmenetzes anhand der Datengrundlage einer im Vorfeld erstellten Bestandsaufnahme
- Grobe zeichnerische Darstellung der Energiezentrale und das Wärmenetzes mit einer technischen Beschreibung
- Abschätzung der Investitionskosten für die Energiezentrale und das Nahwärmenetz
- Beurteilung der wirtschaftlichen Machbarkeit (Ermittlung von Wärmegegestehungspreis für die Nutzwärme)

5.2 Wärme- und Anlagenkonzept für eine mögliche Wärmeversorgung im Quartiergebiet Unterröslau

5.2.1 Erarbeitung des Wärme- und Anlagenkonzeptes

Im ersten Schritt wurden in einer systematisierten Betrachtung über den Bau und den Betrieb einer auf erneuerbare Energie basierenden **Energiezentrale** (unter Einbeziehung des Abwärmepotenzials des Stahl- & Drahtwerks Röslau GmbH sowie das Solar- und Windpotenzial auf dem Dach des gKU Winterling Areals) **mit Nahwärmenetz** im Wohngebiet Unterröslau untersucht. Dies dient der Prüfung einer komfortablen, nachhaltigen und preisstabilen Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasser) für die Anwohner, welche außerdem unabhängig von Gas- und Ölimporten und den damit verbundenen Preisrisiken sein soll. Speziell für die Ortschaft Unterröslau, in der die Nutzung erneuerbarer Energien und die Sanierung des Altbestandes geplant ist, ist eine solche Lösung interessant und sinnvoll.

5.2.2 Ziele und Erfolgsfaktoren

Der Bau und Betrieb eines Wärmenetzes, welches aus einer Energiezentrale gespeist wird, bietet folgende Optionen und Vorteile:

- Lokale, nachhaltige und wettbewerbsfähige Wärmeversorgung
- Effiziente Nutzung von erneuerbaren Energien (d.h. holzartige Biomasse, Wind und Sonne) sowie die Abwärme aus den benachbarten Industriebetrieben und der benachbarten Biogasanlage
- Versorgungssicherheit
- Regionale Wertschöpfung
- Beitrag zum Erreichen der klima- und energiepolitischen Ziele

Neben der technischen Planung und den ökonomischen Aspekten ist der Anschlussgrad wesentlich für den Erfolg und die Wirtschaftlichkeit des Projektes. Hierzu ist es wichtig, das Vertrauen der Einwohner in diese Lösung zu gewinnen, damit sie sich an das Wärmenetz anschließen. Die Unterstützung des Projektes durch die Gemeinde als Vorbild - in welcher Form auch immer (z.B. Anschluss der gemeindeeigenen Gebäude, Beteiligung an der Finanzierung und-/oder am Betrieb) ist als Anreiz für die Einwohner unverzichtbar.

5.3 Wärmebedarf

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wurde für die Erstellung des Energiekatasters der gesamte Wärmebedarf für das Quartier Unterröslau ermittelt. Um eine Übersicht des aktuellen Wärmebedarfs zu bekommen, wurde bei der Bestandsaufnahme (durch die Es-geht! GmbH) eine Straßenbegehung zwecks Beurteilung der Gebäude durchgeführt. Zusätzlich wurde ein Fragebogen an die Einwohner verteilt, um den geschätzten Wärmebedarf zu überprüfen und eventuell anzupassen, um die Genauigkeit der Ausgangslage zu erhöhen.

Die gesammelten Daten und Informationen wurden in Form eines Energiekatasters zusammengefasst. Insgesamt wurden 136 Adressen in das Energiekataster aufgenommen. Die erfassten Gebäude sind ausschließlich Privathaushalte. Die folgende Abbildung 26 zeigt eine grafische Auswertung des Wärmebedarfs der Gebäude, wobei (hell-)grün einen geringen Verbrauch andeutet (Neubau bzw. saniert) und orange/rot auf einen hohen Verbrauch hinweist (meist Altbau).



Abbildung 26: Übersicht der Gebäudeeffizienz in Unterröslau (Bayern)

Das Quartier Unterröslau zeichnet sich hauptsächlich durch einen hohen Anteil an Altbauten aus. Die genaue Einteilung der Gebäude nach Gebäudeklassen geht aus Abbildung 27 hervor. Mit rund 50 % stellt die Fraktion der Gebäude, welche zwischen den Jahren 1940 und 1970 erbaut wurden, den größten Anteil des Bestandes dar. Insgesamt sind rund 80 % der Gebäude vor 1995 erbaut worden. Im Vergleich zu Neubauten, die meist in einer Niedrigenergie- bzw. Passivbauweise errichtet werden, zeichnen sich Altbauten durch einen verhältnismäßig hohen Wärmebedarf aus, was den Anschluss an ein Wärmenetz (Temperatur der angelieferten Wärme 80-90°C) sinnvoll macht.

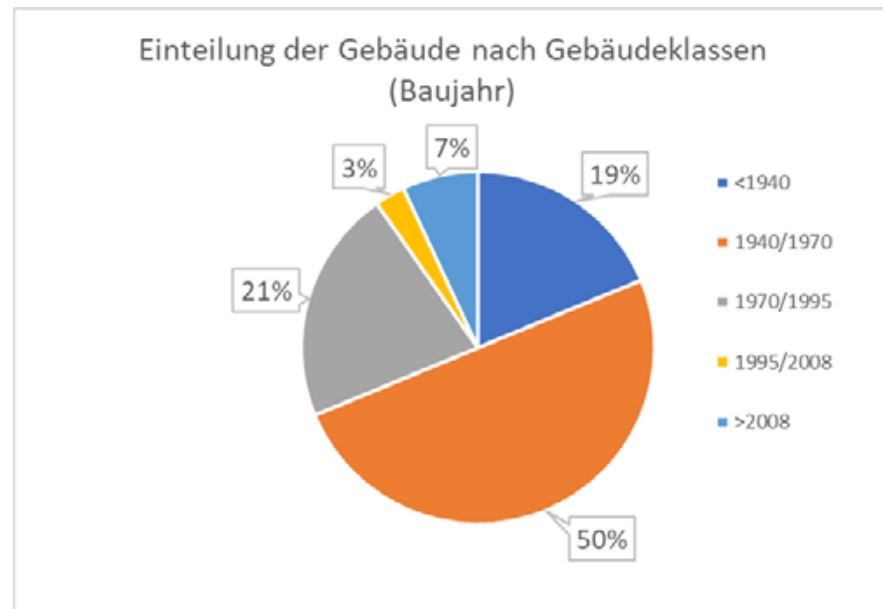


Abbildung 27: Einteilung der Gebäude nach Gebäudeklassen (Baujahr).

Für das Quartier Unterröslau wurde ein **Wärmebedarf von insgesamt 8.167.067 kWh/a** in aus der Bestandsaufnahme von es-geht! GmbH angenommen, resultierend aus den Bedarfen an Heizungs- und Warmwasser. Die Tabelle 11 zeigt den gesamten Wärmebedarf pro Straße. Der ausgewiesene Wärmebedarf setzt sich aus dem Produkt der Leistung und der Vollbenutzungsstunden zusammen (letztenannte Daten können der Richtlinie VDI 2067 Blatt 2 - Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen – Raumheizung entnommen werden):

▪ **Einfamilienhaus 1800 h/a**

Soweit keine Angaben über Fragebögen vorlagen, wurden die Leistungen auf diese Weise für die verschiedenen Gebäude ermittelt. Die benötigte Leistung für das gesamte Quartier Unterröslau **beträgt ~4.537 kW**.

Tabelle 11: Ermittelter Wärmebedarf des Quartiers Unterröslau

Straße	Adressen	Wärmebedarf (kWh/a)	Max. Leistung pro Straße Bestand (kW)	Länge (m)	Wärmebelegungs-dichte (kWh/(m²a))
Alte Straße	2	844.227	469	479	1.762
Schillerstraße	9	550.478	308	199	2.766
Egertstraße	12	786.684	437	312	2.521
Waldstraße	7	427.189	237	150	2.848
Hofer Straße	2	153.438	85	85	1.805
Hirtbergstraße	20	934.183	519	442	2.114
Bahnhofstraße	8	525.485	292	315	1.668
Zinnleitenweg (Feuerwehr)	1	187.400	104	100	1.874
Porzellanstraße	10	429.626	239	200	2.148
Siebensternstraße	6	315.616	175	100	3.156
Ringstraße	14	795.381	442	300	2.651
Rosentraße	3	150.596	84	30	5.020
Am Rotholz	9	563.982	313	160	3.525
Dammstraße	25	1.236.802	687	370	3.343
Erlenweg	7	226.977	126	200	1.135
Wunsiedler Straße	1	39.000	22	50	780
SUMME (Alle Adressen)	136	8.167.064	4.537	3.492	2.338,79

Ergänzend zum Wärmebedarf wurden noch Wärmenetzverluste von 15 % sowie ein Gleichzeitigkeitsfaktor (< 1) in der Ermittlung berücksichtigt. Der Gleichzeitigkeitsfaktor sagt aus, dass nicht alle Warmwasserzapfstellen sowie Gebäudeheizungen zur gleichen Zeit in Betrieb sind. Durch die Berücksichtigung dieses Faktors reduziert sich die benötigte Kesselleistung, was eine Reduzierung von einigen Leitungsquerschnitten zur Folge haben kann. Auf Grundlage entsprechender Erfahrungswerte wird in der Praxis ein Gleichzeitigkeitsfaktor zwischen 0,5 bis 0,9 angesetzt.

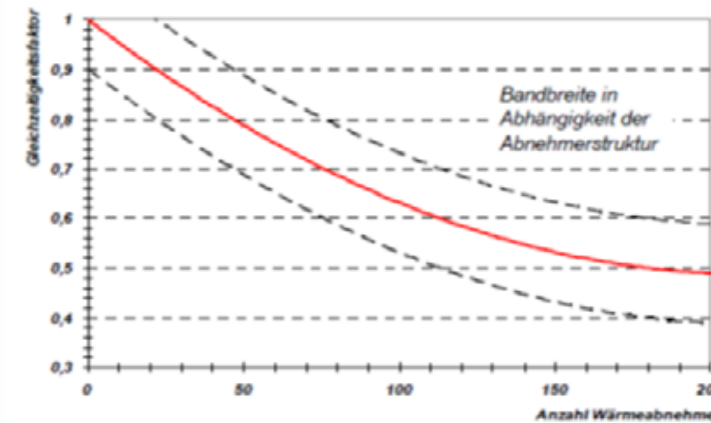


Abbildung 28: Gleichzeitigkeit in Abhängigkeit der Anzahl an Wärmeabnehmern

Aus der Abbildung 28 geht hervor, dass im Fall vom Quartier Unterröslau bereits ab 100 Wärmeabnehmer ein theoretischer Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,65 verwendet werden kann. In den folgenden Berechnungen wird **ein Wert von 0,7 für die Gleichzeitigkeit** angesetzt, um die Wärmeversorgungssicherheit jederzeit gewährleisten zu können.

5.4 Wärmeleistungsbedarf

Zur überschlägigen Auslegung der Wärmeerzeugung dient die Jahresdauerlinie des Wärmeleistungsbedarfes. Diese basiert auf der **Lastkennlinie der Gesamtanlage** (Gestapelte Lastkennlinie des Wärmeleistungsbedarfs der Gesamtanlage in Abhängigkeit der Außentemperatur) und **Jahresdauerlinie der Außentemperatur** (Außentemperatur dargestellt als 10-Jahres-Tagesmittelwert von 2014 bis 2023 für Wunsiedel bei Röslau).

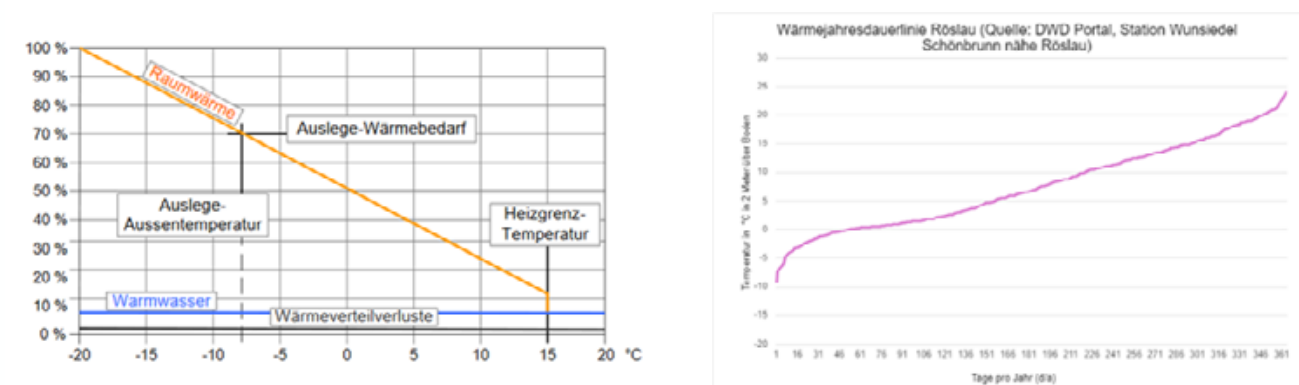
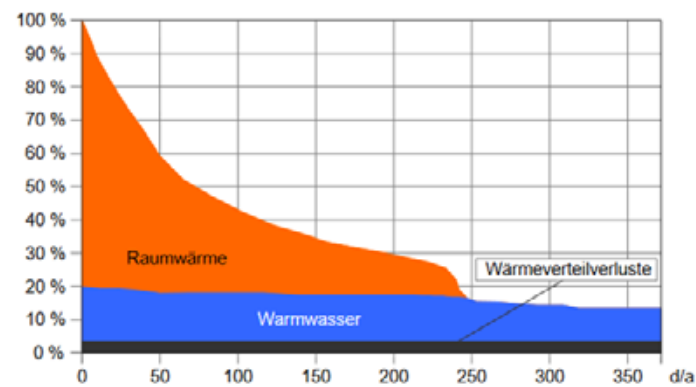


Abbildung 29: Lastkennlinie des Wärmeleistungsbedarfs in Abhängigkeit der Außentemperatur¹⁵

¹⁵ Quelle: DWD Portal, Station Wunsiedel-Schönbrunn nahe Röslau



Die Jahresdauerlinie des Wärmeleistungsbedarfs für die Gesamtanlage ergibt sich ebenfalls durch Stapelung mehrerer Jahresdauerlinien für Raumwärme, Warmwasser und Wärmeverteilverluste. Die Abbildung zeigt beispielhaft die Jahresdauerlinien für Raumwärme, Warmwasser und Wärmeverteilverluste.

Abbildung 30: Lastkennlinie des Wärmeleistungsbedarfs in Abhängigkeit der Außentemperatur¹⁶

5.5 Wärmenetz und möglicher Standort der Energiezentrale

In diesem Kapitel werden die technischen Grundlagen für ein mögliches Vorhaben zur Errichtung eines Wärmenetzes aufgezeigt und das Wärmenetz sowie ein naheliegender Standort für die Energiezentrale näher erläutert.

5.5.1 Betrachtung eines Wärmenetzes

Die thermische Energie soll von der **Energiezentrale** zu den **Endverbrauchern** über ein Wärmenetz verteilt werden. Dabei gelangt die Wärme von Wärmeerzeuger über eine spezielle isolierte Leitung zu den Endverbrauchern. Die **Wärmeübertragung** zum jeweiligen Hauswärmenetz erfolgt über eine Wärmeübergabestation. An dieser Stelle wird ein Wärmemengenzähler installiert, welcher zur späteren Ermittlung der verbrauchten Wärmemenge dient.

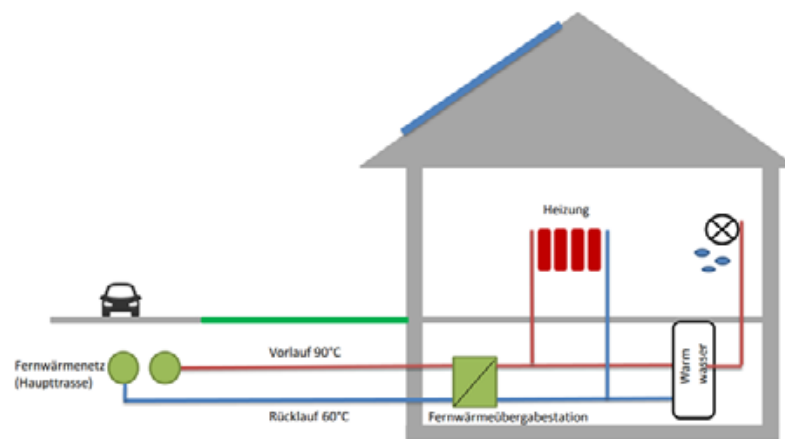


Abbildung 31: Beispielanschluss eines Wärmenetzes an einen Endverbraucher

¹⁶ Quelle: Planungshandbuch Wärme https://www.verenum.ch/Dokumente/PLH-FW_V1.2.pdf

Diese dezentrale Art der Wärmeversorgung bietet zahlreiche Vorteile für den Endverbraucher gegenüber einer herkömmlichen zentralen Lösung:

- Versorgungs- und Betriebssicherheit (die Verantwortung liegt beim Netzbetreiber)
- Raumersparnis für Brennstofflager, Heizkeller und Schornstein
- Kostenersparnis beim Verbraucher
- Keine Investitionskosten für eigene Heizungsanlage
- Keine Wartungskosten der eigenen Anlage

Die erzeugte Wärme wird in ein zu installierendes Nahwärmenetz eingespeist. Ein entscheidender Vorteil der zentralen Wärmeerzeugung gegenüber Einzelfeuerungsanlagen ist die Möglichkeit einer flexiblen und effizienteren Nutzung verschiedener Energieträger - dies wiederum begünstigt die ökonomische Betriebsweise des Wärmenetzes.

Für die technische Ausgestaltung des Nahwärmenetzes sind Vor- und Rücklaufleitungen notwendig, die je nach zu überbrückender Distanz und je nach Wärmeabnehmer mit bestimmten Drucken und Temperaturen operieren. Als Transportmedium kommt überwiegend Heizwasser mit einer Vorlauftemperatur zwischen 70 und 90 °C und einer Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf von 20 bis 40 K zum Einsatz. Entsprechend gilt ein Druckniveau von ca. 6 bar. Eventuelle Wärmeverluste steigen gleichzeitig mit dem Temperaturniveau des Vorlaufs und betragen – wie in dieser Studie als (konservativ und hoch angesetzt) Pauschalwert angenommen – bis zu 15%. Die Wärmeverluste lassen sich durch Investitionsmaßnahmen in eine Dämmung der Rohrleitungen reduzieren.

Zur Gewährleistung eines konstanten Druckniveaus sind aus physikalischen Gründen für die Beförderung zusätzliche Pumpen und Druckerhöhungsstationen erforderlich, um die Wärme an den Übergabestationen mit dem benötigten Druck und der entsprechenden Temperatur an die Abnehmer weiterzuleiten – denn je länger die Distanz, desto mehr Wärmeverluste.

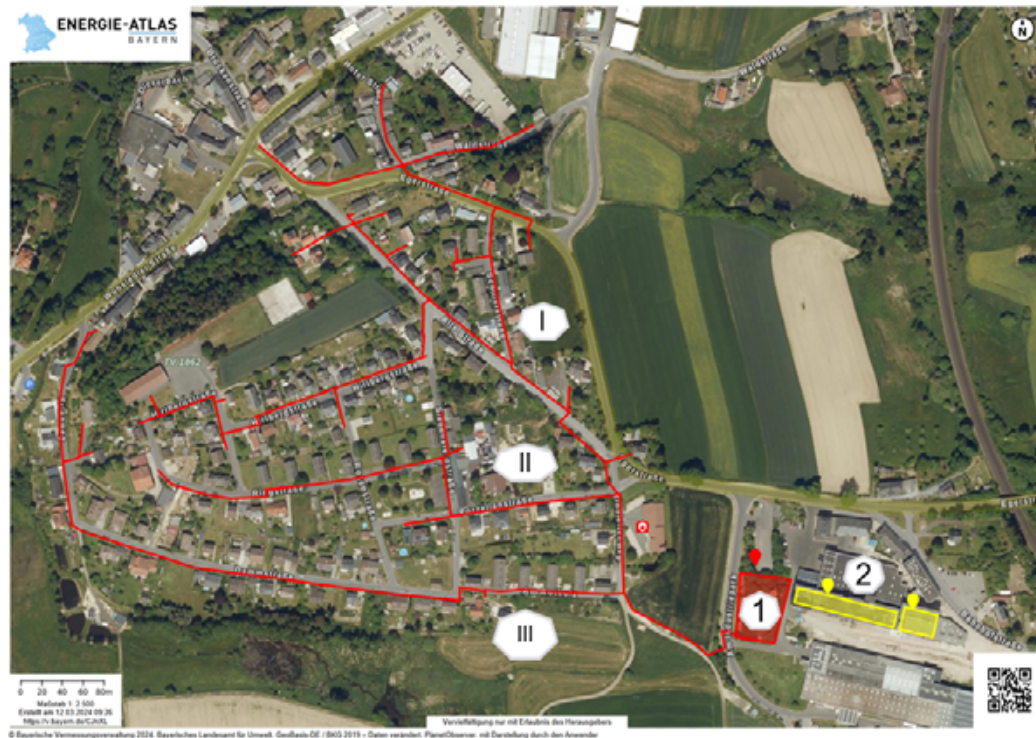


Abbildung 32: Wärmernetz für das Quartier Unterröslau sowie potenzieller Standort der Energiezentrale¹⁷

Folgende technische Einrichtungen sind für den Betrieb eines Nahwärmenetzes erforderlich:

LEITUNGSWÄRMENETZ (VGL. IN ABBILDUNG 32 UNTER I BIS III GEKENNZEICHNET):

Das Rohrleitungssystem ist der zentrale Aufbau des Nahwärmenetzes und steuert auch maßgeblich die Gesamtwirtschaftlichkeit sowie die Betriebseffizienz. Dieses kann als Kunststoffmantelrohr (KMR) zur Erdverlegung oder aus Stahlmediumrohren und Polyurethan-Schaumisolierung aufgebaut sein.

Der Verlauf des Wärmernetzes kann in drei Hauptstränge (I bis III) eingeteilt werden. In dieser Verteilung liegt eine räumlich nahe Wärmenachfrage mit ausgeglichenen Spitzenwärmeleistungen in den kälteren Wintermonaten. Die Betrachtung der Straßenzüge hat gezeigt (vgl. Tabelle 11), dass ein wirtschaftlicher Anlagenbetrieb bei den meisten Straßenzügen in Unterröslau gegeben ist und eine Wärmedichte von zumindest 1,5 MWh/a pro Meter Wärmernetz als effizient eingestuft wird. **Die Leitungslänge** des Wärmernetzes liegt nach erster Schätzung bei **ca. 3.500 m**.

Straßenzüge sowie einzelne Gebäude bei einer **Wärmebelegungsdichte < 1.500 kWh/m/a¹⁸** wurden nicht in dieser Machbarkeitsstudie berücksichtigt bzw. aus folgenden Gründen ausgeschlossen:

GRUND 1: WÄRMEBELEGUNGSDICHTE < 1.500 KWH/M/A:

- Straßenabschnitt: Lange Teile – keine privaten Abnehmer
- Straßenabschnitt: Am Industriepark – keine privaten Abnehmer

GRUND 2: NIEDRIGENERGIE- / PASSIVBAUTEN

Diese Gebäude haben einen zu geringen Wärmebedarf, um eine wirtschaftliche Anbindung an ein Wärmenetz zu erreichen. Ein Grund dafür ist der niedrige Vorlaufemperaturbedarf solcher Gebäude, die meistens gut isoliert sind und mit Fußbodenheizung mit einem Vorlauf von ca. 35-40 °C ausgestattet sind. Die hohe Temperatur durch die über das Wärmenetz angelieferte Wärme von etwa 80-90 °C kann nicht ausgenutzt werden. In diesem Fall bilden die Wärmenetzverluste einen verhältnismäßig hohen Anteil an der Wärmeabdeckung. Hinzukommt, dass die Besitzer wahrscheinlich nicht angeschlossen werden wollen, da sie erst in eine neue Heizung investiert haben.

- Erlenweg 3 x Wärmepumpe
- Porzellanstraße 1 x Wärmepumpe Geothermie

GRUND 3: GEBÄUDE AUSGESCHLOSSEN WEGEN ZU LANGER ZULEITUNG

- Ein Teil der Bahnhofstraße
- Ein Teil der Walzstraße

GRUND 4:

Beim aktuellen Stand der Machbarkeitsstudie kann seitens des Projektträgers noch keine verbindliche Aussage getroffen werden, ob ein Anschluss von öffentlichen Gebäuden stattfinden soll. Es besteht die Möglichkeit, die gemeindeeigenen Gebäude zu einem späteren Zeitpunkt an das Wärmenetz anzuschließen.

5.5.2 Standortauswahl der Energiezentrale

In einem ersten Schritt wurden unterschiedliche Anlagenstandorte für die Errichtung der Energiezentrale vor Ort angeschaut. Die Wahl eines geeigneten Standortes ist von mehreren Faktoren abhängig. Neben den Gegebenheiten, welche die Leistungsfähigkeit beeinflussen (z.B. Länge des gesamten Wärmernetzes und die Anzahl der potentiellen Wärmeabnehmer), spielen auch andere Aspekte eine Rolle, wie etwa der Anlieferungsweg der Holzhackschnitzel. Ausschlaggebend für die Auswahl des Standortes ist in erster Linie allerdings die **Genehmigungsfähigkeit des Vorhabens**.

Um eine Aussage über die allgemeine Genehmigungsfähigkeit der Standorte zu erhalten, wurde am 07.02.2024 mit der Gemeinde Röslau über die Besitzverhältnisse von folgenden Standorten gesprochen:

Es ist zu bemerken, dass sich der Standort 2 (vgl. Abbildung 33 - Flurstücknummer 3102) auf dem Gelände der gKU Winterling Immobilien befindet und durch eine direkte Nutzung von erneuerbaren Energien vom Dach der gKU Winterling Immobilien am ehesten in Betracht gezogen werden könnte. Auch die Energiezentrale könnte in Zukunft neben dem Wärmenetz zusätzlich die Wärmeversorgung der Gewerbeimmobilien übernehmen. Es ist zu bemerken, dass sich der Standort 4 (vgl. Abbildung 33 - Flurstücknummer 3126/1) in der Nähe des Feuerwehrhauses in Privatbesitz befindet. Standort 1 ist von seiner Fläche für

¹⁷ Erstellt mit Hilfe einer Online-Planungssoftware: Quelle: <https://www.karten.energieatlas.bayern.de>

¹⁸ C.A.R.M.E.N. e.V. Quelle: https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2022/05/Eval_2018.pdf

eine Energiezentrale zu klein. Für eine Nutzung einer Energiezentrale wird je nach Anlagengröße eine Aufstellfläche für die Anlage und vor allem für das Handling und Bevorratung mit dem Brennstoff benötigt. Daher kommt Standort 2 eher in Frage. Auf dieser Fläche liegen zurzeit Parkplätze sowie ein abgetrennter Grünflächenbereich.



Abbildung 33: Mögliche Standorte für eine Energiezentrale

5.5.3 Zugänglichkeit des möglichen Standortes

Das Gelände des Winterling Areal verfügt bereits über eine **Infrastruktur zur Anlieferung** durch LKWs. Die Fahrzeuge könnten vor dem Abladen in der Einfahrt auf einer Waage gewogen werden. Um das Gelände herum verläuft eine Hauptstraße, welche logistisch für die Anlieferung des Brennstoffes eine weitgehend störungsfreie Entladung und Einlagerung ermöglichen würde. Außerdem wäre eine direkte Anfahrt zum möglichen Brennstofflager der Energiezentrale gegeben. Weiterhin besteht die Möglichkeit in der Winterling Immobilie, für die Brennstoffanalyse ein Labor einzurichten und zu nutzen und entsprechende Proben vor Ort auszuwerten.

Der Lagerplatz für den Brennstoff (Hackschnitzel) wird im Wesentlichen von der benötigten Zeitspanne zwischen Einlagerung und energetischer Verwertung bestimmt. Bedingt durch den geringen Wasseranteil des Brennstoffes ist eine Trocknung des Materials nicht notwendig. Die Bemessung des Lagers sollte außerdem eine Überbrückung der Brennstoffversorgung an anlieferungsfreien Tagen (Feiertage, Witterungseinflüsse, etc.) ermöglichen, damit die Brennstoffversorgung für mindestens 3 bis 5 Tage am Standort der Energiezentrale gesichert ist. Eine Bevorratung vor Ort ist nicht notwendig und sollte eher bei dem Aufbereiter bzw. Lieferanten stattfinden.

Tabelle 12: Ermittlung des Platzbedarfes zur Brennstofflagerung

Eckdaten - Varianten zur Wärmeversorgung des Quartiers mit Fernwärme				
Varianten		V1: Biomasse-Kessel als Wärmeerzeuger für Grund- und Spitzenlast	V 2a: KWK-Anlage mit Luft-WP und Nutzung von EE	V2b: KWK-Anlage mit Sole-WP, Nutzung von EE u. Abwärme
Energie- und Brennstoffeinsatz	Art	getrocknete Hackschnitzel	getrocknete Hackschnitzel für KWK-Anlage Strommix aus EE für Luft-WP	getrocknete Hackschnitzel für KWK-Anlage Strommix aus EE für Sole-WP mit Abwärme aus Industrie und Biogasanlage
Brennstoffbedarf der Anlage	kg/h	430	287	215
Umgerechnet auf Tonnen am Tag	t/d	10,3	6,9	5,2
Umgerechnet in m ³	m ³	51,6	34,4	25,8
Brennstoffbedarf für 3 bis 5 Tage	m ³	205 - 342,5	202 - 337,5	134,1 - 223,5
Platzbedarf für den Brennstoff	m ²	500 - 600	500 - 600	250 - 300
Hersteller von Wärmeerzeuger		Mawera Kessel	RegaWatt KWK-Anlage, Vissmann WP	RegaWatt KWK-Anlage, Vissmann WP

Zur Bevorratung des Brennstoffes Pellets kann im Vergleich zu den getrockneten Hackschnitzeln auch für längere Zeiträume mit geringeren Lagerraumbedarf genutzt werden.

5.6 Auswahl von möglichen Anlagengrößen unter Berücksichtigung des Wärmebedarfes

Für die Auslegung der Energiezentrale werden drei verschiedene Varianten der Fernwärmeversorgung für die Ortschaft Unterröslau vorgestellt und später in der Wirtschaftlichkeitsberechnung auf ihre Rentabilität hin geprüft. Wärmeverluste des Netzes werden über das Jahr vereinfachend als konstant angenommen, da sich die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf sowie die Temperatur des Erdreichs um die Fernwärmeleitung im Jahresverlauf nur geringfügig ändern. Einfachheit halber wird auch der Warmwasserbedarf als über das Jahr konstant angenommen.

5.6.1 Unterschied in den Varianten

Der Unterschied in den Varianten (vgl. Tabelle 13) liegt zu einem in dem unterschiedlichen Energie- und Brennstoffeinsatz und zum anderen in der Berücksichtigung der Abwärme Potenziale, bspw. Industrieabwärme und Überschusswärme der benachbarten Biogasanlage (Variante 2b). Diese Variantenbetrachtung ist erforderlich, falls die ortsansässigen Industrieunternehmen sich nicht an dem Wärmekonzept beteiligen oder sich an der Wärmeplanung nicht beteiligen wollen.

Die Miteinbeziehung der Nutzung von Erneuerbaren Energien (Solar- und Windkraft) werden gezielt für die Industriewärmepumpe („PowertoHeat“-Umwandlung) in den Varianten 2a und 2b mitbetrachtet. Bei der Variante 1 wird keine elektrische Energie ausgekoppelt.

Tabelle 13: Eckdaten - Varianten zur Wärmeversorgung des Quartiers mit Fernwärme

Eckdaten - Varianten zur Wärmeversorgung des Quartiers mit Fernwärme				
Varianten		V1: Biomasse-Kessel als Wärmeerzeuger für Grund- und Spitzenlast	V 2a: KWK-Anlage mit Luft-WP und Nutzung von EE	V2b: KWK-Anlage mit Sole-WP, Nutzung von EE u. Abwärme
Energie- und Brennstoffeinsatz	Art	getrocknete Holzhackschnitzel	getrocknete Holzhackschnitzel für KWK-Anlage Strommix aus EE für Luft-WP	getrocknete Holzhackschnitzel für KWK-Anlage Strommix aus EE für Sole-WP mit Abwärme aus Industrie und Biogasanlage
Hersteller von Wärmeerzeuger		Mawera Kessel	RegaWatt KWK-Anlage, Vissmann WP	RegaWatt KWK-Anlage, Vissmann WP
Platzbedarf Energiezentrale (LxBxH) ohne Holzlager	m	30 x 8 x 6,4	15,4 x 18,5 x 19	15,4 x 18,5 x 19
	Einheit			
Wärmebedarf Wärmenetz	MWh/a	8.167	8.167	8.167
Verluste Wärmenetz 15%	MWh/a	1.441	1.441	1.441
Wärmebedarf Wärmenetz	MWh/a	9.608	9.608	9.608
Wärmenetz (Wärmeabnehmer)	Tm	3,50	3,50	3,50
Wärmenetz (Wärmeauskopplung)	Tm	0,00	0,00	2,50
Biomasse	t/a	3.140	3.095	2.049
Input Jahreswärmemenge Biomassekessel/KWK-Anlage	MWh/a	10.676	10.521	6.967
Stromerzeugung KWK-Anlage	MWh/a	-	3.682	2.438,5
Stromerzeugung PV-Anlage	MWh/a	-	371	371
Stromerzeugung Kleinwindanlagen	MWh/a	-	107	107
Gesamtstromerzeugung	MWh/a	-	4.161	2.917
Strombedarf für WP	kWh(el.)/a	-	1.130	801
"Power to Heat" Umwandlung	MWh(th.)	-	2.769	2.769
Nutzung von Überschusswärme	MWh(th.)	-	-	2.500
Nutzung von Industrieabwärme Sole-WP	MWh(th.)	-	-	1.875
Gesamtwärmeeinsatz Energiezentrale	MWh/a	10.676	13.290	12.236

VARIANTE 1: WÄRMEERZEUGUNG FÜR DAS WÄRMENETZ MIT EINEM BIOMASSEKESSEL ALS ENERGIEZENTRALE

Biomassekessel, betrieben mit Energieholz wie bspw. Waldhackschnitzel, Pellets, Restholz oder Altholz, kommen in Fernwärmenetzen zur Deckung der Grundlast oder der gesamten Wärmebedarfs zur Anwendung.

Die für die erste Variante ausgewählte Energiezentrale besteht aus zwei Biomassekesseln als Wärmeerzeuger, einen für die Spitzenlast und einen für die Grundlast. Für die Auslegung der Anlage wurde ein Wirkungsgrad von 90% angenommen. Der Spitzenlastkessel ist auf 1.412 Volllaststunden ausgelegt und der Grundlastkessel auf 4.011 Volllaststunden. Für die Variante wird angenommen, dass der Spitzenlastkessel 70% des Wärmebedarfs abdeckt und der Grundlastkessel die restlichen 30%.

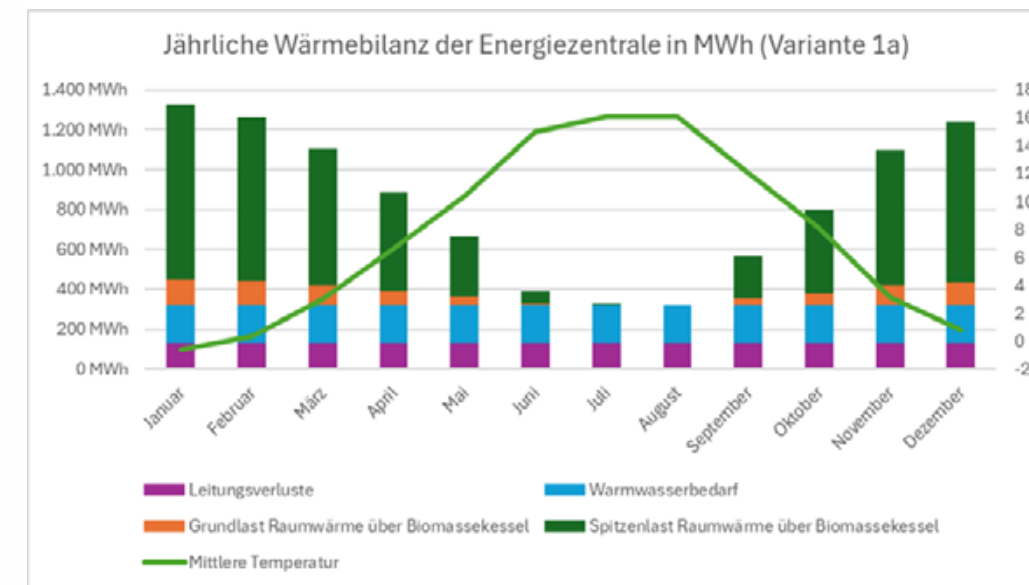


Abbildung 34: Wärmebilanz der Variante 1 unterteilt nach Monaten

VARIANTE 2A: WÄRMEERZEUGUNG MIT EINER KWK (KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGSANLAGE)-BASIERTEN BIOMASSE-VERGASUNGSANLAGE IN KOMBINATION MIT EINER INDUSTRIEWÄRMEPUMPE SOWIE NUTZUNG VON ERNEUERBAREN ENERGIEN (PV- UND KLEINWINDEINSATZ)

Das regional verfügbare Biomassepotenzial könnte mittel- und langfristig knapp oder eingeschränkt sein, weil es mittlerweile ein knappes und von vielen Seiten nachgefragtes Gut ist. Deshalb wird sich in dieser Variante 2a nicht nur auf Biomasse als Inputstoff gestützt, sondern auch die Vorteile der sogenannten Sektorkopplung mit **mehreren Wärme- bzw. Energiequellen** betrachtet.

WÄRMEQUELLE 1 FÜR WARMWASSERBEDARF:

Einsatz einer Industriewärmepumpe und Nutzung von erneuerbaren Energien (PV-Anlage/Windanlage) in Kombination mit dem regulären Stromnetz zur Erzeugung von Wärme für die **Grundlast sowie zur Abdeckung der Leitungsverluste**.

Das Wärmekonzept für die Wärmenetz-Variante 2a beinhaltet die Nutzung einer regenerativen KWK-Anlage und Luft-Industriewärmepumpe. Im Hinblick auf den Strombedarf einer Wärmepumpe wird die

Installation einer PV-Anlage in Kombination mit Kleinwindanlagen, welche auf dem Flachdach des gKU Winterling Immobilien installiert werden können, berücksichtigt. Nach einer überschlägigen Einschätzung könnte die Primärenergieeinsparung beim Einsatz einer PV-Anlage von 447 kWp (vgl. Kapitel 3.2.1) auf beiden Dächern des Winterling Areals den Strombedarf der Industriewärmepumpe um ca. 39% abdecken. In den sonnen- und windschwachen Zeiten soll die KWK-Anlage mit ihrer eignen Stromerzeugung den Betrieb der Wärmepumpe dann unterstützen, wenn nicht ausreichend regenerative Energien (PV + Windkraft) zur Verfügung stehen. Auf diese Weise könnte die Wärmepumpe mit 565 MWh/a aus der Stromproduktion der KWK-Anlage betrieben werden. Der Strombezug aus dem öffentlichen Netz würde sich so auf ca. 12% des Jahresstrombedarfes der betriebenen Luft-Wärmepumpe reduzieren.

Prinzipiell ist die Nutzung einer PV- und Windkraft-Anlage auf dem Dach des Winterling Areals möglich und scheint nach ersten Einschätzungen eine wirtschaftliche Alternative darzustellen. Um konkrete Maßnahmen planen und umsetzen zu können, ist jedoch eine Feststellung des PV-Stromertrages sowie eine Prüfung der Windverhältnisse vor Ort erforderlich. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde zu diesem Zweck über einen Zeitraum von 2-3 Monaten eine Wetterstation zur Windmessung auf dem Dach des Winterling-Areals installiert und die ermittelten Daten evaluiert (vgl. Kapitel 3.2.3).

TECHNISCHER AUFBAU DER WÄRMEQUELLE 1:

Die erste Wärmequelle besteht aus zwei Wärmepumpen, welche in Kaskade hintereinandergeschaltet sind. Die erste Wärmepumpe ist eine „Luft-Wasser-Wärmepumpe“ und bedient sich der Außenluft, ab einer Außentemperatur von über 7°C und bringt diese auf ein höheres Druckniveau. Hier wird das Wasser des Zwischenkreislaufes auf 40 °C erwärmt und dient als Wärmequelle für die zweite Wasser-Wasser-Wärmepumpe. Die Wasser-Wasser-Wärmepumpe besteht aus einem Kältemittelkreislauf, in welchem Schraubenverdichter verbaut sind. Die Wärmepumpe bedient sich des Zwischenkreislaufs als Wärmequelle und bringt dies auf ein höheres Druckniveau auf der Verflüssiger-Seite, sodass die gewünschte Vorlauftemperatur von 80°C für die Warmwasserversorgung als Grundlast im Wärmenetz geliefert werden kann. Das Gesamt-COP (Effizienz von Wärmepumpen) der Anlage bei einer Außentemperatur von 7°C beträgt 2,30 unter Berücksichtigung des Verdampfers. Der Gesamtanlagen COP beträgt 2,45. Der Budgetpreis für Lieferung, Montage und Inbetriebnahme für diese Variante beläuft sich, nach Angaben des Herstellers, auf ca. 315.000,00 €.

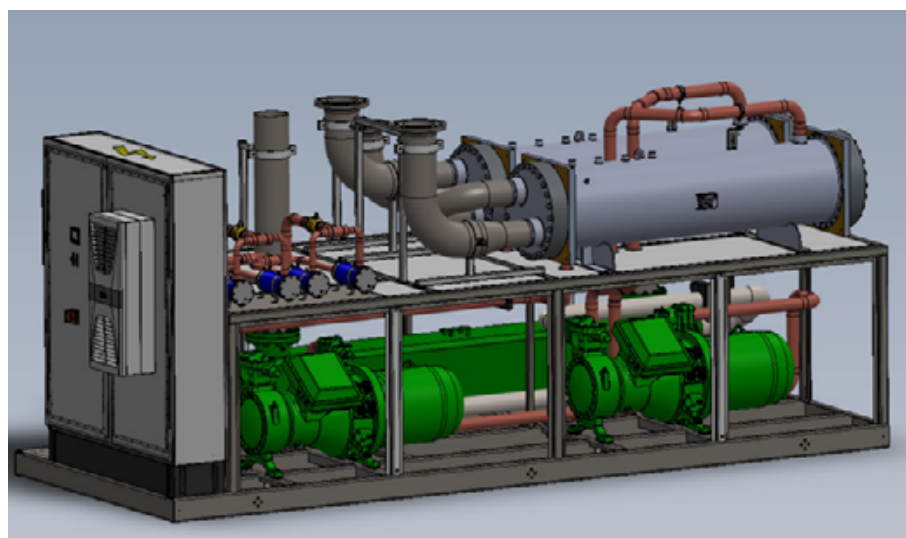


Abbildung 35: Beispiel für eine Luft-Wärmepumpe ohne Gehäuseabdeckung

WÄRMEQUELLE 2 FÜR DIE HEIZWÄRMEABDECKUNG:

Einsatz einer KWK- Anlage mittels Vergasung von Holz-Biomasse zur Deckung der **Spitzenlast für Heizwärme**.

Bei Wärmequelle 2 soll der **Heizwärmebedarf** des Wärmenetzes nach Möglichkeit vollständig mit der Vergasung von Holzfraktion gedeckt werden. Um diesen Wärmebedarf decken zu können, wird eine Jahres-Brennstoffmenge von naturbelassenem Holz von ca. 3.095 t/a für eine KWK-Anlage mit einer Inputleistung von ca. 4 MWh. benötigt. Die durch ein BHKW erzeugte Strommenge von 3.682 MWh/a würde den Strom-eigenbedarf des Fernwärmenetzes für die Energiezentrale und das Wärmenetz zum größten Teil abdecken. Ein mit Holzbiomasse betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) liefert sogenannte aktive Energie, d. h. es braucht nicht ständig eine bestimmte Grundlast erzeugen, sondern kann bei Bedarf ein- und ausgeschaltet werden.



Abbildung 36: Beispielhafter Aufbau einer KWK-Anlage der Fa. RegaWatt

VERBUNDBETRIEB:

Das System aus BHKW und Wärmepumpe ist in der Regel für eine Laufzeit von 20 Jahren ausgelegt. Wie in Abbildung 37 zu sehen ist, kann in den sonnigeren Monaten mit relativ warmen Durchschnittstemperaturen, wenn die Strompreise aufgrund der hohen Produktion durch Photovoltaikanlagen tendenziell niedriger sind, das BHKW ausgeschaltet bleiben und man nutzt den eigens erzeugten Strom aus PV- und Windkraft, um die Wärmepumpe zu betreiben. Die Wärmepumpe könnte den Wärmebedarf für Warmwasser und die Leitungsverluste abdecken – so wäre beispielsweise von April bis Oktober der Betrieb der Wärmepumpe mit Strom aus dem Stromnetz oder eigener Photovoltaik/Windkraftanlage möglich. Von November bis März könnte der selbsterzeugte Strom aus der KWK-Anlage für Wärmepumpe eingesetzt werden.

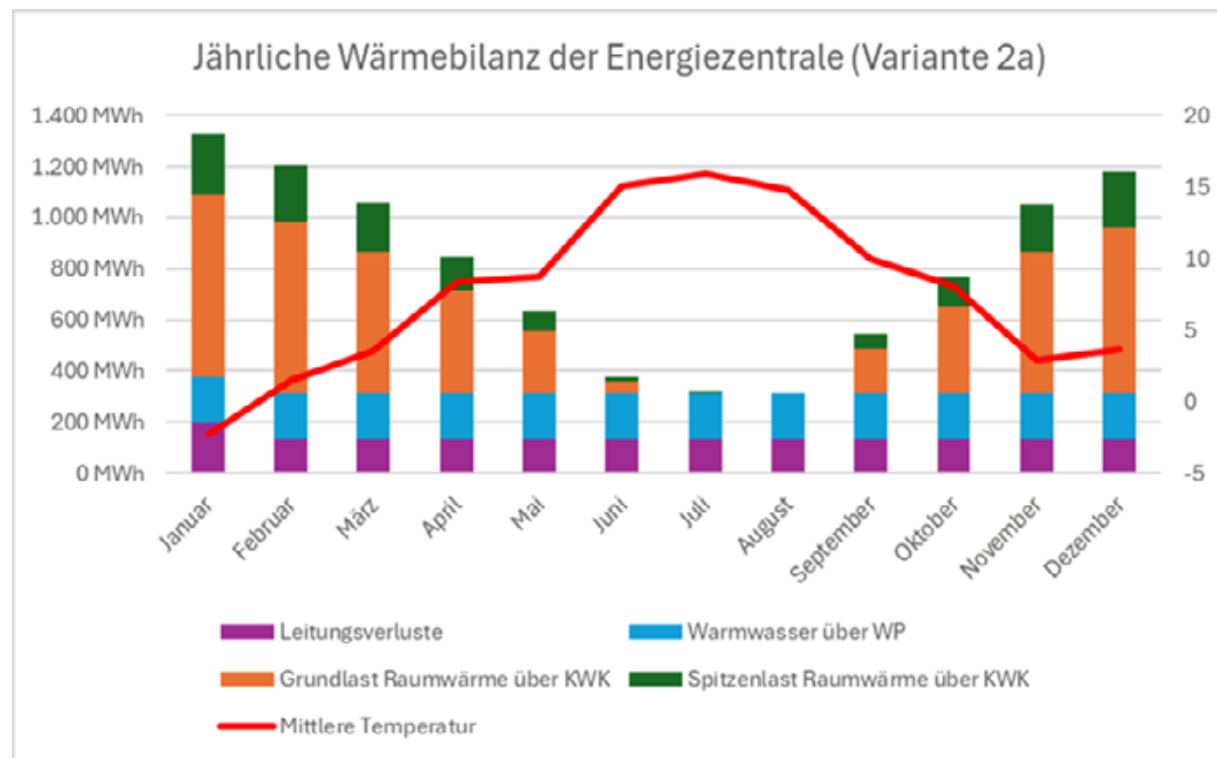
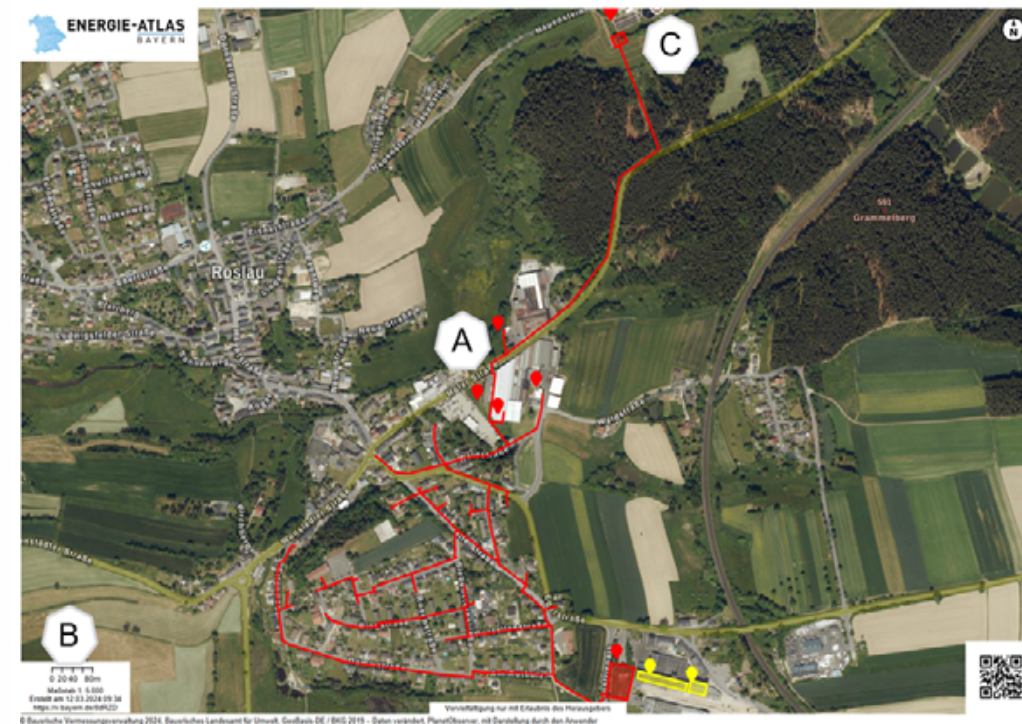


Abbildung 37: Wärmebilanz der Variante 2 unterteilt nach 12 Monaten

VARIANTE 2B: HOLZVERGASUNG-KWK-ANLAGE ALS WÄRMEERZEUGER IM VERBUND MIT EINER SOLE-INDUSTRIEWÄRMEPUMPE SOWIE BERÜCKSICHTIGUNG VON ABWÄRMEPOTENZIALEN

Bei dieser Variante bleiben die Wärmequellen für das Wärmenetz bestehend aus Industriebärmepumpen und einer KWK-Anlage für das Wärmenetz (wie in der Variante 2a beschrieben) erhalten, zusätzlich würde die Abwärme aus industriellen Prozessen (vgl. Abbildung 38 – Punkt A) und die Überschusswärme von der benachbarten Biogasanlage (vgl. Abbildung 38 – Punkt B) genutzt werden. Ein weiteres regionales Potenzial, welches noch nicht in die Betrachtung miteinbezogen wurde, könnte die benachbarte Kläranlage bieten (vgl. Abbildung 38 – Punkt C).

Im Hinblick auf die ganzjährige Warmwasserversorgung ist die Variante 2b effizienter als die Variante 2a, weil sie die Abwärme aus industriellen Prozessen als zusätzliche Wärmequelle nutzt. Zudem wird die Überschusswärme der Biogasanlage zur Sublimation der Heizwärme aus der KWK-Anlage genutzt, wodurch der Energiebedarf der KWK-Anlage in den kälteren Tagen reduziert werden kann. Dies führt nicht nur zu einer effizienteren Nutzung der eingesetzten Brennstoffe, sondern senkt auch die Betriebskosten des Gesamtsystems.

Abbildung 38: Übersicht über weitere Wärmequellenstandorte zur Steigerung der Effizienz einer industriellen Wärmepumpe¹⁹

WÄRMEQUELLE 1 FÜR WARMWASSERBEDARF:

Einsatz einer Sole-Industriebärmepumpe und Nutzung von erneuerbaren Energien (PV-Anlage/Windanlage) in Kombination mit regulärem Stromnetz zur Erzeugung von Wärme **für die Grundlast sowie zur Abdeckung der Leitungsverluste.**

TECHNISCHER AUFBAU DER WÄRMEQUELLE 1:

Die erste Wärmequelle besteht aus drei unterschiedlichen Industriebärmepumpen, welche in Kaskade hintereinandergeschaltet sind. Die erste Wärmepumpe nutzt Industrieabwärme und ist eine „Sole-Wasser-Wärmepumpe“. Sie wird direkt an der Abwärmequelle des Industrieunternehmens installiert und kann eine Vorlauftemperatur von 80°C für die Warmwasserversorgung bereitstellen, mit einer Wärmeleistung von etwa 150 kWth. Bei zwei ähnlichen Abwärmequellen im Unternehmen kann insgesamt eine Wärmeleistung von bis zu 300 kWth. ausgekoppelt werden.

Die Abwärme kann ganzjährig genutzt werden, sodass eine Jahreswärmemenge von ca. 1.900 MWh/a für das Wärmenetz bereitstehen könnte. In Bezug auf den jährlichen Warmwasserbedarf des Wärmenetzes von 3.720 MWh/a, kann damit die erste Energiequelle mit einer Sole-Wärmepumpe den Bedarf bis zu 2/3 decken. Der COP-Wert liegt hier bei 4,3 und benötigt 365 MWh/a an Strom.

Die restliche Jahreswärmemenge von ca. 894 MWh/a für Warmwasser und Leitungsverluste des Wärmenetzes, werden wie in der Variante 2b mit einer „Luft-Wasser-Wärmepumpe“ und einer

¹⁹ Erstellt mit Hilfe von Planungssoftware: Quelle: <https://www.karten.energieatlas.bayern.de>

„Wasser-Wasser-Wärmepumpe“ in der gewünschten Vorlauftemperatur von 80°C verwendet. In Hinblick auf den Strombedarf der Wärmepumpe soll wie in der Variante 2a die Installation einer PV-Anlage in Kombination mit Kleinwindanlagen, welche auf dem Flachdach des gKU Winterling Immobilien installiert werden können, berücksichtigt. Nach einer überschlägigen Einschätzung könnte die Primärenergieeinsparung beim Einsatz einer PV-Anlage den Strombedarf der Industriewärmepumpe um ca. 54% abdecken. Aus der Stromproduktion der KWK-Anlage könnten ca. 200 MWh/a genutzt werden. Der Strombezug aus dem öffentlichen Netz würde sich auf ca. 21% des Jahresstrombedarfes beziehen. Im Vergleich zu Variante 2a würde sich der Stromverbrauch der Wärmepumpe von 1.130 MWh/a (Variante 2a) auf 801 MWh/a (Variante 2b), um ca. 30% reduzieren.

Der COP-Wert liegt hierbei bei 2,45 und benötigt nochmal ca. 436 MWh/a an Strom. Der Gesamtanlagen COP beträgt 2,67. Der Budgetpreis für Lieferung, Montage und Inbetriebnahme beläuft sich auf 289.000,00 €.

WÄRMEQUELLE 2 ZUR DECKUNG VON HEIZWÄRME: ÜBERSCHÜSSIGE WÄRME AUS DER BIOGASANLAGE

Neben der Industrieabwärme könnte auch die überschüssige Wärme aus der Biogasanlage für die Versorgung des Wärmenetzes genutzt werden. Die überschüssige Wärmemenge für das Fernwärmenetz wird nach Rücksprache mit dem Biogasanlagenbetreiber, schätzungsweise mit 2.500 MWh/a angenommen. Folglich könnte die Einbindung der Überschusswärme aus der Biogasanlage einen Wärmebedarf des Wärmenetzes von ca. 2.375 MWh/a genutzt werden.

Um die überschüssige Wärme aus der Biogasanlage für die Versorgung des Wärmenetzes nutzen zu können, werden folgende Komponenten und Maßnahmen benötigt:

1. **Wärmetauscher:** Ein Wärmetauscher wird benötigt, um die Wärme aus der Biogasanlage auf das Wärmeträgermedium des Fernwärmenetzes zu übertragen.
2. **Regelungstechnik:** Eine Steuer- und Regelungstechnik ist erforderlich, um die Wärmeabgabe der Biogasanlage an den Bedarf des Wärmenetzes anzupassen und den Betrieb zu optimieren.
3. **Rohrleitungen und Verteilnetz:** Ein Rohrleitungsnetzwerk muss installiert werden, um die Wärme vom Standort der Biogasanlage zum Wärmenetz zu transportieren. Dieses Netzwerk umfasst auch Verteilnetze im Wärmenetz, um die Wärme effizient zu den Verbrauchern zu bringen.
4. **Mess- und Überwachungstechnik:** Sensoren und Messgeräte sind erforderlich, um den Wärmeübergang von der Biogasanlage zum Wärmenetz zu überwachen und sicherzustellen, dass die Wärme effizient genutzt wird.
5. **Zusätzliche Infrastruktur:** Je nach den spezifischen Anforderungen vor Ort können zusätzliche Infrastrukturmaßnahmen erforderlich sein, wie z.B. die Anpassung der Biogasanlage zur verbesserten Wärmeauskopplung oder die Integration von Energiespeichern zur Zwischenspeicherung der überschüssigen Wärme.
6. **Kooperation mit dem Biogasanlagenbetreiber:** Eine enge Zusammenarbeit und Absprache mit dem Betreiber der Biogasanlage ist unerlässlich, um die Verfügbarkeit der Überschusswärme zu gewährleisten und die technischen Anforderungen für die Integration in das Wärmenetz zu klären.

WÄRMEQUELLE 3 FÜR HEIZWÄRME:

Für den restlichen Heizwärmebedarf, würde wie in der Variante 2a, eine KWK-Anlage mittels Vergasung von Holz-Biomasse zum Einsatz kommen. Um den Heizwärmebedarf von ca. 6.180,08 MWh/a decken zu können, wird eine Brennstoffmenge von naturbelassenem Holz von ca. 2.049 t/a benötigt. Dabei kann eine Strommenge von ca. 2.438 MWh/a generiert und anschließend selbst genutzt oder eingespeist werden.

5.6.2 Abwärmenutzung in Industrieprozessen: Eine Analyse der Wärmemengenentnahme bei Stahl- und Drahtwerk Röslau GmbH

Das Hauptziel dieser Messkampagne besteht darin, die Wärmemenge, das Temperaturniveau und die Kontinuität der verfügbaren Abwärme für die Variante 2b (im vorherigen Kapitel) zu ermitteln, um anschließend ihr Potenzial für die Integration in ein Fernwärmenetz zu bewerten. Über einen Zeitraum von drei Wochen wurden umfassende Daten mit installierter Messtechnik gesammelt, analysiert und in anschaulichen Graphen und Diagrammen dargestellt, um eine aussagekräftige Zeitreihe der erfassten Messwerte zu erhalten.

Diese Datenauswertung bildet die Grundlage für die weitere Planung und Implementierung eines effizienten Energieversorgungssystems, das nicht nur die ökologische Nachhaltigkeit fördert, sondern auch wirtschaftliche Vorteile für den Industriebetrieb und die umliegende Gemeinde bietet.

Die vorliegende Messkampagne konzentrierte sich auf die Abwärme eines Industrieunternehmens, der Firma Stahl- und Drahtwerk Röslau GmbH. Mit Hilfe eines mobilen Messgeräts der Firma PCE Electronics wurden präzise Daten über den Volumenstrom aus zwei Rückkühlwerken und die Temperatur des Abwassers (siehe Abbildung 39) erfasst. Die gemessene Wassertemperatur in den beiden Kühlwerken liegt zwischen 22°C und 27°C.



Abbildung 39: Ermittlung der Wärmemenge bei Stahl- und Drahtwerk Röslau GmbH

Das vorliegende Diagramm stellt die erfasste Wärmemenge der Industrieabwärme über einen Zeitraum von einer Woche (15. März bis zum 21. März 2024) dar. Die horizontale Achse repräsentiert dabei die Zeit in Tagesabschnitten, während die vertikale Achse die thermische Leistung in Kilowatt (kW) darstellt.

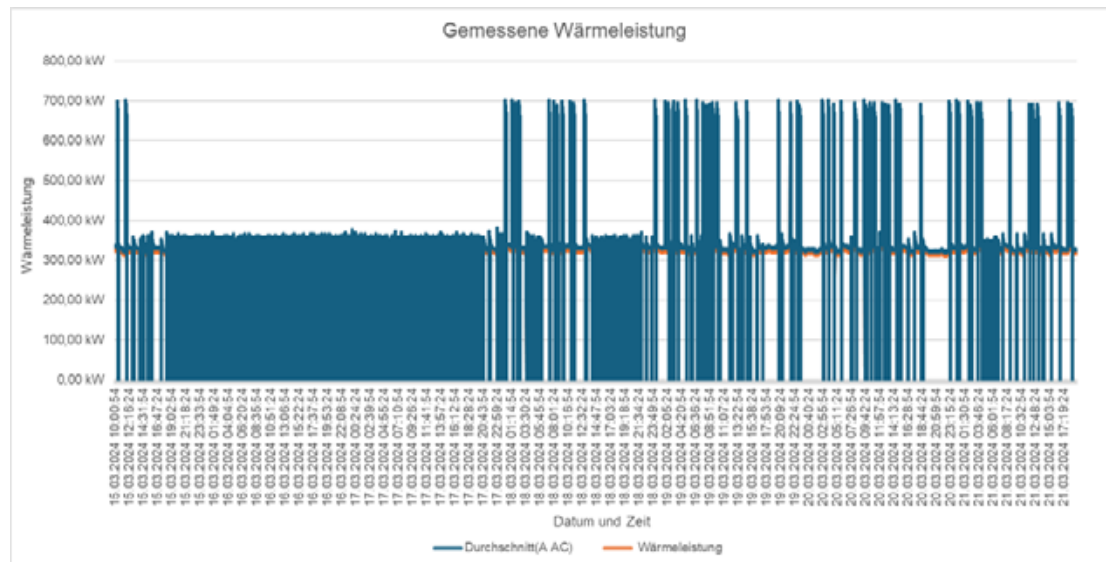


Abbildung 40: Gemessene Wärmeleistung vom 15.03 bis 21.03.2024

Es ist zu erkennen, dass die thermische Leistung im Verlauf der Woche Schwankungen unterliegt, die möglicherweise auf Schwankungen im Produktionsprozess oder anderen betrieblichen Einflüssen zurückzuführen sind. Obwohl eine durchschnittliche Spitzenleistung von 334,88 kW festgestellt wurde, ist diese nicht konstant über eine Stunde hinweg vorhanden, was bedeutet, dass die tatsächliche Wärmemenge unter diesem Wert liegt. Dennoch bleibt die Wärmemenge im betrachteten Zeitraum konstant über dem Verbrauchswert von 200 kWh.

Die Analyse zeigt auch, dass stets ein Potenzial von 200 kWh für die Abwärme vorhanden ist, basierend auf einer Temperaturspreizung von 2 Kelvin. Diese Annahme ist konservativ und könnte mit einer höheren Spreizung angesetzt werden. Berücksichtigt man einen weiteren und ähnlichen Kühlungsprozess im Unternehmen, verdoppelt sich die nutzbare Wärmemenge auf ca. 400 kWh.

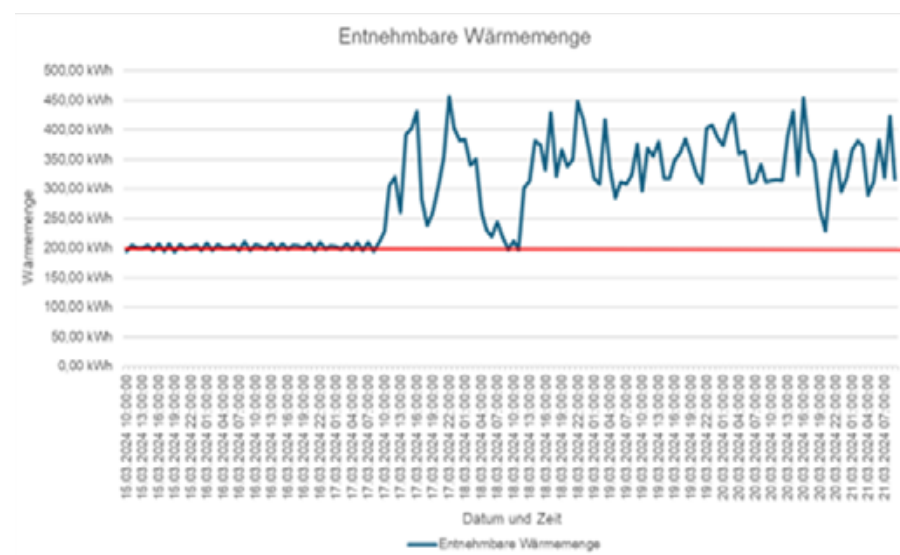


Abbildung 41: Tatsächlich entnehmbare Wärmemenge, gemessen vom 15.03.24 bis 21.03.24

Im Rahmen der Messkampagne lassen sich folgende Parameter für die Nutzung einer Sole-Wärmepumpe festhalten: Die **nutzbare Temperatur** beträgt mindestens **22 °C** und die **Wärmemenge** beläuft sich auf **ca. 400 kWh**.

5.7 Wirtschaftlichkeit

Für eine erste wirtschaftliche Bewertung der Auslegungsvarianten wird ein Vergleich des jeweils berechneten Wärmegestehungspreises vorgenommen. Hierbei werden neben den zu erwartenden Kosten auch mögliche Einsparungen und Erträge berücksichtigt.

Für eine wirtschaftliche Bewertung der betrachteten Varianten wird in Anlehnung an die Richtlinie VDI 6025²⁰ durchgerechnet. Die ermittelten Betriebsparameter der **drei aufgeführten Anlagengrößen** können so anschaulich miteinander verglichen werden. Hierbei ist zu beachten, dass die dargelegten Jahresenergiemengen ein Näherungswert sind und erst durch weitere Auslegungsschritte konkretisiert werden können.

5.7.1 Kapitalbedarf für ein Wärmenetz mit einer Energiezentrale

Die Ermittlung der Investitionskosten ist auf der Grundlage von Schätzungen und Erfahrungswerten vergleichbarer Projekte und in Abstimmung mit den Anlagenhersteller ermittelt worden. Zu der Investition zählen die Bau- und Maschinenteknik der Energieerzeugung, der Wärmeerzeuger mit Peripherie und Nebeneinrichtungen, die Rauchgasanlage, das BHKW bzw. die Industriewärmepumpen sowie die Elektro- und Leittechnik. Die Gesamtinvestitionen für die einzelnen Varianten sind in der Tabelle 14 dargestellt.

In den zugrunde gelegten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und insbesondere bei den **Investitions- und Kapitalkosten** wurden spezifische Förderprogramme in Form von Pauschalsätzen bewusst nicht berücksichtigt, um eine objektive Vergleichbarkeit zwischen den Varianten zu erhalten.

²⁰ Betriebswirtschaftliche Berechnung für Investitionsgüter und Anlagen

Tabelle 14: Annahmen für die Investitionskostenberechnung der Energiezentrale

Investitionsausgaben	Investition (Netto)	
Wärmeproduktion		
Biomassekessel	1.732.500 €	350 €/kW inkl. Inst. & Zubehör – Richtpreise u.a. Viessmann, MAWERA etc.
KWK-Anlage für Variante 2a	2.574.850 €	Richtpreise u.a. Fa. RegaWatt, Fa. Burkhardt etc.
Luft - Industrierärmepumpe in Kaskade COP 2,45	ca. 650.000 €	Richtpreise u.a. Fa. Viessmann, Fa. Heck
SOLE- Industrierärmepumpe COP 2,65	ca. 500.000 €	Richtpreise u.a. Fa. Viessmann, Fa. Heck
PV-Anlage Dachfläche gKU-Winterling (325 kWp + 122 kWp = 447 kWp)	447.000 €	Richtpreise (Fa. Schoenergie D.)
Holzlagerung: 40x20m, Traufhöhe 6,4 m	206.810 €	Richtpreis (ETABLISSEMENT KERGER S.A.)
Elektrischer Anschluss	je nach Variante €	Invest Heizung / 10% (Literatur QM Holzheizwerke)
Pufferspeicher (ca.175,4 m³)	ca. 123.000 €	50 Liter pro kW; 0,50 € pro Liter Pufferspeichervolumen (mündliche Aussage Planer Mawera für Abschätzung)
Heizungshalle: 30 x 32 m	370.315 €	Richtpreis
Erdarbeiten → Asphaltierte Fahrflächen	240.000 €	Annahme 80 €/m², Gesamt ca. 3.000 m²

Zur Schätzung der spezifischen Rohrleitungskosten für das Nahwärmenetz und der Kosten für Erdarbeiten wurde auf Erfahrungswerte zurückgegriffen, für unbefestigte Flächen wurden 220 €/m² und befestigte Flächen 400 €/m² angenommen. Für Pumpen, Ausdehnungsgefäß und Steuerung wurden pauschal 50.000 € festgelegt. Die Position elektrischer Anschluss berücksichtigt hierbei den kompletten elektrotechnischen Aufwand innerhalb der Energiezentrale.

Für jeden Hausanschluss sind Kosten in Höhe von insgesamt 12.000 € eingerechnet worden. Diese Kosten enthalten den Wärmetauscher (Hausübergabestation) sowie Erdarbeit- und Netzkosten der Zuleitung und basieren auf den Erfahrungsdaten aus vergleichbaren Projekten. Hierbei sind Wärmetauscher bis zu einer Leistung von 30 kW mit einem Preis von 2.500 € einberechnet (Erfahrungswert).

Zusätzlich sind noch 10% des Investments für Unvorhergesehenes und 8.5% für die Planung in die Kapitalkosten inbegriffen. In der folgenden Tabelle 15 werden die gesamten Investitionskosten im Vergleich dargestellt.

Tabelle 15: Gesamte Investition für die Anlagenvarianten

	V1: Biomassekessel für Grund- und Spitzenlast	V2a: KWK-Anlage mit Luft-WP und Nutzung von EE	V2b: KWK-Anlage mit Sole-WP, Nutzung von EE u. Abwärme
Investitionskosten			
Wärmeproduktion			
Wärmeerzeuger	1.732.500,00 €	2.574.850,00 €	1.802.395,00 €
Wärmepumpe	- €	650.000,00 €	500.000,00 €
PV-Anlage	- €	447.000,00 €	447.000,00 €
Kleinwindanlagen	- €	195.000,00 €	195.000,00 €
Wärmetauscher Abwärme D&S	- €	- €	90.000,00 €
Lagerung Holz	206.000,00 €	206.000,00 €	206.000,00 €
Elektrischer Anschluss	173.250,00 €	257.485,00 €	180.239,50 €
Pufferspeicher	123.750,00 €	123.750,00 €	123.750,00 €
Verrohrung Energiezentrale	17.325,00 €	25.748,50 €	18.023,95 €
Halle für Energiezentrale	370.000,00 €	370.000,00 €	370.000,00 €
Erdarbeiten	240.000,00 €	240.000,00 €	240.000,00 €
Wärmeverteilung			
Wärmenetz mit Erdarbeiten (Abnehmer)	1.396.800,00 €	1.396.800,00 €	1.396.800,00 €
Wärmenetz für Industrieabwärme	- €	- €	110.000,00 €
Wärmenetz zu Biogasanlage	- €	- €	330.000,00 €
Pumpe, Steuerung, etc.	50.000,00 €	50.000,00 €	75.000,00 €
Wärmetauscher Übergabestation	1.632.000,00 €	1.632.000,00 €	1.632.000,00 €
Wärmetauscher + WP für Abwärme	- €	- €	500.000,00 €
Sonstiges			
Fahrzeuge	85.000,00 €	85.000,00 €	85.000,00 €
Unvorhergesehenes	602.662,50 €	825.363,35 €	736.120,85 €
Planung	512.263,13 €	701.558,85 €	625.702,72 €
Investition ohne Förderung	7.141.550,63 €	9.780.555,70 €	9.663.032,01 €

5.7.2 Ausgaben des laufenden Betriebs

Für die jährlichen Kosten der Wartung und Instandhaltung, für Versicherung und Steuern sowie für die sonstigen Betriebskosten werden folgende Richtwerte berücksichtigt:

- Brennstoffkosten (inklusive Transport- und Aufbereitungskosten der Holzbiomasse)
- Kosten für Wartung und Instandsetzung
- Kosten für Versicherungen: 0,5 % auf Investitionskosten
- Personalkosten (ca. 50.000 €/Mann und Jahr)
- Kosten für Betriebsmittel (Wasser, Strom zur Deckung des Eigenbedarfes bspw. Gebläse, Pumpen, Antriebstechnik sowie für die Ascheentsorgung 0,5% auf Investitionskosten)
- Ggfls. Kosten für Betreibergesellschaft

Die Betriebskosten werden anhand der Annahmen in Tabelle 16 berechnet.

Tabelle 16: Annahmen zur Betriebskostenberechnung

Betriebskosten	%-Anteil vom Invest
Wartungskosten gemäß VDI 2067 (Literatur QM Holzheizwerke)	3% Heizung 2% Elektrischer Anschluss Pufferspeicher Verrohrung Pumpe, Steuerung, Ausdehnungsgefäß Wärmetauscher 1% Lagerung Holzhackschnitzel Heizungshalle
Personal (35 €/h)	52x5=260 Wochentage Abzüglich 10 Feiertage und 30 Urlaubstage 220 Arbeitstage x 8 Stunden = 1.760 h/a
Strom Heizung und Netz (Literatur QM Holzheizwerke)	1,0-1,5 %: Wärmeerzeugung → 1,25 % 0,5-1,0 %: Wärmenetz → 0,75 % Strompreis: 0,20 €/kWh
Versicherung	Annahme: 0,5 % vom Invest
Hackschnitzel	Annahme 70 €/t

5.7.3 Betriebserträge

Aufgrund des hohen Eigenstromverbrauchs für die Industriewärmepumpe und den ganzjährigen Strombedarf für die Warmwassererzeugung wird in den beiden Varianten 2a und 2b ein Eigenverbrauch von 90% und Einspeisung von 10% berücksichtigt.

Durch die Einspeisevergütung von 18,5 Cent pro kWh des KWK-Stroms, 8 Cent pro kWh für den eingespeisten PV-Strom und 8,2 Cent pro kWh eingespeisten Strom aus der Kleinwindanlage in das öffentliche Netz ergeben sich zusätzliche Einnahmen.

5.7.4 Wärmegestehungspreis

Die Summe der für die Versorgung notwendigen Jahreskosten wird durch die erzeugte Menge an Nutzwärme dividiert. Daraus resultieren der jeweils spezifische Wärmegestehungspreis in (ct/kWh). Die theoretisch ermittelten Wärmepreise der drei aufgeführten Varianten können so objektiv miteinander verglichen werden. Hierbei sei erwähnt, dass der dargelegte Wärmegestehungspreis ein Näherungswert ist und durch weitere konkrete Planungsschritte plausibilisiert werden muss.

Um den Wärmegestehungspreis für die Energiezentrale eines Wärmenetzes zu berechnen, wurden Annahmen zu den Energiepreisen, Verbräuchen und Einspeisevergütung getroffen. Hier sind einige weitere Annahmen, die in die Berechnung hineingeflossen sind:

- Brennstoffpreise: Die Preise für die Brennstoffe, die in der Energiezentrale verwendet werden, um Wärme zu erzeugen, sind entscheidend für die Kostenkalkulation. Der Preis für Biomasse wird mit 70 €/t angenommen.
- Wärmeverbräuche: Die erwarteten Wärmeverbräuche der Verbraucher im Wärmenetz sind wichtig, um die Auslastung der Energiezentrale und die benötigte Kapazität zu bestimmen. (vgl. Kapitel 2.3)
- Wartungs- und Betriebskosten: Die laufenden Kosten für die Wartung, den Betrieb und die Instandhaltung der Energiezentrale müssen ebenfalls in die Berechnung einfließen. (vgl. Tabelle 16)
- Einspeisevergütung für PV-Anlagen: Angenommen, die Einspeisevergütung für den erzeugten Strom aus PV-Anlagen beträgt 0,08 €/kWh.
- Einspeisevergütung für Kleinwindanlagen: Die Einspeisevergütung für den erzeugten Strom aus Kleinwindanlagen beträgt beispielsweise 0,082 €/kWh.
- Einspeisevergütung für KWK-Anlagen: Für KWK-Anlagen beträgt die Einspeisevergütung: 0,185 €/kWh

INVESTITIONSKOSTEN: DIE KOSTEN FÜR DEN BAU DER ENERGIEZENTRALE UND WÄRMENETZES KONNTEN ÜBERSCHLÄGIG BERÜCKSICHTIGT WERDEN. (VGL. TABELLE 15)

Die Investition beläuft sich auf etwa 7,14 Mio. EUR in der Variante 1, - 9,780 Mio. EUR in der Variante 2a und 9,883 Mio. EUR in der Variante 2b und basiert auf einer überschlägigen Kostenschätzung. Die daraus resultierenden Wärmegestehungskosten zeigen, dass bei der Anlagendimensionierung mit Stromerzeugung (KWK-Anlage) der Gestehungspreis durch die Stromerlöse tendenziell fällt. So kann bei der Variante 2a ein Wärmegestehungspreis von knapp unter 10 ct/kWh abgeschätzt werden. Bei der Variante 2b kann ein Wärmegestehungspreis von 12,34 ct/kWh abgeschätzt werden. Die Variante 1 enthält mit 12,87 Ct/kWh den höchsten Wärmegestehungspreis.

Mit der Einbeziehung von spezifischen Förderprogrammen (vgl. Kapitel 5.10.1) können die gesamten Investitionskosten einen weiteren Effekt auf die Wärmegestehungspreise haben. Aufgrund der aktuell verfügbaren staatlichen Beihilfen können geringere Wärmegestehungskosten erreicht werden. Durch die nationalen, regionalen und europäischen Initiativen für nachhaltige Entwicklung zufolge ist zu erwarten, dass solche Projekte noch mehr Unterstützung und Befürwortung erhalten.

Tabelle 17: Berechnung des Wärmegestehungspreises nach Vollkostenrechnung

Berechnung Wärmegestehungspreis		V1: Biomassekessel für Grund- und Spitzenlast	V2a: KWK-Anlage mit Luft-WP und Nutzung von EE	V2b: KWK-Anlage mit Sole-WP, Nutzung von EE u. Abwärme
Dauer der Nutzung		20 a	20 a	20 a
Zinssatz	KfW	6,50%	6,50%	6,50%
Annuität*		648.100 €/a	887.600 €/a	877.000 €/a
Heizkosten (Betriebs- und Wartungskosten)				
Annuität		648.100,00 €	887.600,00 €	877.000,00 €
Wartung und Instandhaltung		53.981,33 €	76.616,28 €	84.939,80 €
Kosten Fernwärme (Pumpe)	Strom	30.000,00 €	30.000,00 €	42.000,00 €
Kosten für Brennstoff und Ascheentsorgung	Holz	251.190,00 €	219.755,00 €	164.000,00 €
Kosten Wärmepumpe	Strom	- €	119.670,28 €	86.661,61 €
Wärmekosten Biogasanlage	Wärme			125.000,00 €
Wärmekosten Stahl & Drahtwerk Rösler	Wärme			33.915,00 €
Personalkosten und Verwaltung	€/a	92.250,00 €	92.250,00 €	92.250,00 €
Kosten nach Vollkostenrechnung		1.075.521,33 €	1.425.891,55 €	1.505.766,41 €
Erlöse und Einsparungen				
Einspeisung PV-Strom + KWA-Strom		- €	3.934,28 €	3.934,28 €
Einspeisung KWK Anlage		- €	576.678,21 €	451.113,25 €
Verrechnung des KWK-Stroms		- €	56.517,05 €	20.023,61 €
Kosten abzüglich Erlöse		1.075.521,33 €	788.762,01 €	1.030.695,27 €
Gewinnaufschlag 15 %		161.328,20 €	118.314,30 €	154.604,29 €
Gesamtkosten		1.236.849,53 €	907.076,31 €	1.185.299,56 €
Wärmepreis		Variante 1	Variante 2a	Variante 2b
Gesamtwärme aus der Heizzentrale		9.608 MWh/a	9.608 MWh/a	9.608 MWh/a
zu deckende Kosten		1.236.850 €/a	907.076 €/a	1.185.300 €/a
Wärmegestehungspreis		12,87 Ct/kWh	9,44 Ct/kWh	12,34 Ct/kWh

Der Wärmegestehungspreis ist seitens des Verbraucher kompetitiv zur eigenen, individuellen Wärmeversorgung mit Gas oder Heizöl zu vergleichen. Dieser lag im Schnitt zwischen 14,5 und 16 Cent pro kWh (vgl. Abbildung 42). Die Verbraucherpreise für Brennstoffe sind derzeit rückläufig, aber viele Endverbraucher zahlen noch Preise aus dem Jahr 2022, da diese Verträge noch laufen. Es wird einige Zeit dauern, bis die aktuellen, günstigeren Preise vertraglich festgelegt werden.

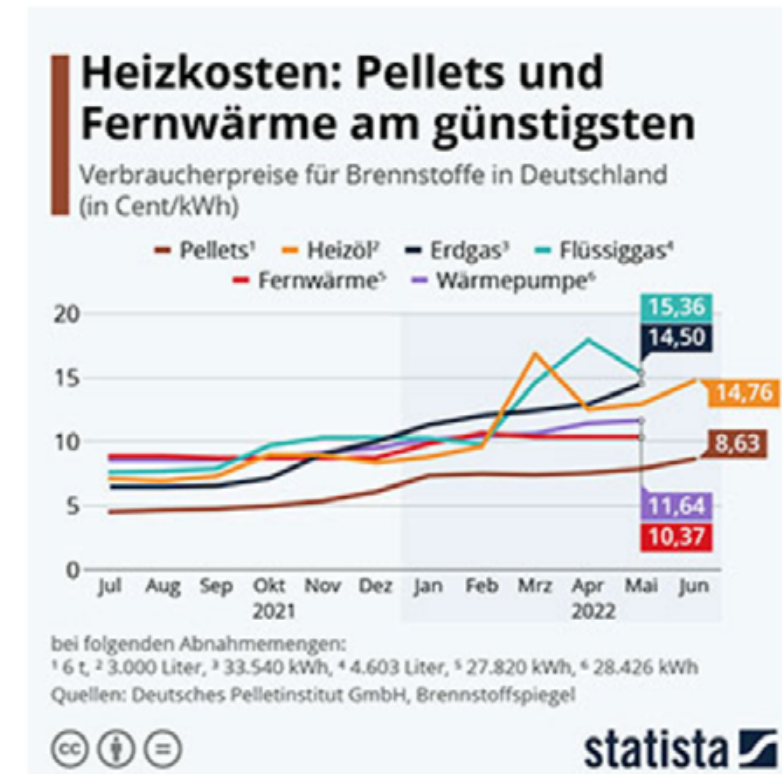


Abbildung 42: Verbraucherpreise für Brennstoffe in Deutschland in Cent pro kWh²¹

Prognosen der Ölpreis-Entwicklung für die kommenden Jahren zeigen einen ansteigenden Trend, die CO₂-Besteuerung wird diesen Trend verstärken. Der Preisverlauf der letzten Jahre zeigt nach der Energiekrise und dem Krieg in der Ukraine, dass nach einem Tief vor 2020 der Preis langfristig immer weiter ansteigen wird. Unter diesen Gegebenheiten ist die erneuerbare Energie der Energiezentralen vertrieben über das Wärmenetz langfristig wirtschaftlich konkurrenzfähig.

Dieser Trend lässt sich auch bei den aktuellen Leistungs- und Arbeitspreisen erkennen. Jeder Versorger erstellt eine eigene Preisberechnungsformel und legt dabei fest, welche Faktoren beziehungsweise Indexwerte in die Preisgestaltung einfließen. So können sich die einzelnen Formeln von Anbieter zu Anbieter im Detail unterscheiden, abhängig zum Beispiel davon, welche Rohstoffe zur Erzeugung der Fernwärme ein Anbieter verwendet.

²¹ Grafik: Statista Stand: Ende des Jahres 2022

5.8 Zusammenfassung der betrachteten Varianten der Wärmeerzeugung für die Fernwärme Betriebs

5.8.1 Annahmen für die Energieversorgungsvarianten:

Es wird angenommen, dass ein Gesamt-Anschlussgrad ans Wärmenetz von 90% erreicht wird mit einem anfänglichen Anschlussgrad von 30% und einer jährlichen Zunahme von 20%. Der höchste Anschlussgrad wird somit schon nach 4 Jahren erreicht werden. Diese Annahme basiert auf Erfahrungswerten von vergleichbaren Projekten, in denen zunächst nur wenige Haushalte angeschlossen waren, jedoch nach kurzer Zeit ein Anschlussgrad von rund 90% erreicht wurde, mit insgesamt ca. 135 Anschlüssen.

Der Hauptbestandteil einer Fernwärmeversorgung ist die Energiezentrale und das Nahwärmenetz. Ein Wärmepufferspeicher dient zur Teil Überbrückung der Spitzenlasten und stellt eine zusätzliche Versorgungssicherheit bei der Störung der Energiezentrale dar.

Der jährliche Holz-Brennstoffbedarf beläuft sich bei der Variante 1 auf ~10.676 t/a an Holzhackschnitzeln. Bei Bedarf sinkt um ~34 % in dem Fall, wo ein Teil der Wärme durch die Wärmepumpe und Abwärme/Überschusswärme (Variante 2b) bereitgestellt wird.

Das Waldholz kann optional direkt am Standort mechanisch aufbereitet und zur Trocknung bis zur Verwertung in den Holzlagerboxen zwischengelagert werden, oder bereits als getrocknetes Holz angeliefert werden. Bei den eingesetzten Biomassen handelt es sich um naturbelassenes Waldholz, das idealerweise aus der näheren Umgebung stammt.

Es ist anzumerken, dass sich der Standort auf dem Gelände des gKU Winterling Immobilien befinden und eine direkte Nutzung von erneuerbaren Energien vom Dach des gKU Winterling Immobilien am ehesten in Betracht gezogen werden kann. Das Gelände des Winterling-Areals verfügt bereits über eine Infrastruktur zur Anlieferung durch LKWs. Um das Gelände herum verläuft eine Hauptstraße, welche logistisch für die Anlieferung des Brennstoffes eine weitgehend störungsfreie Entladung und Einlagerung ermöglichen würde. Die Brennstoffversorgung könnte für mindestens 3 bis 5 Tage am Standort gesichert sein.

5.8.2 Zusammenfassung der betrachteten Varianten in Form von Energiebilanz eines Sankey-Diagramms

Die **Variante V1** (vgl. Abbildung 43) basiert auf einem Biomassekessel als Hauptwärmeerzeuger für Grund- und Spitzenlast. Die wesentlichen Merkmale sind:

- 1. Biomassekessel für Grund- und Spitzenlast:** Ein Biomassekessel wird eingesetzt, um den Gesamtwärmebedarf des Quartiers zu decken, sowohl in Spitzenzeiten als auch während der Grundlast.
- 2. Nutzung erneuerbarer Energien:** Das Konzept setzt auf die Nutzung von Biomasse als erneuerbare Energiequelle, was zur Reduzierung der CO₂-Emissionen beiträgt und die Umweltbelastung minimiert.
- 3. Infrastruktur:** Das Fernwärmenetz erstreckt sich über eine Länge von etwa 3.500 Metern und versorgt das Wohngebiet des Quartiers Unterröslau mit Warmwasser und Heizwärme.
- 4. Investitionskosten und Wärmegestehungspreis:** Die Gesamtinvestitionen für das Fernwärmeversorgungskonzept belaufen sich auf 7.141.550 €. Der Wärmegestehungspreis beträgt 12,87 Cent pro Kilowattstunde (kWh) ohne Berücksichtigung von Förderungen.
- 5. Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit:** Durch die Verwendung von Biomasse als Brennstoff und die effiziente Wärmeerzeugung wird eine nachhaltige und wirtschaftlich rentable Wärmeversorgung für das Quartier gewährleistet.

Variante 1a: Biomassekessel als Wärmeerzeuger

Energiebilanz in MWh/a / Jahreswärmebedarf des Quartiers = 8.167,1 MWh/a (Bestand)

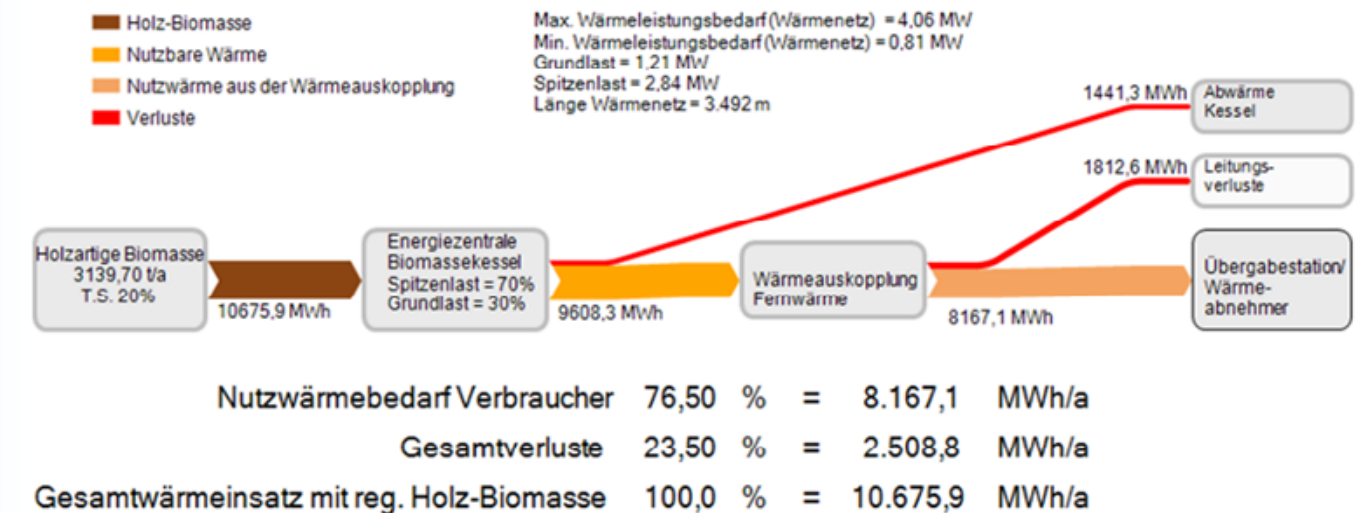


Abbildung 43: Energiebilanz der Variante 1 – Biomassekessel als Wärmeerzeuger

Die **Variante 2a** kombiniert verschiedene nachhaltige Technologien zur effizienten Wärmeerzeugung und -verteilung. Die wesentlichen Merkmale sind:

- 1. Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK) mit Luft-Wärmepumpe (WP):** Die KWK-Anlage in Verbindung mit der Luft-Wärmepumpe ermöglicht eine effiziente Nutzung der eingesetzten Energie und trägt zur Reduzierung der CO₂-Emissionen bei. Die KWK-Anlage nutzt Holzbiomasse als Hauptbrennstoff, wodurch ein Anteil von ca. 56% der erzeugten Wärmeenergie aus Holzbiomasse bezogen werden muss.
- 2. Nutzung erneuerbarer Energien:** Photovoltaik (PV)-Anlagen und Kleinwindanlagen werden in die Variante 2a mitbetrachtet, um einen Teil des Strombedarfes für die Warmwasserbereitstellung durch eine Luft-Wärmepumpe zu decken und die Abhängigkeit von Biomasse Brennstoffen zu verringern. Neben den Erneuerbaren Energien wird auch der selbsterzeugte Strom aus der KWK-Anlage für die Wärmepumpe (ca. 50% des Strombedarfes der Wärmepumpe) eingesetzt. Etwa 12% des Stromes wird noch aus dem öffentlichen Netz bezogen.
- 3. Infrastruktur:** Das Fernwärmenetz erstreckt sich über eine Länge von etwa 3.500 Metern und versorgt das Wohngebiet des Quartiers Unterröslau mit Wärme.
- 4. Investitionskosten und Wärmegestehungspreis:** Die Gesamtinvestitionen für das Fernwärmeversorgungskonzept belaufen sich auf 9.780.555 €. Der Wärmegestehungspreis beträgt knapp unter 10 Cent pro Kilowattstunde (kWh). Die genannten Wärmegestehungskosten beziehen sich auf Fernwärmenetze und die Nutzung von Biomasse für die KWK-Anlage sowie die Nutzung von Erneuerbaren Energien (PV- und Windkraft), jedoch ohne Berücksichtigung von Förderungen.
- 5. Nachhaltigkeit:** Das Fernwärmeversorgungskonzept für Unterröslau bietet eine umweltfreundliche, zuverlässige und kosteneffiziente Lösung für die Wärmeversorgung des Quartiers, die zugleich zur Erreichung von Klimaschutzziele beiträgt und die regionale Wirtschaft stärkt.

Variante 2a: Holzvergassungs-KWK-Anlage als Wärmeerzeuger im Verbund mit einer Luft-Industriewärmepumpe

Energiebilanz in MWh/a / Jahreswärmebedarf des Quartiers = 8.167,1 MWh/a (Bestand)

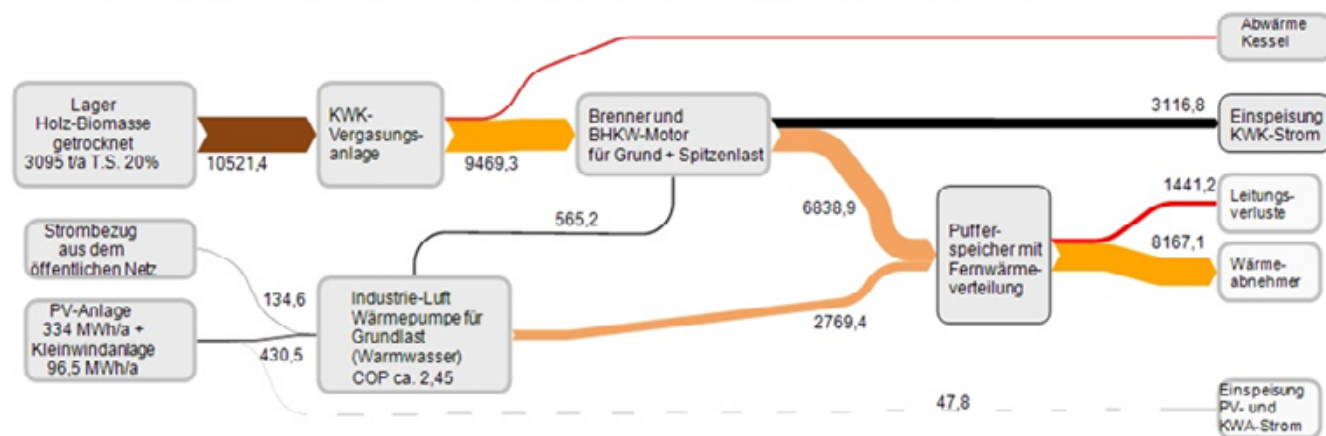


Abbildung 44: Variante 2a: Betrieb einer KWK-Anlage aus Holzbiomasse; Wärme aus Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung.

Die **Variante 2b** umfasst eine innovative Kombination von Technologien zur effizienten Wärmeerzeugung im Verbund mit einer Industriewärmepumpe sowie Berücksichtigung von Abwärmepotenzial einer Biogasanlage

- 1. Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK) mit Sole-Wärmepumpe (WP):** Die KWK-Anlage in Verbindung mit mehreren Wärmepumpen ermöglicht eine effiziente Nutzung der eingesetzten Energiequellen und trägt zur Reduzierung der CO₂-Emissionen bei. In dieser Variante ist die Abhängigkeit des Holzes als Brennstoff im Vergleich zu Variante 1 um bis zu 50% geringer.
- 2. Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme:** Neben der KWK-Anlage werden erneuerbare Energien sowie Abwärmequellen aus Industrie berücksichtigt, um den Gesamtwärmebedarf des Quartiers zu decken und gleichzeitig die Umweltbelastung zu minimieren. Der Stromverbrauch der Wärmepumpe reduziert sich von 1.130 MWh/a (Variante 2a) auf 801 MWh/a (Variante 2b), um ca. 30%. Photovoltaik (PV)-Anlagen und Kleinwindanlagen machen hierbei einen Anteil von 52% aus, um den Strombedarf für die Warmwasserbereitstellung durch eine Sole-Wärmepumpe zu decken und die Abhängigkeit von öffentlichen Stromnetz zu verringern. Neben den Erneuerbaren wird auch der selbsterzeugte Strom aus der KWK-Anlage für die Wärmepumpe (weitere 25% des Strombedarfes der Wärmepumpe) eingesetzt.
- 3. Infrastruktur:** Das Fernwärmenetz erstreckt sich über eine Länge von etwa 5.000 Metern und versorgt das Wohngebiet der Gemeinde Unterröslau mit Wärme und koppelt Abwärme in das Wärmenetz ein.
- 4. Investitionskosten und Wärmegestehungspreis:** Die Gesamtinvestitionen für das Fernwärmeversorgungskonzept belaufen sich auf 9.888.032 €. Der Wärmegestehungspreis beträgt 12,34 Cent pro Kilowattstunde (kWh). Die genannten Wärmegestehungskosten beziehen sich auf das Fernwärmenetz und die Nutzung von Abwärme als Energiequelle, ohne Berücksichtigung von Förderungen.
- 5. Nachhaltigkeit:** Durch die vielseitige Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme sowie die effiziente Wärmeerzeugung wird eine langfristig nachhaltige, wirtschaftliche und regionale Wärmeversorgung für die Gemeinde gewährleistet.

Variante 2b: Holzvergassungs-KWK-Anlage als Wärmeerzeuger im Verbund mit einer Industriewärmepumpe sowie Berücksichtigung von Abwärmepotenzialen

Energiebilanz in MWh/a / Jahreswärmebedarf des Quartiers = 8.167,1 MWh/a (Bestand)

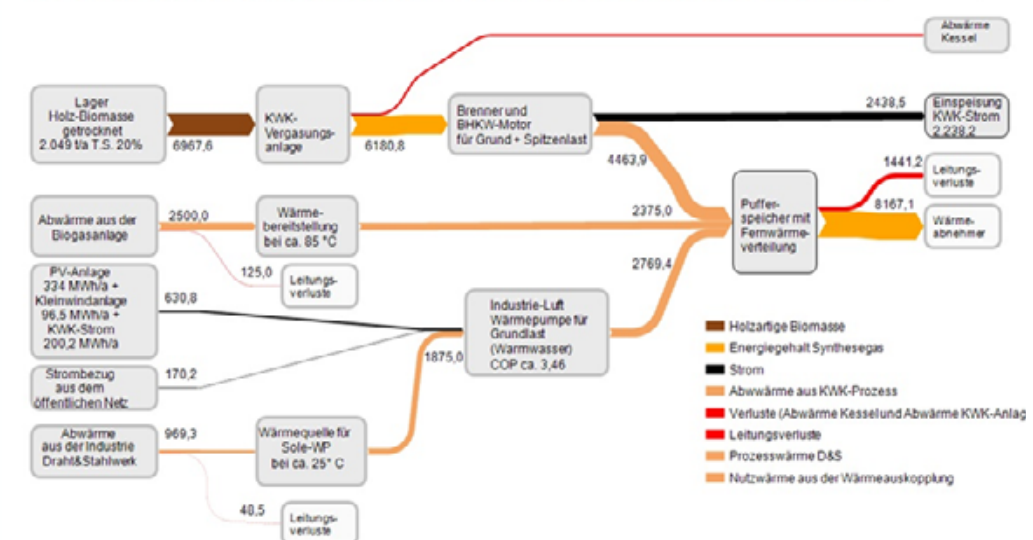


Abbildung 45: Holzvergassungs-KWK-Anlage als Wärmeerzeuger im Verbund mit einer Industriewärmepumpe sowie Berücksichtigung von Abwärmepotenzialen

Die in den vorgenannten Varianten zur Darstellung einer Energiezentrale mit Nahwärmenetz prognostizierten **Wärmegestehungspreise zwischen 9,44 und 12,87 ct/kWh** sind im Vergleich zu fossilen Energieträgern wie Erdgas und Heizöl nicht höher und als wettbewerbsfähig einzustufen. Ansetzbare Investitionen sind mit zusätzlichen Förderungen zu versehen, so dass eine höhere Wirtschaftlichkeit gegeben sein kann.

Im Ergebnis kann eine Umsetzungsempfehlung gegeben werden. Hierzu sind weitere Planungsschritte erforderlich, so z.B. die Förderung des Aufbaus von Kooperationen mit erfahrenen Projektentwicklern und (Teil-)Betreiber von Biomasseanlagen und den im Konzept benannten Biomasseakteuren.

5.8.3 Weitere Schritte

In weiteren Schritten soll der Fokus auf eine Standortdefinition mit Grundstückssicherung (idealerweise 0,5 – 2 ha) gelegt werden. Hierbei sollte möglichst frühzeitig auch die Anschlussbereitschaft potenzieller Wärmekunden und die daran bemessene Dimensionierung des Nahwärmenetzes erfragt bzw. überprüft werden.

Im Zuge des Planungsverfahrens muss ebenso die Genehmigungsfähigkeit nach den geltenden Bestimmungen für den Bau und den Betrieb der Energiezentrale oder auch für die thermische Verwertung von Holzbiomasse erfolgen. Zur Verfeinerung der Umsetzungsplanung und Bestimmung der Realisierungsphasen der Heizzentrale ist dann eine belastbare Kostenschätzung und das Einholen von Kostenvoranschlägen von Lieferanten (Erarbeitung des Finanzierungskonzeptes - Businessplan) erforderlich. Auch die Abklärung der Fördermöglichkeiten mit den Fördermittelgebern sowie die Gründung der Projektträgerstruktur zur Realisierung des Projektes ist vorliegend empfehlenswert.

Neben einem Geschäftsmodell soll auch ein Finanzierungsmodell entwickelt werden, z.B. durch die Berücksichtigung kooperativer Beteiligungsmodelle, mit dem Vorteil, höhere Investitionsspielräume für Energieprojekte mit öffentlichen und privaten Investoren zu schaffen. Die Planung und der Betrieb von Anlagen kann dann über ein spezialisiertes Energieliefer- oder Anlagencontracting abgewickelt werden. Ein Vorteil der partizipativen Einbindung regionaler Energiedienstleister ist das bereits vorhandene Know-how zu den Themen Energieerzeugung, Energieumwandlung und dem technischen Betrieb von Anlagen.

Zur Begleitung des Projektes spielen außerdem die Kooperationen auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette eine wesentliche Rolle, nicht zuletzt wegen des damit verbundenen Imagegewinns und der Möglichkeit, Bürger und Öffentlichkeit in die Maßnahmenentwicklung mit einzubeziehen.

5.8.4 Prinzip der Kreislaufwirtschaft: Brennstoff aus der Region

Bei den im Kapitel 5.6 betrachteten Anlagengrößen könnten im Hinblick auf die Brennstoffversorgung für eine thermische Verwertung weiterer Biomassearten aus der Region wie bspw. beim gemischten (kommunalen und gewerblichen) holzartigem Grünschnitt oder Waldrestholz als Sekundärbrennstoff miteinbezogen werden. Ein zusätzliches Potenzial könnte mit Hilfe von Kurzumtriebsplantagen erweitert werden. Bei diesem Konzept werden auf Ackerböden schnell wachsende Bäume gepflanzt und 20 Jahre lang in Intervallen geerntet. Die Kurzumtriebsplantagen werden sogar als ein Element der Strukturgestaltung im Rahmen der Biodiversitätsmaßnahmen eingesetzt. Neben der energetischen Verwertung können solche Plantagen auch Artenvielfalt fördern. Die wichtigen Fakten zu den Kurzumtriebsplantagen sind der Tabelle 18 zu entnehmen.²²

Tabelle 18: Fakten zu den Kurzumtriebsplantagen

Anbauflächen	Ackerstatus
Baumarten	Pappeln, Weide
Ertragsmengen $\bar{\sigma}/a$	bis 10 t TM/Hektar
Ertragsmengen $\bar{\sigma}/a$ (sehr gute Bedingungen)	bis 15 t TM/Hektar
Produktionsnachlass	nach 20 Jahren
Erntemaschinen	Forsttechnik (Fäller-Bündler)
Brennwert Pappel	19,8 MJ/kg
Brennwert Weide	19,7 MJ/kg

Aktuell wird das Klimaschutzkonzept für den Landkreis Wunsiedel erarbeitet, in dem die Biomassepotenziale erhoben werden. Nach der Finalisierung in 2024 können die Daten als Grundlage für das regional verfügbare Brennstoffmaterial in Betracht gezogen werden.

Eine weitere Quelle zur zusätzlichen Steigerung des regional verfügbaren Brennstoffes ist das Altholz. Das Altholz wird in drei Qualitätsklassen unterteilt. Die erste Holzklasse, sogenanntes A1-Holz, erfüllt die Anforderungen für thermische Verwertung. Es wäre grundsätzlich möglich, das A1-Holz separat zu sammeln und je nach Leistungsklasse der Anlage bzw. deren Brennstoffbedarf zusammen mit dem Siebüberlauf aus der Kompostanlage (unbehandeltes Holz) einer KWK-Nutzung zukommen zu lassen. Die Naturholzfraktion hat gemäß Brennstoffanalysen noch einen Wassergehalt von 17 % und einen Heizwert von 15,6 MJ/kg. Beim nicht mehr oxidierbaren Verbrennungsrückstand (Asche) beträgt der Anteil 5,7 %. Für die Brennstoffverwendung kann das holzige Grüngut bei einer Anlagenauslegung folglich miteinbezogen werden. Besonders die grobe Holzfraktion des Siebüberlaufs könnte nach einer vorherigen Aufbereitung als qualitativ verbesserter Sekundärbrennstoff für eine thermische Verwertung bereitgestellt werden.

²² Gliederungsvorschlag für die zu erstellende Fibel für Grundnährstoffe (dlg.org) Quelle: https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_371.pdf

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften fester biogener Abfallstoffe sowie deren Einfluss auf die thermische Verwertbarkeit.

Tabelle 19: Zusammenfassung Brennstoffanalyse von biogenen Brennstoffen²³

Quelle: Prüfbericht von Agrolab Group		Naturholzfraktionen A1-Holz und Siebüberlauf	
Parameter	Einheit	Grünschnitt Siebüberlauf	Altholz A-I
Wassergehalt	Gew.-%	17	13
Asche, 815 °C	Gew.-%	5,77	5
Heizwert Hi	KJ/kg	15.600	14.500
Arsen	mg/kg TR	1,2	2
Blei	mg/kg TR	3,9	k.A.
Cadmium	mg/kg TR	<0,1	2
Chrom	mg/kg TR	6,1	k.A.
Kupfer	mg/kg TR	7	20
Quecksilber	mg/kg TR	0,09	k.A.

Die Zusammensetzung von Altholz und Naturholz zeigt in Tabelle 19 bei beiden Brennstoffarten einen geringen Wasseranteil. Folglich sind die Stoffe für den Vergasungsprozess geeignet und können energetisch gut verwertet werden. Eine zusätzliche Trocknung ist bei derart niedrigen Wasseranteilen nicht erforderlich. Neben den physikalischen Parametern weisen die chemischen Parameter im Hinblick auf mögliche Emissionen, meist verursacht durch hohe Chlor-, Stickstoff- und Schwefelgehalte (NOx und SOx-Werte), erhöhte Werte auf. Chemische Elemente wie Kalium, Natrium und Schwermetalle können außerdem auch eine Korrosion der Anlagenausrüstung verursachen.

Entsprechende Grenzwerte werden von den Anlagenherstellern mit einer Brennstoffspezifikation vorgegeben und sollten im Vorfeld weiter abgeglichen werden. Es können Versuche in einem Verbrennungsbetrieb mit Grünschnitt, holzigen Biomassen bei den Herstellern durchgeführt werden, um in einem Testbetrieb Rückschlüsse in Bezug auf Betriebszustände und Emissionswerte ziehen zu können. In Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Brennstoffes können so Verweilzeit, Luftzahl und mögliche Lastverhältnisse getestet werden. Für die Emissionswertmessungen sollten folgende Analysen vorgenommen werden: Bestimmung von Emissionsgasen im Rohgas: (NO, NO₂, CO₂, O₂, SO₂, HCl) und Proben von Bett- und Flugasche, welche auf P, K, Na, Mg, Ca und Schwermetalle getestet werden. Die Versuche könnten eventuell bei einem Anlagenbetreiber mit ähnlichen Abfallstoffen und Verwertungstechnologien durchgeführt werden.

Aufdeckung der Potenziale aus unterschiedlichen Quellen und die Optimierung der regionalen Stoffströme sowie der daraus resultierende Kreislauf könnten in Rösau zur energetischen Versorgungssicherheit beitragen und, vor allem in Krisenzeiten, den Preisschwankungen entgegenwirken.

5.8.5 Risiken / Chancen

Die allgemeinen Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Energiezentrale mit Fernwärme sind gemäß der SWOT (Strength, Weakness, Opportunities and Treats) Analyse in Tabelle 20 aufgeführt.

Tabelle 20: SWOT Analyse der Energiezentrale mit Fernwärme

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wettbewerbsfähig bei zu erwartender Entwicklung fossiler Brennstoffe ▪ Rohstoffnähe (Lokal, national, regional) ▪ Energieversorgungssicherheit ▪ Unabhängigkeit fossiler Energiequellen ▪ CO₂ neutrale Energieerzeugung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produktabhängigkeit, Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Biomasse und mögliche Schwankungen in den Brennstoffkosten
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lokale Wertschöpfung ▪ Beitrag zu klima- und energiepolitischen Zielen ▪ Neue Kooperation- und Netzwerkmöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschaffungskosten (nachhaltige holz-artige Biomasse) ▪ Anschlussgrad der Wärmeabnehmer noch unklar ▪ Verteuerung der Anlagen- Investition

²³ Brennstoffanalysen von AGROLAB vom 08.06.2020 von einem Wertstoffhof

Weitere Vor- und Nachteile in Hinblick auf die verschiedenen Varianten:

Tabelle 21: Vergleich der Fernwärmeversorgungskonzepte für Unterröslau, Bayern

Varianten	Vorteile	Nachteile
Variante 1 – Biomassekessel	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung von Biomasse als erneuerbare Energiequelle, was zu einer Reduzierung der CO₂-Emissionen führt Zuverlässige Wärmeerzeugung für Grund- und Spitzenlastzeiten Relativ niedrige Investitionskosten im Vergleich zu den anderen Varianten Energiequellen CO₂ neutrale Energieerzeugung 	<ul style="list-style-type: none"> Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Biomasse und mögliche Schwankungen in den Brennstoffkosten Mögliche Umweltauswirkungen durch den Transport und die Lagerung von Biomasse Begrenzte Flexibilität bei der Anpassung an zukünftige Energiebedarfe und -technologien
Variante 2 – KWK-Anlage mit Luft-Wärmepumpe und erneuerbaren Energien	<ul style="list-style-type: none"> Effiziente Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbaren Energien, was zu einer hohen Energieeffizienz führt Diversifizierte Energiequellen reduzieren die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen Beitrag zum Klimaschutz durch die Reduzierung der Treibhausgasemissionen 	<ul style="list-style-type: none"> Höhere Investitionskosten aufgrund der Integration verschiedener Technologien Komplexere Betriebsführung und Wartung aufgrund der Vielzahl von Komponenten
Variante 3 – KWK-Anlage mit Sole-Wärmepumpe und erneuerbaren Energien sowie Abwärmenutzung	<ul style="list-style-type: none"> - Synergieeffekte durch die Kombination von Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmepumpe und erneuerbaren Energien sowie Abwärmenutzung Maximale Nutzung von erneuerbaren und lokalen Energiequellen Hohe Flexibilität und Stabilität des Systems durch die Vielseitigkeit der eingesetzten Technologien 	<ul style="list-style-type: none"> Höhere Investitionskosten im Vergleich zu anderen Varianten aufgrund der komplexen Technologiekombination. Erfordernis einer sorgfältigen Planung und Integration verschiedener Komponenten Möglicherweise höherer Wartungsaufwand aufgrund der Vielzahl von Technologien

5.9 Sensitivitätsanalyse in Hinblick auf den Wärmegestehungspreis

In den nachfolgenden Kapiteln werden anhand einer Sensitivitätsanalyse die Auswirkungen der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit des Projektes untersucht. Wichtige Einflussfaktoren sind vor allem die Brennstoffkosten, der Zinssatz, **der Anschlussgrad der Kunden**, die Projektträgerstruktur und die damit verbundene Förderung bei der Investition sowie die Zusammensetzung der Formel für die Berechnung des Wärmegestehungspreises.

5.9.1 Annahme des Wärmebedarfes

Die Entwicklung der Wärmeproduktion der Energiezentrale wird durch den Anschlussgrad ans Wärmenetz bestimmt. Die Annahmen wurden so gewählt, dass bei erstmaliger Inbetriebnahme der Energiezentrale 30% (aktueller Stand der Interessebekundung am Anschluss des Fernwärmenetzes) der Verbraucher direkt angeschlossen werden und anschließend jährlich etwa 20% Neuanschlüsse hinzukommen, bis ein Anschlussgrad von insgesamt 90% erreicht wird. In der Abbildung 46 wird die Entwicklung der Wärmeproduktion der Energiezentrale in den kommenden Jahren für die drei Varianten angenommen und dargestellt.

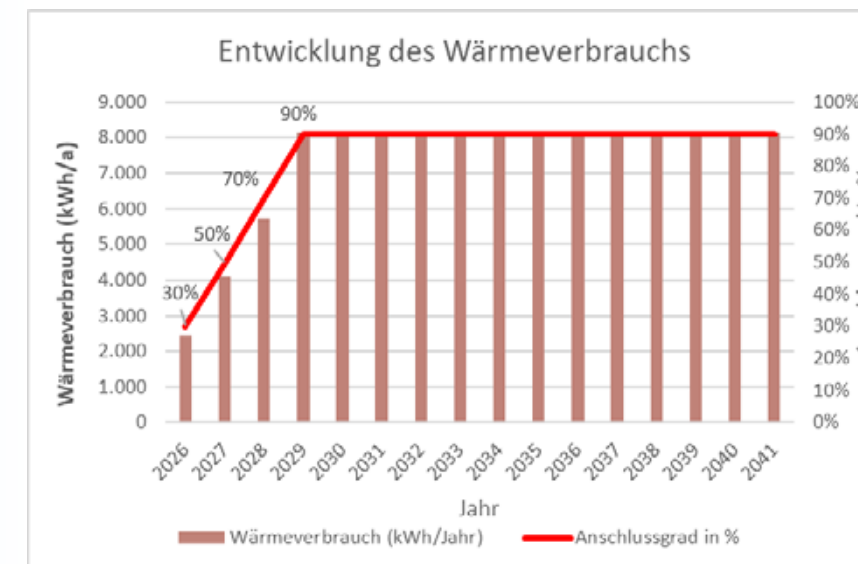


Abbildung 46: Mögliche Entwicklung des Wärmebedarfs bzw. des Anschlussgrades

5.9.2 Anschlussgrad

Bei der folgenden Betrachtung wird die Auswirkung des Anschlussgrads auf die jährlichen Wärmegestehungskosten mit den einzelnen Varianten verglichen. Diese Kosten berücksichtigen lediglich den Mindestverkaufspreis damit die Wärmeproduktion und Wärmenetz kostendeckend betrieben werden kann.

In der theoretischen Berechnung (vgl. Tabelle 22) zeigt sich bei niedriger Anschlussrate zu Beginn des Projektes eine drastische Erhöhung der Wärmegestehungskosten. Der Grund dafür ist die Investition, die bei dieser Machbarkeitsstudie in einem Schritt in voller Höhe getätigt wird. Im Falle einer Umsetzung des Projektes kann man dieser ungewollten Erhöhung der Wärmegestehungskosten entgegenwirken, indem man das Wärmenetz in mehreren Schritten ausbaut. So werden sukzessive die Straßen angeschlossen, die einen ausreichend hohen Anschlussgrad aufweisen.

Tabelle 22: Auswirkungen des Anschlussgrades auf die Wärmegestehungskosten²⁴

Anschlussgrad total	Variante 1		Variante 2a		Variante 2b	
	Wärmegestehungskosten (Ct./kWh)	Steigerung	Wärmegestehungskosten (Ct./kWh)	Steigerung	Wärmegestehungskosten (Ct./kWh)	Steigerung
30%	17,70	37,52%	21,36	126,27%	19,40	57,25%
50%	15,46	20,08%	17,57	86,15%	16,22	31,47%
70%	13,61	5,73%	13,87	46,93%	13,21	7,12%
90%	12,87		9,44		12,34	

Betrachtet man den 90 %-igen Anschlussgrad als Basis für die dargestellten Varianten, erreicht man beispielsweise bei einem Anschlussgrad von 30 % einen Anstieg der Wärmegestehungskosten bei Variante 1 von bis zu 37,52%, bei Variante 2a bedingt durch die hohen Investitionskosten von bis zu 126,27% und bei Variante 2b bis zu 57,25% (Tabelle 22). Dies zeigt, dass das Nahwärmenetz nur bei einem Anschluss der Mehrheit der Anlieger bei einem hohen Anschlussgrad wirtschaftlich langfristig betrieben werden kann.

Soweit das Interesse an einem Fernwärmenetz in Unterröslau **unter 50%** des ermittelten Wärmebedarfs bleibt, könnte die Fernwärmeversorgung durch die Nutzung von Überschusswärme aus Industrie und der benachbarten Biogasanlage (Vgl. Abbildung 47) auskommen. Eine Investition in eine KWK-Anlage wäre in diesem Fall nicht erforderlich. Bei einem Anschlussgrad von 30% würden die Wärmegestehungskosten bei dieser Variante unter 16 Cent pro kWh liegen (Vgl. Tabelle 23). Die genannten Wärmegestehungskosten beziehen sich auf ein Fernwärmenetz und die Nutzung von Abwärme als Energiequelle, ohne Berücksichtigung von Förderungen.

Tabelle 23: Schätzung des Wärmegestehungspreises bei niedrigeren Wärmebedarf oder geringe Anschlussquote

	Unterröslau	Anschlussgrad	Summe
Verbrauch Nutzwärme Ist-Zustand	8.167.000 kWh/a	30%	2.450.100 kWh/a
		70	
Investition			Energie
Installation Übergabestation/Energiezentrale	Schätzung	200.000 €	Wärmebedarf
Fernwärmenetz - Wärmeabnehmer	400 €/m	560.000 €	Leitungsverluste 15 %
Fernwärmenetz - Einbindung von Überschusswärme	220 €/m	440.000 €	
Kosten für Einbau von Übergabestation	12.000 €/piece	652.800 €	Gesamtwärmebedarf Fernwärmenetz
Sole-Wärmepumpe		500.000 €	
PV-Anlage		447.000 €	
Kleinwindanlage		195.000 €	
Gesamtbeitrag der Investition		2.994.800 €	
Dauer der Nutzung		20 a	
Zinssatz		6,50%	
Annuität*		-271.800 €/a	
* neglecting the remaining value			
heating price			Wärmepreis
Annuität		271.800 €/a	Gesamtwärmebedarf Fernwärmenetz
Wartung und Instandhaltung 1,5%		44.922 €/a	zu deckende Kosten
Kosten Fernwärmenetz		42.000 €/a	Wärmegestehungspreis
Kosten für Strom Wärmepumpe		47.960 €/a	
Wärme kosten Biogasanlage		125.000 €/a	
Wärme kosten Stahl & Drahtwerk Röslau		33.915 €/a	
Kosten		406.682 €/a	
Gewinnaufschlag 10%		40.700 €/a	
Gesamtkosten		447.382 €/a	

Variante bei niedriger Anschlussquote: Nutzung von Überschusswärme aus Industrie und benachbarter Biogasanlage

Jahreswärmebedarf des Quartiers < 4.000 MWh/a mit einer Anschlussquote unter 40%

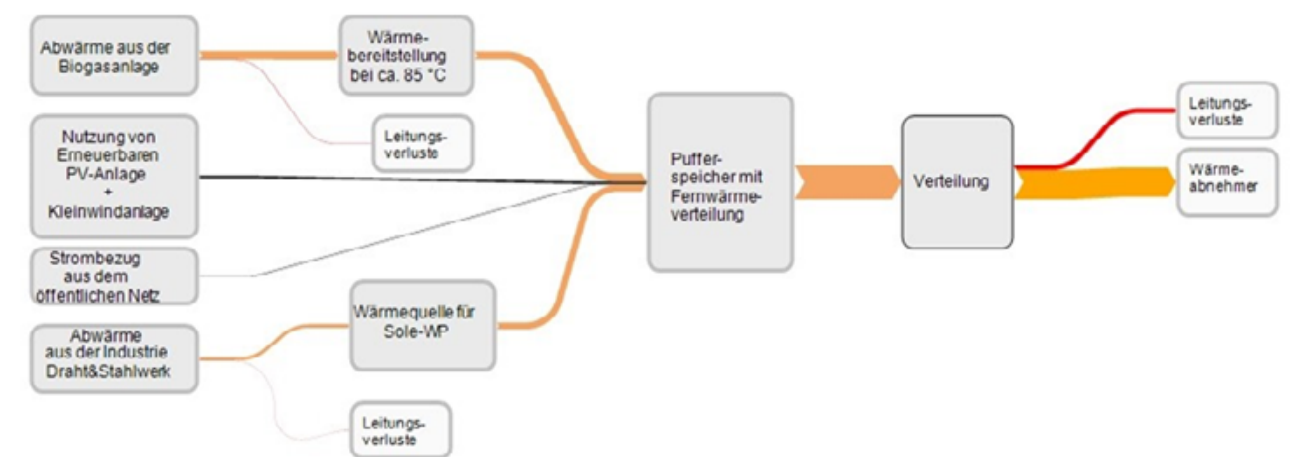


Abbildung 47: Variante zur Nutzung von Überschusswärme aus Industrie und benachbarten Biogasanlage bei einer geringen Anschlussquote

²⁴ Die Berechnung zu Wärmegestehungspreisen bei unterschiedlichen Anschlussquoten sind im Anhang 2 angefügt

5.9.3 Ökologische Aspekte

Bei der Wahl des Heizsystems und Energieträgers spielen zahlreiche Faktoren eine Rolle. Die wohl wichtigsten Kriterien für einen Investitionsentscheid sind in der Regel die Kosten und die Wirtschaftlichkeit, der Komfort, die Gewährleistung der Versorgungssicherheit und in manchen Fällen auch der Platzbedarf.

Für solche Energiebereitstellungssysteme sind jedoch vor allem Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit der gesamten Energieversorgungskette entscheidend. Hinsichtlich einer nachhaltigeren Entwicklung spielen beide Kriterien in letzter Zeit immer mehr eine übergeordnete Rolle, die meist mit einem erheblichen Mehraufwand verbunden ist.

Nachhaltige, ökonomisch und ökologisch sinnvolle Lösungen setzen vor allem auf den Einsatz von erneuerbaren Energieträgern und energieeffizienter Technologien, die zur Reduktion der CO₂ Emissionen beitragen. Der Ausbau dieser Lösungen ist aufgrund der in Deutschland gesetzlich vorgegebenen Umwelt- und Klimaziele erforderlich. Um diese Ziele zu erreichen, spielt die Umstellung auf Fernwärme aus erneuerbaren Energieträgern (d.h. Erneuerbare Stromerzeugung, Abwärmenutzung, Biomasse, ...) auch eine große Rolle. Der Wechsel einer individuellen zentralen Heizung zu regenerativer Fernwärme bietet eine zuverlässige, unabhängige und regionale Energieversorgung.

5.9.3.1 Ökologische Vorteile gegenüber individuellen fossilen Lösungen

Die genutzte Holzenergie ist ein CO₂ neutraler und erneuerbarer Energieträger. Zudem kommt, dass Holz zu den heimischen Ressourcen gehört, was zu kurzen Transportwegen führt und somit zu CO₂ Einsparungen. Die Umweltbilanz wird deutlich verbessert durch die Substitution von dem fossilen Energieträger (d.h. Erdgas, Heizöl etc.) die zurzeit benutzt werden, um den Wärmebedarf zu decken.

Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern gilt, als CO₂ neutral da bei der Verbrennung genau so viel CO₂ freigesetzt wird, wie während der Wachstumsphase über Photosynthese aufgenommen und zu Kohlenstoff gebunden wird. Zur gesamten CO₂ Bilanz tragen nur die CO₂ Emissionen bei, welche während des Transports und der Holzaufbereitung freigesetzt werden. Betrachtet man die gesamte Prozesskette, so schneidet heimisches Holz im Vergleich zu Heizöl vorteilhaft ab wegen der kurzen Transportwege und der CO₂ - neutralen Verbrennung. Dies wird deutlich aus dem Vergleich der CO₂-äquivalenten Emissionen der verschiedenen Energieträger und Energieversorgungsarten (Tabelle 24).

Tabelle 24: Vergleich der CO₂-äquivalenten Emissionen verschiedener Energieträger ²⁵

		CO ₂ -Äq.(kg/kWh)
Energieträger	Heizöl	0,266
	Erdgas	0,201
	Holz-Hackschnitzel	0,027
Fernwärme	Pellets	0,036
	Biomasse Holz	0,027

Durch die Substitution von Energieträgern im Quartier Unterröslau (vgl. Kap. 2.5) mit Holzhackschnitzel (0.027 kgco₂, äq/kWh) für die Fernwärme (Umrechnungsfaktoren nach BAFA -Informationsblatt CO₂-Faktoren, 2021) als Energieträger können (bspw. bei einem Wärmebedarf von 8.167 MWh/a) je nach Variante zwischen 1.542,4 (Variante 1) und 1.642,5 (Variante 2b) Tonnen an CO₂ eingespart werden. Betrachtet man Fernwärme sind die gesamten Prozesskettenemissionen durch die zusätzlichen Emissionen des Transportes und Prozesses etwas höher als die des Energieträgers. Durch die Umrüstung auf ein Nahwärmenetz gespeist aus erneuerbarer Energie können somit bis zu 89% (Variante 2b) der CO₂ Emission eingespart werden. Diese Einsparungen bleiben auch bei einer Teilsanierung oder Vollsaniierung verhältnismäßig mit einem entsprechenden Wärmebedarf (vgl. Tabelle 25) erhalten.

Tabelle 25: : Einsparung von CO₂-Emissionen in Tonnen pro Jahr²⁶

Fernwärme Varianten	Einsparung CO ₂ -Emissionen (t/a)		
	“Bestand” Wärmebedarf 8.167 MWh/a	“Teilsaniert” Wärmebedarf 3.980 MWh/a	“Vollsaniert” Wärmebedarf 3.980 MWh/a
Variante 1	1.542,43	1.150,73	736,13
Variante 2a	1.546,61	1.223,03	782,97
Variante 2b	1.642,57	1.259,21	806,38

²⁵ Informationsblatt CO₂-Faktoren des Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle Stand: 15.11.2021

²⁶ Die jeweilige Umrechnung der Emissionswerte in CO₂-Äquivalente sowie die jeweilige Einsparung von CO₂-Emissionen in Tonnen pro Jahr sind im Anhang 3 angefügt

5.9.4 Finanzierungsmodelle für eine Wärmezentrale

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird für die Errichtung einer Energiezentrale mit Wärmenetz beim Kapitalbedarf von den in Tabelle 26 dargestellten Werten ausgegangen. Die angegebenen Werte beinhalten noch keine möglichen Investitionsbeihilfen.

Tabelle 26: Kapitalbedarf der einzelnen Varianten

Variante	Kapitalbedarf
V1: Biomasse- Kessels als Wärmeerzeuger für Grund- und Spitzenlast	7.141.550 €
V 2a: KWK-Anlage mit Luft-Wärmepumpe und Nutzung von Erneuerbaren Energien	9.780.555 €
V2b: KWK-Anlage mit Sole-Wärmepumpe, Nutzung von Erneuerbaren Energien u. Abwärme	9.883.032 €

Für die Beschaffung dieses Kapitals stehen zahlreiche unterschiedliche Finanzierungsinstrumente, mit jeweils unterschiedlichen Vor- und Nachteilen zur Verfügung. Nachfolgend werden zwei dieser Finanzierungsmöglichkeiten beispielhaft dargestellt.

- Finanzierung mit Fremdmitteln
- Mischfinanzierung

a. FREMDMITTELFINANZIERUNG

Im Falle einer Finanzierung ausschließlich mit Fremdmitteln wird das notwendige Investitionskapital über eine Bank- bzw. über zinsvergünstigte staatliche Förderkredite beschafft (z.B. KfW). Die Bank finanziert das Investitionsvorhaben in Form eines Darlehens. Die Konzessionen eines solchen Darlehens sind dabei weitgehend abhängig von der Bonität des Darlehensnehmers, den aktuellen Kreditbedingungen und Höhe, Zinsen und Fristen, sowie auch von der Wirtschaftlichkeit der Anlage. Bei einer angenommenen Verzinsung des beliehenen Kapitals in Höhe von 6,5 % entstehen bei der Wärmezentrale jährliche Zinskosten. Hinzu kommen die Kosten für die Darlehensbeschaffung und etwaige Kapitalversicherungskosten. Darüber hinaus muss die Wärmezentrale auch noch weiteres Kapital für die Tilgung der Darlehen aufbringen.

Ein Vorteil der Fremdmittelfinanzierung liegt in einer zügigen und einfachen Projektumsetzung, sofern eine Bank als Kreditgeber gefunden werden kann. Des Weiteren vermindern die Zinszahlungen den zu versteuernden Gewinn.

Der Nachteil dieser Finanzierungsmethode liegt vor allem in der hohen finanziellen Belastung durch Zinsen und Tilgung. Diese beeinflussen die Rentabilität der Energiezentrale negativ. Eine 100%ige Fremdfinanzierung kann man in der Regel ausschließen da mindestens 15-20% Eigenkapital verlangt wird.

b. MISCHFINANZIERUNG

Die Mischfinanzierung stellt einen Mittelweg zwischen Finanzierung aus Eigen- und aus Fremdmitteln dar und ist eine in der Praxis sehr gebräuchliche Finanzierungsform. Sie erlaubt es, mögliche Lücken in der Eigenkapitalbeschaffung, mit Fremdkapital zu schließen. Die Mischfinanzierung bietet den Vorteil, dass sie einerseits die Realisierung des Projektes erlaubt, deren Umfang das verfügbare Eigenkapital übersteigt, zum anderen beschränkt sie aber auch den Einsatz des teuren Fremdkapitals auf ein geringeres Maß. Eine Mischfinanzierung ist notwendig, da mindestens 15-20 % Eigenkapital verlangt wird.

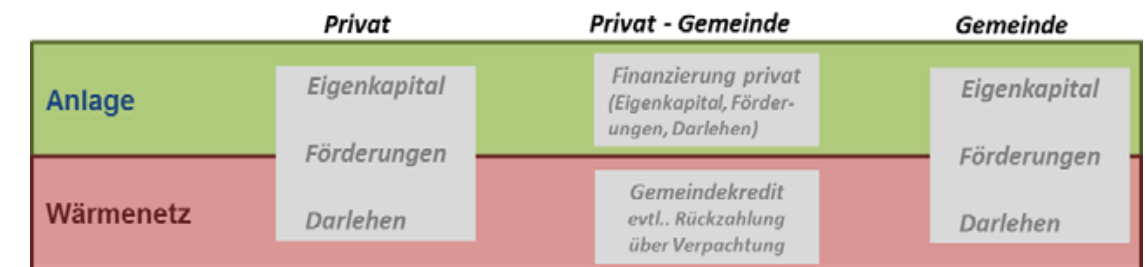


Abbildung 48: Übersicht Finanzierungsmodelle

5.9.5 Betriebsform

Neben dem Finanzierungsmodell ist auch die Betriebsform zu betrachten. Die verschiedenen Betriebsmodelle beruhen entweder ausschließlich auf privaten Unternehmern oder auf der öffentlichen Hand oder auf einer öffentlich-privaten Partnerschaft.

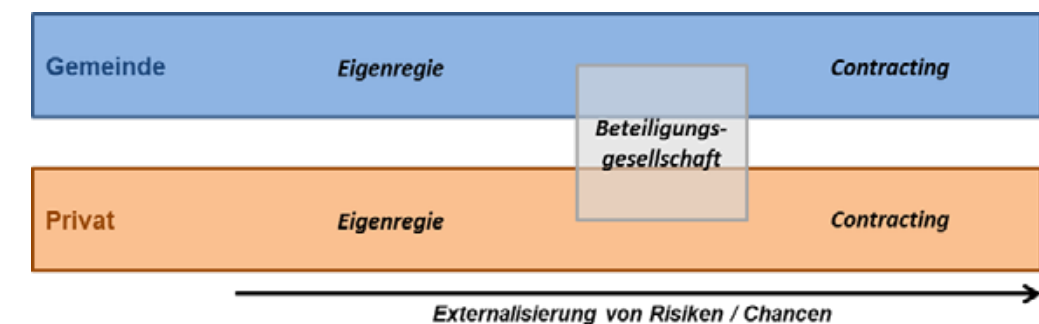


Abbildung 49: Betriebsmodelle

Der Betreiber muss nicht unbedingt der Besitzer sein. Zudem können Anlagen- und Netz-besitzer/-betreiber unterschiedlich sein. In diesem Fall müssen Verträge zwischen den verschiedenen Akteuren unterzeichnet werden, um die Bedingungen festzulegen und die Wärmelieferung zu gewährleisten. Der Verantwortungsbereich der verschiedenen Partner wird für die jeweiligen Modelle in Abbildung 50 zusammengefasst.

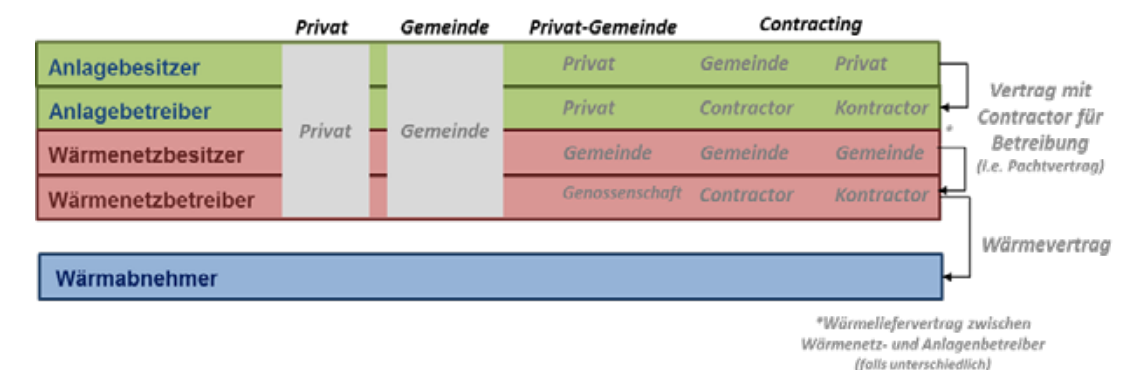


Abbildung 50: Finanzierungs- und Betriebsmodelle

5.10 Förderungen betreffend die erneuerbaren Energien

5.10.1 Zusammenfassung der Fördermöglichkeiten in Bayern (Röslau) für die genannten Bereiche:

5.10.1.1 Kommunales Energiemanagement (KEM) (Förderung auf Wärmenetze)

Kommunales Energiemanagement (KEM) bietet Unterstützung für konkrete Projekte, wie **Energiecoaching Plus mit 10.000 €**. Die Förderung gilt u.a. für Schulungen und Machbarkeitsstudien.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz bietet Förderungen für Klimaschutz in Kommunen und unterstützt den Aufbau von KEM als Klimaschutz-Teilkonzept.

BioWärme Bayern fördert automatisch beschickte Biomasseheizwerke ab einer Nennwärmeleistung von 60 kW und zugehörige Wärmenetze.

Mit dem Förderprogramm „BioWärme Bayern“ werden automatisch beschickte Biomasseheizwerke ab einer Nennwärmeleistung **von 60 kW** und zugehörige Wärmenetze gefördert. Förderanträge können ab sofort beim TFZ (Förderzentrum Biomasse am Technologie- und Förderzentrum) eingereicht werden.

FÖRDERGEGENSTAND:

Die neue Richtlinie BioWärme Bayern ist in zwei Förderbereiche, die sich hinsichtlich Fördervoraussetzungen und Förderauflagen unterscheiden, gegliedert. Zudem können zugehörige energieeffiziente Wärmenetze gefördert werden, sofern die Wärme zu mindestens 75 Prozent aus erneuerbaren Energien und/oder aus Abwärme im Sinne der Richtlinie BioWärme Bayern stammt.

1. Neuinvestition in ein automatisch beschicktes Biomasseheizwerk (z. B. Hackschnitzelheizung, Pellettheizung) mit einer Nennwärmeleistung von mindestens 60 Kilowatt. Neu: Fördermöglichkeit des zugehörigen Wärmenetzes (Neuerrichtung oder Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen). Merkblätter und Antragsunterlagen (Biomasseheizwerke ab 60 kW)
2. Neuinvestition in automatisch beschickte Biomasseheizsysteme mit einer Nennwärmeleistung von mindestens 60 Kilowatt, deren Wärme in ein Wärmenetz eingespeist wird, in das auch Abwärme und/oder Wärme aus Solarthermie und/oder Umweltwärme eingespeist wird (Kombinationsprojekte). Der Anteil der Abwärme, Wärme aus Solarthermie bzw. Umweltwärme an der benötigten Jahres-Wärmeerzeugung muss dabei mindestens zehn Prozent betragen. Neu: Fördermöglichkeit des zugehörigen Wärmenetzes (Neuerrichtung oder Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen). Merkblätter und Antragsunterlagen (Biomasseheizwerke ab 60 kW in Kombination mit mindestens 10 % Abwärme/solarer Wärme/Umweltwärme)

5.10.1.2 Landwirtschaftliche Rentenbank

Investitionen in die Erzeugung von Bioenergie

(Biogasanlagen, Biomethananlagen, Biomasseheizkraftwerke, Holzvergasanlagen, Biogene Kraftstoffe wie Bio-LNG und Bio-CNG) auch Betriebsmittel auch tätige Beteiligungen an Unternehmen der Bioenergieproduktion

Förderung auf KWK-Anlagen (Holzvergaser):

Landwirtschaftliche Rentenbank unterstützt Investitionen in Bioenergie, einschließlich Holzvergaseranlagen, mit Finanzierungsmöglichkeiten und Betriebsmitteln.

5.10.2 Die Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW (Förderung auf Kleinwindanlagen)

(KfW) bietet im Rahmen des Programms 270 Erneuerbare Energien finanzielle Unterstützung für Kleinwindkraftanlagen, einschließlich zinsgünstiger Kredite und Einspeisevergütungen.

Einspeisevergütung: Kleinwindkraftanlagen, die Strom ins öffentliche Stromnetz einspeisen, können eine Einspeisevergütung erhalten. Die Höhe dieser Vergütung wird jährlich festgelegt und ist abhängig von den Ausschreibungen für Windenergie an Land. Zum Ende des Jahres 2023 betrug die Einspeisevergütung für Anlagen, die Ende 2023 in Betrieb genommen wurden, **8,2 Cent pro Kilowattstunde**. Für das Jahr 2024 ist zu erwarten, dass die Vergütung in etwa konstant bleibt, jedoch sollten die aktuellen Tarife bei den zuständigen Stellen überprüft werden.

FÖRDERBERECHTIGTE:

- In- und ausländische private und öffentliche Unternehmen – unabhängig von der Größe
- Körperschaften, Stiftungen und Anstalten des öffentlichen Rechts, kommunale Zweckverbände
- Privatpersonen und gemeinnützige Antragsteller
- Freiberufler
- Sie müssen zumindest einen Teil des erzeugten Stroms oder der erzeugten Wärme einspeisen.

KREDITHÖHE UND AUSZAHLUNG

- Bis zu 150 Mio. Euro pro Vorhaben
- Bis zu 100 % Ihrer Investitionskosten
- 100 % Auszahlung
- Abrufbar innerhalb von 12 Monaten nach Zusage wahlweise in einer Summe oder in Teilbeträgen
- Bereitstellungsprovision 0,15 % pro Monat beginnend 6 Monate und 2 Bankarbeitstage nach Zusage

5.10.2.1 Windkümmerer 2.0

Es gibt eine Initiative in Bayern, die sich die Windkümmerer 2.0 nennt. Das Windkümmerer-Projekt, initiiert vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, unterstützt Kommunen und Unternehmen bei der Planung und Umsetzung von Windenergievorhaben.

Die Kosten für die Beratung durch einen Windkümmerer trägt der Freistaat Bayern. Hierfür braucht es eine offizielle Zusage durch LENK (Landesagentur für Energie und Klimaschutz (LENK) im Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU)

Kontakt: aufwind@lenk.bayern.de

FÖRDERUNG AUF INDUSTRIEABWÄRME:

Die nationale Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unterstützt die Erstellung von **Wärmeplänen in Kommunen**, wodurch finanzielle Mittel für die Förderung von Maßnahmen zur Nutzung von **Industrieabwärme** bereitgestellt werden.

- **Sonderprogramm „Energieeffizienz im Unternehmen“**

FÖRDERUNG FÜR FOLGENDE INVESTITIONEN:

- technische Anlagen einschließlich Gebäudetechnik (Heizungs-, Kühl- und Raumluftechnik, Warmwasserbereitung, Anschaffung beziehungsweise Herstellung von Anlagen zur Wärme-/Kälterückgewinnung),
- Sanierung von Gebäuden einschließlich der dazugehörigen Anlagen der Heizungs-, Kühl- und Raumluftechnik sowie der Warmwasserversorgung,
- Neubau von Gebäuden einschließlich der dazugehörigen Anlagen der Kühl-Raumluf und Heizungstechnik sowie der Warmwasserversorgung.
- Förderung als Zuschuss

Die Höhe des Zuschusses beträgt **bis zu 5 Prozent** auf die regulären **regierungsspezifisch gewährten Subventionen** für Energieeffizienz. Dabei gelten insgesamt folgende Höchstfördersätze:

- 45 Prozent für kleine und 35 Prozent für mittlere Unternehmen in den C-Fördergebieten der GRW,
- 20 Prozent für kleine und 10 Prozent für mittlere Unternehmen in den übrigen Fördergebieten.

Der Antrag muss vor Beginn der Maßnahme an die Regierung, in dem Bezirk, indem das Vorhaben durchgeführt werden soll, gestellt werden.

KONTAKT:

Hausanschrift: Ludwigstr. 20, 95444 Bayreuth
Postanschrift: Postfach 110165, 95420 Bayreuth
E-Mail: poststelle@reg-ofr.bayern.de
Telefon: +49 921 604-0
Fax: +49 921 604-41258
Webseite: www.regierung.oberfranken.bayern.de

<https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Land/Bayern/energieeffizienz-erneuerbare-energien-in-unternehm.html>

5.10.2.2 Bayerisches Energieforschungsprogramm

Das Bayerische Energieforschungsprogramm bietet Unternehmen bis zu 50 % Zuschüsse für Forschungsvorhaben im Bereich der Wärmepumpentechnologie.

KOMMKLIMAFÖR 2023

Antragsberechtigte: Bayerische Kommunen und deren Zusammenschlüsse (Zweckverbände), Kommunalunternehmen und andere juristische Personen des öffentlichen und privaten Rechts (letztere nur dann, wenn sie sich mehrheitlich in kommunaler Hand befinden)

Partner der Bayerischen Klima-Allianz für Vorhaben zur systematischen Verringerung von Treibhausgasemissionen

VERWENDUNGSZWECK

Die Zuwendung soll insbesondere Kommunen bei der systematischen Vorbereitung und Durchführung von Vorhaben zur:

- Reduzierung von Treibhausgasemissionen (Fokus Klimaschutz)

Bewältigung der Folgen des Klimawandels (Fokus Klimaanpassung)

ART UND UMFANG DER FÖRDERUNG

- Die Förderung erfolgt projektbezogen (Projektförderung) und im Wege der Anteilfinanzierung mit folgenden Fördersätzen:
- bis zu 50 % (für Kommunen und deren Zusammenschlüsse, falls eine Kombinierbarkeit mit der Kommunalrichtlinie des Bundes möglich ist)
- bis zu 70 % (für Kommunen und deren Zusammenschlüsse)
- bis zu 90 % (für Kommunen und deren Zusammenschlüsse in Räumen mit besonderem Handlungsbedarf)

KONTAKT:

Regierung der Oberpfalz
 Emmeramsplatz 8, 93047 Regensburg

E-Mail: poststelle@reg-opf.bayern.de
Telefon: +49 (0) 941-5680-0
Fax: +49 (0) 941-5680-199

5.10.2.3 Wärmenetze: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Die BEG besteht aus 3 Teilprogrammen -> Förderung auf **Zuschussbasis; wird durch die KfW administriert**

1. Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)
2. Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG)
3. Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)

WAS WIRD GEFÖRDERT?

Gebäudehülle:	bis zu 20%
Anlagentechnik:	bis zu 20%
Wärmezeuger:	bis zu 70%
Heizungsoptimierung:	bis zu 50%
Zusätzlich Fachplanung und Baubegleitung:	bis zu 50%

GEFÖRDERTE EINZELMASSNAHMEN

WER WIRD GEFÖRDERT?

Antragsberechtigt sind alle Investoren

- Hauseigentümer
- Wohnungseigentümergeinschaften
- Contractoren
- Unternehmen
- gemeinnützige Organisationen
- Kommunen von förderfähigen Maßnahmen an Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden
- Stadtstaaten sowie deren Einrichtungen, wenn sie mit der geförderten Maßnahme Aufgaben nachkommen, die in anderen Ländern auf kommunaler Ebene wahrgenommen werden.

KONTAKT:

**Bundesförderung für effiziente Gebäude,
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle**
Referate 611 – 616, 621 und 622,
Frankfurter Straße 29 – 35,
65760 Eschborn

Telefon: 06196 908-1625

Fax: 06196 908-1800

https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html

5.10.2.4 Bundesförderung für Energieberatung im Mittelstand – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

WAS WIRD GEFÖRDERT?

Die Zuwendung wird als Projektförderung auf Ausgabenbasis in Form der Anteilsfinanzierung und als nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt.

Innerhalb von 24 Monaten kann nur eine Energieberatung je Antragsteller nach dieser Richtlinie des Bundes bezuschusst werden.

http://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition/index_en.htm

Die **Energieberatung** muss den wesentlichen **Anforderungen an ein Energieaudit** im Sinne von **§ 8a des Gesetzes über Energiedienstleistungen** und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G) und insbesondere den Anforderungen der DIN EN 16247-1 entsprechen

WER WIRD GEFÖRDERT?

- kleine und mittlere Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft
- sonstiges Dienstleistungsgewerbe
- freiberuflich Tätige mit Sitz und Geschäftsbetrieb in Deutschland.
- Der **Unternehmensbegriff** richtet sich nach Art. 1 im Anhang der **Empfehlung 2003/361/EG der Europäischen Kommission**.

FÖRDERSÄTZE UND HÖHE DER ZUWENDUNG

FÖRDERFÄHIGE AUSGABEN: Nur Ausgaben, die sich unmittelbar auf die beantragte Beratungsleistung beziehen und nachgewiesen werden können, sind förderfähig.

EIGENANTEIL: Der nicht durch die Zuwendung geförderte Teil der Beratungskosten sowie die Mehrwertsteuer sind als Eigenanteil durch das Unternehmen selbst zu finanzieren.

AUSSCHLUSS VON ANDEREN FÖRDERMITTELN: Die Förderung schließt die Inanspruchnahme von öffentlichen Mitteln anderer Förderprogramme des Bundes für gleichartige Maßnahmen aus. Bei Förderung aus Mitteln anderer Beratungsprogramme dürfen die Fördermittel 90 Prozent der förderfähigen Ausgaben nicht übersteigen.

Für Unternehmen mit jährlichen **Energiekosten über 10.000 Euro** (netto): **80%** der förderfähigen Beratungskosten (Netto-Beraterhonorar), jedoch **maximal 6.000 Euro**.

Für Unternehmen mit jährlichen **Energiekosten bis zu 10.000 Euro** (netto): **80%** der förderfähigen Beratungskosten (Netto-Beraterhonorar), jedoch **maximal 1.200 Euro**.

De-minimis-Beihilfe: Die Förderung erfolgt im Rahmen einer „De-minimis“-Beihilfe gemäß der Verordnung (EU) Nr. 1407/2013 der Kommission. Die Gesamtsumme der Fördermittel aus diesem und anderen Förderprogrammen, die das begünstigte Unternehmen in dem betreffenden Steuerjahr sowie in den zwei vorausgegangenen Steuerjahren erhalten hat, darf 200.000 Euro (bzw. 100.000 Euro bei Unternehmen des gewerblichen Straßengütertransports) nicht übersteigen.

5.10.3 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) – BAFA

Mit der BEW wird der Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbaren Energien sowie die Dekarbonisierung von bestehenden Netzen gefördert.

WAS WIRD GEFÖRDERT?

Es werden 4 Module gefördert.

MODUL 1: TRANSFORMATIONSPÄNE UND MACHBARKEITSSTUDIEN

- Nicht rückzahlbarer **Zuschuss** zu den Kosten für die Erstellung von Transformationsplänen bzw. Machbarkeitsstudien
- **50 Prozent der förderfähigen Kosten** werden gefördert
- Der **Bewilligungszeitraum** (ab Erlass des Zuwendungsbescheids) beträgt **zwölf Monate** und kann auf Antrag einmalig um bis zu zwölf Monate verlängert werden
- Die **maximale Fördersumme** beträgt **2 Millionen Euro** pro Antrag

MODUL 2: SYSTEMISCHE FÖRDERUNG FÜR NEUBAU UND BESTANDSNETZE

Die systemische Förderung umfasst den Neubau von Wärmenetzen, die zu **mindestens 75 Prozent mit erneuerbaren Energien und Abwärme** gespeist werden, sowie die Transformation von Bestandsinfrastrukturen zu treibhausgasneutralen Wärmenetzen.

Investitionszuschuss für Investitionen in Erzeugungsanlagen und **Infrastruktur 40 Prozent der förderfähigen Ausgaben** werden gefördert

Der **Bewilligungszeitraum** (ab Erlass des Zuwendungsbescheids) beträgt **48 Monate** und kann auf Antrag einmalig um bis zu 24 Monate verlängert werden

Die **maximale Fördersumme beträgt 100 Millionen Euro** pro Antrag. Der Antragsteller muss anhand einer Wirtschaftlichkeitslückenberechnung darlegen, dass die beantragte Förderung unter Berücksichtigung sämtlicher Kosten-, Erlös- und Förderkomponenten über die Lebenszeit des zu fördernden Projekts sowie eines plausiblen kontrafaktischen Falls für die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens erforderlich ist. Die Förderung ist auf die Wirtschaftlichkeitslücke begrenzt.

MODUL 3: EINZELMASSNAHMEN

Neben der systemischen Förderung ist bei **Bestandswärmenetzen** auch die Umsetzung von gewissen Einzelmaßnahmen, sofern sie sich auf Wärmenetzsysteme zur Wärmeversorgung von **mehr als 16 Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten** beziehen, förderfähig.

Grundsätzlich sind in Bestandswärmenetzen folgende Einzelmaßnahmen förderfähig:

- Solarthermieranlagen
- Wärmepumpen
- Biomassekessel
- Wärmespeicher
- Rohrleitungen für den Anschluss von EE-Erzeugern und die Integration von Abwärme sowie für die Erweiterung von Wärmenetzen
- Wärmeübergabestationen

ART UND UMFANG DER FÖRDERUNG:

- 40 Prozent der förderfähigen Ausgaben werden gefördert
- Der **Bewilligungszeitraum** (ab Erlass des Zuwendungsbescheids) beträgt **24 Monate** und kann auf Antrag einmalig um bis zu zwölf Monate verlängert werden
- Die **maximale Fördersumme beträgt 100 Millionen Euro** pro Antrag. Der Antragsteller muss anhand einer Wirtschaftlichkeitslückenberechnung darlegen, dass die beantragte Förderung für die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens erforderlich ist. Die Förderung ist auf die Wirtschaftlichkeitslücke begrenzt.

MODUL 4: BETRIEBSKOSTENFÖRDERUNG

Für die Erzeugung von erneuerbaren Wärmemengen aus Solarthermieranlagen sowie aus strombetriebenen Wärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen, sowohl in neuen wie in zu transformierenden Wärmenetzen wird eine Betriebskostenförderung gewährt.

Die Betriebskostenförderung kann nur für die Erzeugung von erneuerbaren Wärmemengen aus geförderten Solarthermieranlagen sowie aus geförderten strombetriebenen Wärmepumpen gewährt werden. Somit ist es u. a. Fördervoraussetzung, dass die Solarthermieanlage bzw. Wärmepumpe durch die BEW gefördert wurde (d. h. durch einen geförderten Modul 2- oder Modul 3-Antrag). Bei geförderten Solarthermieanlagen ist jeweils ein Antrag pro Einspeisepunkt zu stellen. Bei strombetriebenen Wärmepumpen ist für jede geförderte Wärmepumpe ein separater Antrag zu stellen.

WER WIRD GEFÖRDERT?

- Unternehmen iSd. § 14 BGB
- Kommunen (soweit wirtschaftlich tätig)
- kommunale Eigenbetriebe
- kommunale Unternehmen
- kommunale Zweckverbände
- eingetragene Vereine
- eingetragene Genossenschaften

HINWEIS:

Der Förderwegweiser auf der BAFA-Seite ist ein gutes Tool, um die Förderprogramme danach auszuwählen ob sie für einen Förderberechtigten in Frage kommen:

https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienzwegweiser/energieeffizienzwegweiser_node.html

5.11 Betreibermodelle

5.11.1 Energiegenossenschaft

Die Genossenschaft bietet den Mitgliedern die Möglichkeit zur Teilhabe und Mitbestimmung in der Gestaltung und dem Betrieb der Wärmeversorgung in Unterröslau. Hierbei handelt es sich in den folgenden Punkten lediglich um Gedankenreize ohne Anspruch auf Richtigkeit oder Vollständigkeit. Die Ausgestaltung der Energiegenossenschaft erfolgt nach demokratischen Regeln und ist von Genossenschaft zu Genossenschaft individuell und kann in anschließenden Schritten detailliert betrachtet werden. In der Regel erfolgt vor Gründung einer Genossenschaft (eG) die Gründung einer Interessensgemeinschaft. So stellt sich die Gründungsphase wie in folgender Abbildung dar.



Abbildung 51: Prozess der Gründung einer Energiegenossenschaft

GESCHÄFTSIDEEN

- Betreiber und Besitzer des Nahwärmenetzes
- Zuverlässige Versorgung mit Wärme aus erneuerbaren Energien
- Wirtschaftlicher Betrieb
- Faire und transparente Preisgestaltung
- Energetische Unabhängigkeit
- Regionale Wertschöpfung

ZIELE DER GENOSSENSCHAFT

Der ursprüngliche Gedanke der Genossenschaft beruht auf der Hilfe zur Selbsthilfe. Diesem Gedanken soll auch im vorliegenden Fall Rechnung getragen werden. Daraus ergibt sich als Ziel der Energiegenossenschaft „der Vorteil der Mitglieder und Beteiligten“.

Dies umfasst - nicht abschließend - folgende Punkte

- Mitbestimmung bei der Gestaltung der Wärmeversorgung
- Gleichberechtigung
- Keine Haftung mit Eigenkapital
- Mögliche anteilige Gewinnausschüttung
- Einbringen eigener Anlagen
- Regionale Wertschöpfung

GRÜNDUNGSTEAM

Die Zusammensetzung des Gründungsteams ist ein wichtiger Aspekt in der Anfangsphase. Hier werden die Zuständigkeiten der Fachplanung sowie die Anlagen- und Netzbesitzverhältnisse geklärt. Oftmals werden Gründungsberater des Prüfungsverbandes.

RECHTLICHE KONZEPTION

Es erfolgt die Ausarbeitung der Satzung und der Geschäftsordnung.

ORGANISATION

Hier werden folgende Fragen beantwortet:

- Welche Aufgaben kommen auf die Genossenschaft zu?
- Welche Betriebsvorrichtungen werden benötigt?
- Wie erfolgt die Betriebsorganisation?
- Wie gestaltet sich die Auftragsbeschaffung und -abwicklung?
- Wie viel Personal wird benötigt?
- Wie werden fehlende Fähigkeiten ergänzt?

PLANUNG DER ERSTEN GESCHÄFTSJAHRE

Diese Planung erfolgt anhand eines zu erstellenden Entwicklungsplans. Dieser sollte mindestens folgende Punkte beinhalten:

- Umsatz- und Ertragsentwicklung
- Personalbedarf und -kosten
- Investitionsplan
- Bilanzvorschau
- Rechnungswesen
- Planbilanzen und G&V
- Break-even Analyse
- Anlaufkosten

RISIKOABSCHÄTZUNG UND VERSICHERUNG

Es werden zwei Szenarien betrachtet. Einmal ein best-case und einmal ein worst-case Szenario. Hier wird normalerweise ein Versicherungsfachmann konsultiert.

FINANZIERUNG

In den vorangegangenen Kapiteln wurde das Thema der Finanzierung bereits beleuchtet. Dies bildet die Grundlage für weitere Detailplanungen. Wie bereits zuvor in Kapitel 5.7 gezeigt, berücksichtigt die Detailplanung die Punkte:

- Kapitalbedarf anhand der Liquiditätsplanung (3 Jahre)
- Detailplanung für das erste Jahr
- Genügend Liquidität für die Anlaufphase



6

ENERGY SHARING COMMUNITY

6.1 Einleitung

Energy Sharing Communities repräsentieren ein innovatives Konzept in der modernen Energieversorgung, das auf dem gemeinschaftlichen Erzeugen, Teilen und Verbrauchen von Energie basiert, vornehmlich durch erneuerbare Energiequellen wie Solar-, Wind- oder Bioenergie. Diese Gemeinschaften ermöglichen es Mitgliedern, Energie zu produzieren, zu speichern, zu teilen und zu verkaufen, wodurch eine dezentralisierte und effiziente Energieversorgung gefördert wird. Der Schlüssel zu solchen Gemeinschaften liegt in der Nutzung lokaler Energiequellen, um die Abhängigkeit von traditionellen, zentralisierten Energieversorgungssystemen und fossilen Brennstoffen zu reduzieren.

Die Relevanz von Energy Sharing Communities für das integrierte Quartierskonzept ergibt sich aus mehreren Faktoren. Zum einen tragen sie zur Erreichung von Klima- und Nachhaltigkeitszielen bei, indem sie den Anteil erneuerbarer Energien im Energiemix erhöhen und den CO₂-Ausstoß verringern. Zum anderen fördern sie die soziale Kohäsion und die lokale Wirtschaft, indem sie Bürgerinnen und Bürger direkt in die Energieversorgung einbinden und lokale Wertschöpfungsketten stärken. Durch die lokale Erzeugung und Nutzung von Energie können Energiekosten gesenkt, die Energieversorgungssicherheit erhöht und die lokale Resilienz gegenüber Schwankungen auf den globalen Energiemärkten gestärkt werden.

Im Kontext des integrierten Quartierskonzepts spielt die Etablierung von Energy Sharing Communities eine entscheidende Rolle bei der Transformation hin zu einer nachhaltigen, resilienten und energieeffizienten Quartiersentwicklung. Sie ermöglichen nicht nur eine optimierte Energieversorgung und -nutzung auf lokaler Ebene, sondern tragen auch zu einer ganzheitlichen Quartiersentwicklung bei, die soziale, ökonomische und ökologische Aspekte integriert. Durch die Förderung von Bürgerbeteiligung und lokalem Engagement bieten Energy Sharing Communities eine wegweisende Lösung für die Herausforderungen des Klimawandels und der Energiewende.

ZIELE UND NUTZEN VON ENERGY SHARING COMMUNITIES

Energy Sharing Communities (ESC) bieten sowohl für Bürgerinnen und Bürger als auch für Unternehmen eine Reihe von Vorteilen, die weit über die reine Energieversorgung hinausgehen. Hier sind einige der wichtigsten Ziele und Nutzen, die eine ESC bieten kann:

FÜR BÜRGERINNEN UND BÜRGER:

- Senkung der Energiekosten: Durch die gemeinsame Nutzung und Produktion von Energie können Mitglieder der Community von geringeren Energiekosten profitieren. Der direkte Austausch von Energie innerhalb der Gemeinschaft reduziert die Abhängigkeit von externen Energieversorgern und deren Preispolitik.
- Erhöhung der Energieautonomie und -sicherheit: Die lokale Erzeugung von Energie ermöglicht es den Mitgliedern, unabhängiger von überregionalen Stromnetzen und Energieimporten zu sein, was zu einer höheren Versorgungssicherheit beiträgt.

- Förderung des Umweltschutzes und Beitrag zum Klimaschutz: Durch die Nutzung erneuerbarer Energiequellen tragen Community-Mitglieder aktiv zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und zum Umweltschutz bei.
- Stärkung der Gemeinschaft und lokalen Identität: Die gemeinsame Beteiligung an einer ESC fördert das Gemeinschaftsgefühl, die soziale Kohäsion und das lokale Engagement.

FÜR UNTERNEHMEN:

- Reduktion von Betriebskosten: Ähnlich wie bei Privathaushalten können Unternehmen durch die Teilnahme an einer ESC ihre Energiekosten senken, indem sie Zugang zu günstigeren, lokal erzeugten Energielösungen erhalten.
- Nachhaltiges Unternehmensimage: Die Beteiligung an einer ESC ermöglicht es Unternehmen, ihre Nachhaltigkeitsziele zu erreichen und öffentlich zu kommunizieren, was positiv zur Markenwahrnehmung beitragen kann.
- Zugang zu neuen Geschäftsmodellen und Märkten: Die Teilnahme an einer ESC kann Unternehmen die Möglichkeit eröffnen, innovative Energielösungen zu entwickeln, neue Geschäftsmodelle zu testen und Zugang zu neuen Märkten zu erhalten.
- Risikomanagement und Versorgungssicherheit: Durch die Diversifizierung der Energiequellen und die Teilnahme an lokalen Energieerzeugungs- und Verteilungsnetzwerken können Unternehmen ihr Risiko im Bereich der Energieversorgung reduzieren.

GEMEINSAME ZIELE UND NUTZEN:

- Förderung der Energiewende und Dekarbonisierung: Sowohl Bürgerinnen und Bürger als auch Unternehmen leisten durch die Teilnahme an einer ESC einen direkten Beitrag zur Energiewende und zur Dekarbonisierung der Wirtschaft.
- Innovation und technologische Entwicklung: ESCs fördern die Einführung und Nutzung innovativer Technologien im Bereich der erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz und der intelligenten Energienetze (Smart Grids).
- Politische und gesellschaftliche Mitgestaltung: Die aktive Beteiligung an ESCs ermöglicht es allen Mitgliedern, auf lokaler und überregionaler Ebene politische Prozesse mitzugestalten und sich für eine nachhaltige Energiepolitik einzusetzen.

6.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

RECHTLICHER RAHMEN

Der rechtliche Rahmen für Energy Sharing Communities (ESC) wird maßgeblich durch nationale Gesetzgebungen sowie durch Richtlinien der Europäischen Union bestimmt. Diese legen die rechtlichen Grundlagen für die Erzeugung, den Verbrauch, den Austausch und den Verkauf von Energie innerhalb von Gemeinschaften fest.

EUROPÄISCHE UNION

In der EU bildet die Richtlinie (EU) 2018/2001 über die Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbare-Energien-Richtlinie) eine wesentliche rechtliche Grundlage. Sie fördert die Gründung und Entwicklung von ESCs, indem sie Mitgliedstaaten auffordert, günstige Rahmenbedingungen zu schaffen. Besonders wichtig sind hierbei die Regelungen zur kollektiven Selbstversorgung und zum gemeinschaftlichen Energiehandel, die den Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen sollen, direkt am Energiemarkt teilzunehmen.

NATIONALE GESETZGEBUNG

Auf nationaler Ebene variiert der rechtliche Rahmen erheblich, wobei viele Länder spezifische Gesetze und Vorschriften eingeführt haben, um die Implementierung und den Betrieb von ESCs zu regeln. Dazu gehören Regelungen zu Netzanschlüssen, Vergütungen für eingespeiste Energie, Steuern, Abgaben sowie technischen und Sicherheitsstandards. In Deutschland lässt sich eine klare gesetzliche Regelung noch nicht absehen, Möglichkeiten zur Umsetzung gibt es jedoch schon, wie das folgende Beispiel aus dem Landkreis Wunsiedel zeigt:

BEISPIEL WUNERGY

In der Kreisstadt Wunsiedel wurde eine Energy Sharing Community bestehend aus Bürger*innen, Unternehmer*innen und dem örtlichen Stadtwerk gegründet.

Alle Mitglieder der Genossenschaft (sofern sie verbrauchen – also ggf. auch solche Mitglieder, die nur verbrauchen und nicht erzeugen) haben je einzeln einen auf einem dynamischen Tarif basierenden Stromliefervertrag mit dem Stadtwerk als Lieferant.

Prosumer, also Mitglieder mit Erzeugungsanlagen, verbrauchen einen Teil des selbst erzeugten Stroms selbst, den Rest liefern sie an SWW i.R. eines Power Purchase Agreements (PPA-Vertrags). Das ist ein separates, vom o.g. Stromliefervertrag unabhängiges Vertragsverhältnis. Kein Mitglied speist den Strom nach EEG ein oder vertreibt ihn auf anderem Wege.

Das Stadtwerk nutzt den von den Mitgliedern der Genossenschaft per PPA. erworbenen Strom um (a) ihn in einen Pool zu geben, aus dem in 15 Min. Intervallen optimiert die Mitglieder der Genossenschaft beliefert werden und (b) die Überschüsse aggregiert über einen Dienstleister an die Intraday Börse gebracht werden.

Sofern der Strom im Pool nicht ausreicht, beschafft das Stadtwerk den sog. Reststrom („Residualstrom der ESC“) mit Hilfe eines Dienstleisters am Intraday-Markt und kommt damit seinen Lieferantenpflichten gegenüber den einzelnen Kunden nach.

Die genannten Transaktionen werden komplett im Bilanzkreis des Stadtwerks abgebildet. Alle Transaktionen im Zusammenspiel mit den Mitgliedern der Genossenschaft werden, wie ein Unterbilanzkreis erfasst – wobei es sich nicht um einen echten Bilanzkreis mit Bilanzkreisverantwortung der ESC handelt, sondern nur um einen Unterbilanzkreis. Die Genossenschaft ist nicht verpflichtet den Unterbilanzkreis auszugleichen oder Ersatzstrom oder Ausgleichstrom zu beschaffen. Der Unterbilanzkreis kann vielmehr innerhalb des gesamten Bilanzkreises des Stadtwerks bedient werden.

Die Genossenschaft selbst als Rechtsperson hat (zumindest zu Beginn) keine energiewirtschaftliche Rolle. Sie hat jedoch einen Kooperationsvertrag mit dem Stadtwerk, der regelt, wie das „Verhalten der Mitglieder im Sinne der Optimierung des Energy Sharing“ (z.B. im Rahmen des dynamischen Tarifs oder in Form einer Zahlung an die Genossenschaft) honoriert wird.

Weitere energiewirtschaftliche relevante Vertragsbeziehungen gibt es nicht, insbesondere keine zwischen Mitgliedern der ESC (bspw. kein peer-to-peer Verhältnis).

Es existiert die Idee, dass die Genossenschaft selbst einen Speicher beschafft und betreibt. Es soll geprüft werden, mit welcher energiewirtschaftlichen Konstruktion die Mitglieder dort ein- und ausspeichern können (z.B. um einen Austausch innerhalb der Genossenschaft zu realisieren, ohne ein Lieferverhältnis zwischen den Mitgliedern zu begründen) und wie die Genossenschaft als Eigentümerin des Speichers ggf. mit Strom aus diesem Speicher am Markt auftreten kann.

6.3 Fazit

Die Gegebenheiten im Quartier Unterröslau lassen eine effiziente Nutzung erneuerbarer Energien durch Optimierung innerhalb einer Energy Sharing Community zu. Eine hohe Eigenverbrauchsquote ist anzunehmen durch Unternehmen und industrielle Großabnehmer. Auch die in diesem Konzept beschriebene Energiezentrale für die Nahwärmeversorgung mit industrieller Wärmepumpe (Variante 2a) eignet sich im besonderen Maße als Abnehmer überschüssiger Energie der ESC.



7

REGENWASSERRETENTION UND ÜBERFLUTUNGSVORSORGE

7.1 Ausgangsanalyse

Das Klima in Fichtelberg (ein nahegelegener Ort zu Unterröslau) ist warm und gemäßigt. Es zeichnet sich durch hohe Niederschlagsmengen aus. Anhand des Klimadiagramms erkennt man, dass selbst in den wärmsten Monaten des Jahres die Niederschlagsmengen über der Temperaturlinie liegen. Es herrschen also humide Verhältnisse und der Niederschlag übersteigt die Verdunstung. Im Schnitt liegt die jährliche Niederschlagsmenge bei 942 mm. Die jährliche Durchschnittstemperatur beträgt 7,6 °C.

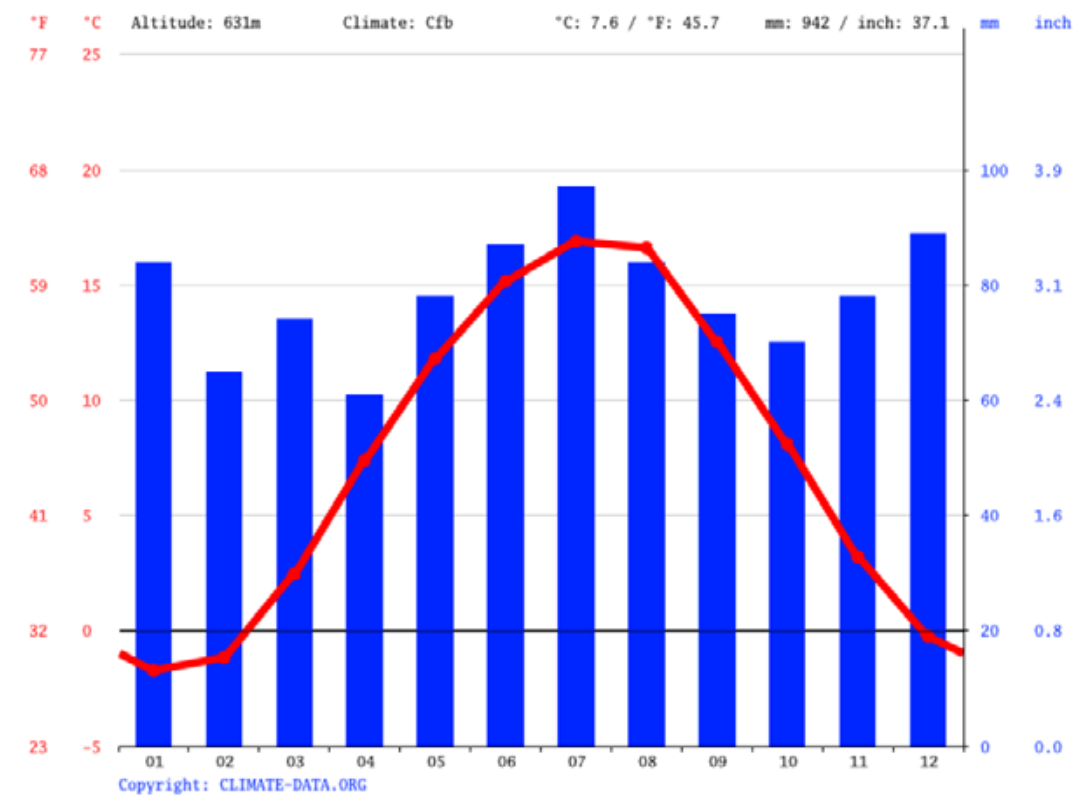


Abbildung 52: Klimadiagramm Fichtelberg

Selbst bei höheren Temperaturen im Sommer ist der regenreichste Monat Juli mit 97 mm, gefolgt von Dezember mit 89 mm und Juni mit 87 mm. Im Durchschnitt hat Fichtelberg ca. 9,75 Regentage im Monat.²⁷ Der heutige Stand der Wissenschaft zu extremen Wetterphänomenen durch den Klimawandel in Deutschland liefert keine genaue Aussage darüber, ob die Häufigkeit der Starkniederschläge in den letzten Jahren zugenommen hat. Es besteht noch Forschungsbedarf, um eine genaue Aussage treffen zu können, ob der Klimawandel mehr Extremwetterereignisse auf regelmäßiger Basis mit sich bringt.²⁸ Jedoch gab es in den letzten Jahren unerwartete Starkniederschläge in Mitteleuropa, die zu großen Schäden und sogar Toten geführt haben. Aus Sicherheitsgründen empfiehlt es sich jedoch, bei Quartierskonzepten Risiken zu analysieren und ggf. Vorkehrmaßnahmen zu entwickeln, die zumindest den Spitzenabfluss bei einem Starkregenereignis drosseln würden.

²⁷ Klima Fichtelberg: Temperatur, Klimatablelle & Klimadiagramm für Fichtelberg + Wetter (climate-data.org)

²⁸ S. 12, ExtremWetterKongress 2021 (dwd.de)

Wenn man den Wasserkreislauf genau betrachtet, dann hängen die Mengen und Häufigkeit der Niederschläge mit der Evaporation (Verdunstung) zusammen. Daraus folgt folgende Hypothese: mit steigender Temperatur erhöht sich die Verdunstungsrate und somit auch die Häufigkeit und die Menge der Niederschläge. Diese Hypothese wird auch vom Weltklimarat IPCC unterstützt.²³

In der Urbanistik liegt das Augenmerk auf zwei Forderungen bzw. Ziele in Bezug auf Wasserretention:

1. Gewässerschutz (das deutsche Wasserhaushaltsgesetz – WHG 2010)
2. Überflutungsschutz

Das Quartier in Röslau ist nicht durch starke Versiegelung gekennzeichnet, daher ist es hier der zweite Punkt, der im Rahmen des Quartierskonzeptes grob untersucht wird. Die effektivste Form, das Grundwasser und die Lebensräume vor Überflutungen zu schützen, ist eine Transformation des Regenwasser-Managements. Das Konzept der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung baut auf sechs Bausteinen auf:

- Nutzung (Kann das Regenwasser direkt genutzt werden?)
- Versickerung (Kann das Regenwasser schon am oberen Lauf versickern?)
- Verdunstung (Gibt es Flächen, die, permanent oder vorübergehend, zu einer größeren Verdunstung beitragen können?)
- Rückhaltung (Gibt es Flächen, die die Regenwassermengen vorerst rückhalten können?)
- gedrosselte Ableitung (Gibt es Flächen, die eine gedrosselte Ableitung ermöglichen?)
- Behandlung (Kann das verschmutzte Regenwasser vor Ort gereinigt werden?)

Neben der Schutzfunktion hat die Transformation des Regenwasser-Managements zwei weitere ökologische Nebeneffekte:

3. Erhalt des Wasserhaushalts
4. Kühlung der „Stadträume“/urbanen Räumen

In diesem Kapitel wird untersucht, inwiefern die Gefahr bzw. Beeinträchtigung für die Bewohner des Quartiers durch andauernde Starkniederschläge vorhanden sein könnte und wie man diese beseitigen könnte.

7.1.1 Methodik

In den ersten Schritten wurde der Bedarf an Regenwasserretention mittels eines Fragebogens ermittelt und Auskunft bei dem Kommunalunternehmen Winterling eingeholt, ob es Stellen gibt, wo eine potenzielle Gefahr entstehen könnte. Im zweiten Schritt wurde eine Begehung durchgeführt. Bei dieser Begehung wurden die Stellen mit möglichem Gefahrpotenzial analysiert. Darüber hinaus wurde Rücksprache mit dem gKU Oberes Egertal gemacht, welches für die Wasser- und Abwasser-Versorgung in Röslau zuständig ist. Das gKU Oberes Egertal hat mitgeteilt, welche Vorkehrungen die Gemeinde getroffen hat und welche Pläne noch vorliegen. Anschließend wurden mögliche Lösungen ausgearbeitet, die möglichst viele Bausteine der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung tangieren.

29 Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/grundlagen-des-klimawandels/weltklimarat-ipcc/sechster-sachstandsbericht-des-weltklimarates-ipcc#undefined>

7.1.2 Gefahrenpotenzialanalyse

Das Quartier liegt auf einer Anhöhe von ca. 560 bis 580 m. Geologisch ist die Anhöhe aus festem metamorphen Gestein geformt. Die Tragfähigkeit dieses Gesteins ist hoch bis sehr hoch. Die steilste Stelle des Quartiers befindet sich im Norden und ist durch strukturreiche Vegetation geprägt.³⁰ Somit besteht keine große Gefahr, dass das Quartier an irgendeiner Stelle bei einem Extremwetterereignis stark erodiert. Die Hochwassergefahr befindet sich eher außerhalb des Quartiers. Es handelt sich um den Uferbereich von Eger und den Unterlauf des Dieserbachs. Beim Dieserbach ist vor allem der Abschnitt zwischen der Mündung und der Hofer Straße von hohem Risiko geprägt. Hier hat die Gemeinde schon Vorkehrungen vorgenommen und einen kleinen Damm errichtet. Eine weitere Maßnahme wurde im Gewerbegebiet durchgeführt. Im Gewerbegebiet befindet sich eine große Mulde entlang der Straße „Am Industriepark“ entlang. Weiterhin ist von der Gemeinde ein Auffangbecken am südwestlichen Rand des Gewerbegebietes geplant (siehe Abbildung 53). Diese Maßnahme ist sehr wichtig, um das Abflusswasser bei Starkregen von der großflächig versiegelten Fläche aus dem Gewerbegebiet zurückzuhalten. Solche Becken erlauben durch Versickerung und Verdunstung das Regenwasser direkt in den Wasserhaushalt einzuleiten und starken Abfluss zu vermeiden. Eine solche Maßnahme hat den Vorteil, dass durch den gedrosselten Abfluss keine Erosion stattfindet, da der Abfluss auch unterirdisch gedrosselt wird. Dies führt wiederum zur konstanten Befeuchtung und Kühlung des Bodens. Darüber hinaus bilden solche Auffangbecken ökologische Senken für seltene Pflanzenarten.



Die Umfrage hat ergeben, dass der Besitzer der Fischteiche Bedenken bezüglich des etablierten Biebers und des wachsenden Feuchtgebietes zum Ausdruck brachte. Im Bürgerworkshop gingen keine Bedenken seitens der Bürger über eine mögliche Gefahr durch Starkregen aus. Darüber hinaus wurden wir auf den großflächig versiegelten Parkplatz neben dem „WINTERLING Gebäude“ hingewiesen. Der Parkplatz befindet sich auf der nördlichen Seite des Gewerbegebietes und ist in der Abbildung unter 2 zu finden. Bei der Begehung ist auch die große Parkfläche neben der Turnhalle aufgefallen, die bei Sturmregen einen voluminösen Regenwasserabfluss generieren könnte.

30 Quelle: https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?lang=de&topic=umwe&bgLayer=atkis&E=713969.63&N=5551592.69&zoom=10&layers=a818e80e-78b7-4b21-8c15-d5f8abe6c420,e0d3ec70-007a-11e0-be74-0000779eba3a,e0b8c350-007a-11e0-be74-0000779eba3a,8885cab8-d186-4bfd-b61e-d419457649e8,996628bc-80b2-47aa-b82b-14b8fe09e748&layers_visibility=false,false,true,true,false&catalogNodes=110

7.1.2.1 Das Biber-Biotop

Das Feuchtgebiet bzw. das Biber-Biotop im Süden des Quartiers befindet sich in einer geologischen Senke, durch die der Dieserbach verläuft. Das Einzugsgebiet wurde auf Basis der topographischen Bedingungen geschätzt und ist durch die höchsten Punkte um dieses Gebiet begrenzt. Hier handelt sich um oberirdisches Wasser das aufgrund der Gefälleverhältnisse einem bestimmten Ort zufließt. Der Ursprung des Wassers in einem Einzugsgebiet sind die Niederschläge. Durch Abfluss und Verdunstung wird das Wasser dem Wasserkreislauf abgegeben. Ein Teil wird als Grundwasser, Bodenfeuchte, Schnee und Oberflächenwasser gespeichert bzw. zurückgehalten und verzögert abgegeben. Das oberirdische hydrologische Einzugsgebiet des Biber-Biotops ist in Abbildung 46 abgebildet. Das oberirdische Einzugsgebiet ist durch die Bäche und den oberirdischen Abfluss gekennzeichnet. Die Pfeile geben die Fließrichtung an.



Abbildung 54: Geschätztes Einzugsgebiet vom Biber-Biotop

Je nach geologischen Bedingungen ist das unterirdische Einzugsgebiet fast gleich dem oberirdischen. Die Abflussspende ist vor allem durch die Anhöhe, auf dem das Quartier liegt, begünstigt. Die gelben Pfeile in Abbildung 45 stehen für den ungefähren oberirdischen Abflussverlauf der Niederschläge, die das Feuchtgebiet speisen. Weiterhin finden auch Wasserbewegungen im unterirdischen Bereich statt. Die roten Pfeile zeigen den ungefähren unterirdischen Wasserabfluss. Es handelt sich hierbei um Wasser, das im Boden versickert und aufgrund der topografischen Bedingungen vom höheren Punkt in das Feuchtgebiet einfließt. Die oberirdischen sowie die unterirdischen Abflussmengen werden durch Grünflächen, vor allem extensiv genutzte Grünflächen sowie Hecken und Bäume abgedämpft.

Die Biberpräsenz hat dazu geführt, dass sich diese geologische Senke im Laufe der letzten 6 Jahre zu einem Feuchtbiotop entwickelte. Der Biber (Castoridae) ist aus der Ordnung der Nagetiere (Rodentia) und ist das zweitgrößte lebende Nagetier der Erde. Die Familie besteht heute aus einer einzigen Gattung, Castor, der zwei Arten angehören, der kanadische Biber (Castor canadensis) und der europäische Biber (Castor fiber), der als Ureinwohner Deutschlands gilt und durch die FFH-Richtlinie geschützt ist.³¹ Von 1867 bis 1966 galt das Tier in Bayern als ausgerottet. Seit 1966 erholt sich die Population nach und nach und heute sind sie in nahezu allen aquatischen Lebensräumen in Bayern vertreten. Sie gelten als wichtige Akteure

³¹ Quelle: <https://www.bfn.de/artenportraits/castor-fiber>

im natürlichen Wassermanagement und „natürliche Gewässer-Renaturier“. Durch ihre Dammbauten werden die Feuchtgebiete sowie Flussabschnitte geflutet. Somit schaffen sie zahlreiche Biotope, was dem Artenschwund entgegenwirkt. Auch gegen Hochwasser ist der Biber effektiv. Mit ihren Bauten halten die Biber-Kolonien das Wasser in der Fläche, was zu höheren Verdunstungsraten führt.³³ Zudem wird durch ihre Bauten schon im Oberlaufgebiet der Wasserabfluss verzögert. Stark von der Topografie abhängig, sind Biberdämme, laut BUND Landesverband Nordrhein-Westfalen, in der Lage, das Wasser in aufgestauten Bereichen bis zu 19 Tage zurückzuhalten, an Stellen wo der Abfluss normalerweise drei bis vier Stunden bräuchte. Somit spielt der Lebensraum des Bibers durch Wasserrückhaltung neben der Artenvielfaltförderung beim Hochwasserschutz eine wichtige Rolle. In den letzten fünf

7.1.2.2 Parkplatz Turnhalle

Die Parkfläche neben der Turnhalle ist im Nord-Westen des Quartiers positioniert und deckt die größten Teile der Flurstücke 3152 und 3164/2 ab. Die Flurstücke sind nicht im kommunalen Besitz. Die Gesamtfläche beträgt etwa 2.000 m². Im Norden befindet sich eine Laufstrecke, die an einen steilen und ca. 10 m tiefen Hang grenzt. Der Hang ist von einer üppigen, strukturreichen Vegetation geprägt. Die flächendeckende Asphaltierung (siehe Abbildung 56) ist eine starke Versiegelung, die bei Extremwetterereignissen großflächig Niederschläge agglomeriert und somit zu einem erhöhten Abfluss beiträgt. Die Einfahrt zur Parkfläche befindet sich auf einer sanften Anhöhe, wodurch die natürliche Fließrichtung des Wassers bestimmt wird. Der nördliche Teil der Fläche neigt sich leicht ab und grenzt an eine kleine gepflasterte Mulde, die durch einen Zaun von der Laufstrecke abgegrenzt ist. Die

Jahren hat die Biberpräsenz dazu geführt, dass eine Wiese überflutet wurde, die aus großen Teilen der kommunalen Grünflächen besteht (Flurstücke 2738 und 2739). Nord-östlich vom Biotop befindet sich eine weitere flache Wiese, die bei der Erweiterung des Lebensraumes permanent oder bei einem Extremwetterereignis vorübergehend überflutet wird. Das Feuchtgebiet liegt nur 1 m tiefer als die Wiese (Flurstücke). In der Abbildung 53 ist in türkis markiert, welche Bereiche vom Hochwasser bzw. Erweiterung des Biber-Lebensraumes betroffen sein könnten.

Weiteres Gefahrenpotenzial ist durch die großflächige Versiegelung gekennzeichnet. Es handelt sich hierbei um zwei großflächig asphaltierte Parkflächen.

Neigung variiert von 6° in der südöstlichen Ecke bis zu 1,2° an der Laufbahn. Wie Abbildung 55 zeigt, fließen etwa 75% des Regenwassers in Richtung Norden ab, der Rest in die ungefähre Richtung der Turnhalle ein sowie parallel zur Hirtbergstraße Richtung Westen die Neigung herrunter. Am südlichen Rand des Parkplatzes steht eine Reihe aus Jungbäumen. Um die Bäume herum ist die Fläche nicht versiegelt. Somit ergibt sich eine kleine Grünfläche um die Bäume herum, die in etwa 1,5 - 2 m² groß ist. Im Norden ist die Parkfläche durch einen Zaun von der Laufbahn abgegrenzt. Am Fuß des Zaunes befindet sich eine Entwässerungsrinne, die klein ist (siehe Abbildung 57) und bei einem Starkregen ihre Funktion nicht ordnungsgemäß erfüllt. Die Laufstrecke ist aber auf einer leichten Anhöhe angelegt, so dass der Überlauf auf diese Anhöhe trifft und die Möglichkeit hat zu versickern. Bei einem andauerndem

³² Quelle: <https://gebietsbetreuung.bayern/gebiet/bibermanagement-in-nordbayern/>

³³ Quelle: Biber - ein Baumeister als „Ökoingenieur“ - BUND NRW (bund-nrw.de)



Parkplatz Turnhalle

- geschätzte Abflussrichtung
- Entwässerungsrinne
- Jungbäume (unversiegelte Fläche von ca. 1,5 m²)

Abbildung 55: Ausgangssituation Parkplatz Turnhalle



Abbildung 56: Parkplatz Turnhalle



Abbildung 57: Entwässerungsrinne am Parkplatz Turnhalle

Sturmregen könnte sich der Abfluss über den westlichen Teil der Laufstrecke weiter Richtung Hang bewegen. Zwar ist die Erosionsgefahr bei dem strukturreichen Hang nicht so hoch, allerdings besteht die Gefahr, dass das Ablaufwasser die darunter liegenden Gebäuden schädigen sowie groben Schmutz anspülen könnte. Die Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertungen des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA-DWD 2020) liefert Daten, um Aussagen über Eintrittswahrscheinlichkeiten von Starkniederschlägen in Deutschland machen zu können. Es handelt sich um eine Datenbank mit einer interaktiven Karte Deutschlands für starke Niederschläge. Das Datenblatt für die Gemeinde Röslau befindet sich im Rasterfeld 160172. Die Tabelle gibt Werte für Regenspende (in l/s*ha) sowie Bemessungsniederschlag in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit T (1 bis 100 Jahre) und Dauerstufe D (Minuten oder Stunden) an.

Tabelle 27: Starkniederschlagsauswertung für Röslau (KOSTRA-DWD 2020)

Regenspende und Bemessungsniederschlagswerte in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit T und Dauerstufe D

Dauerstufe D	Wiederkehrzeit T																	
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
min Std	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)	mm l / (s ha)
5	7,2	240,0	8,9	296,7	9,9	330,0	11,3	376,7	13,3	443,3	15,3	510,0	16,6	553,3	18,4	613,3	20,9	696,7
10	9,4	156,7	11,6	193,3	13,0	216,7	14,8	246,7	17,4	290,0	20,0	333,3	21,8	363,3	24,1	401,7	27,3	455,0
15	10,8	120,0	13,4	148,9	14,9	165,6	17,0	188,9	19,9	221,1	23,0	255,6	25,0	277,8	27,6	306,7	31,4	348,9
20	11,9	99,2	14,6	121,7	16,3	135,8	18,6	155,0	21,8	181,7	25,2	210,0	27,4	228,3	30,3	252,5	34,4	286,7
30	13,4	74,4	16,5	91,7	18,5	102,8	21,0	116,7	24,7	137,2	28,5	158,3	30,9	171,7	34,2	190,0	38,8	215,6
45	15,1	55,9	18,6	68,9	20,7	76,7	23,6	87,4	27,7	102,6	32,0	118,5	34,8	128,9	38,4	142,2	43,6	161,5
60	16,3	45,3	20,1	55,8	22,5	62,5	25,6	71,1	30,0	83,3	34,6	96,1	37,7	104,7	41,6	115,6	47,3	131,4
90	18,2	33,7	22,5	41,7	25,1	46,5	28,6	53,0	33,5	62,0	38,7	71,7	42,1	78,0	46,5	86,1	52,8	97,8
120	2	19,7	27,4	24,3	33,8	27,1	37,6	30,9	42,9	36,2	50,3	41,8	58,1	45,4	63,1	50,2	69,7	79,2
180	3	21,9	20,3	27,0	25,0	30,2	28,0	34,3	31,8	40,3	37,3	46,5	43,1	50,6	46,9	55,9	51,8	63,5
240	4	23,6	16,4	29,1	20,2	32,6	22,6	37,0	25,7	43,5	30,2	50,2	34,9	54,5	37,8	60,3	41,9	68,5
360	6	26,3	12,2	32,4	15,0	36,2	16,8	41,2	19,1	48,4	22,4	55,8	25,8	60,6	28,1	67,0	31,0	76,1
540	9	29,2	9,0	36,0	11,1	40,2	12,4	45,8	14,1	53,7	16,6	62,0	19,1	67,4	20,8	74,4	23,0	84,5
720	12	31,4	7,3	38,8	9,0	43,3	10,0	49,3	11,4	57,9	13,4	66,8	15,5	72,6	16,8	80,2	18,6	91,1
1080	18	34,9	5,4	43,1	6,7	48,1	7,4	54,7	8,4	64,3	9,9	74,1	11,4	80,6	12,4	89,0	13,7	101,1
1440	24	37,6	4,4	46,4	5,4	51,8	6,0	59,0	6,8	69,2	8,0	79,9	9,2	86,8	10,0	95,9	11,1	108,9
2880	48	45,0	2,6	55,5	3,2	62,0	3,6	70,5	4,1	82,8	4,8	95,5	5,5	103,8	6,0	114,7	6,6	130,2
4320	72	49,9	1,9	61,6	2,4	68,8	2,7	78,2	3,0	91,9	3,5	106,0	4,1	115,2	4,4	127,3	4,9	144,6
5760	96	53,7	1,6	66,3	1,9	74,1	2,1	84,3	2,4	99,0	2,9	114,1	3,3	124,0	3,6	137,1	4,0	155,7
7200	120	56,9	1,3	70,2	1,6	78,4	1,8	89,2	2,1	104,8	2,4	120,9	2,8	131,4	3,0	145,2	3,4	164,9
8640	144	59,6	1,1	73,6	1,4	82,2	1,6	93,5	1,8	109,8	2,1	126,7	2,4	137,7	2,7	152,1	2,9	172,8
10080	168	62,1	1,0	76,6	1,3	85,5	1,4	97,3	1,6	114,3	1,9	131,8	2,2	143,3	2,4	158,3	2,6	179,8

Quelle: https://www.openko.de/wp-content/uploads/2023/01/KOSTRA_DWD_2020_160172_42c263df.pdf

Die Dauerstufe D ist ein Zeitabschnitt mit Niederschlag unabhängig von dem Beginn und Ende eines natürlichen Ereignisses. Die Einheit der Dauerstufe ist in Minuten (min) und Stunden (h) angegeben. Es sind insgesamt 22 Standard-Dauerstufen von 5 min bis 10080 min bzw. 168 h. Die Wiederkehrzeit ist die mittlere Zeitspanne, der das Auftreten eines Ereignisses einmal zu erwarten ist. Somit bildet sie die Häufigkeit des Auftretens von Ereignissen ab. Das tatsächliche Auftreten bleibt jedoch ungewiss. Die Wiederkehrzeit wird in Jahren (a) gemessen und befindet sich im Wertebereich 1 a bis 100 a. Die Starkniederschlagshöhe hN, auch Bemessungsniederschlag genannt, bildet das Ergebnis der extremwertstatistischen Niederschlagsreihen in Abhängigkeit von Dauerstufe und Wiederkehrzeit ab. Die Einheit ist Millimeter (mm) bzw. Liter pro Quadratmeter (l/m²) und wird in folgender Formel dargestellt:

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ l/qm}$$

Regenspende R_N , oder auch Bemessungsspende, bezeichnet das Volumen des abzuleitenden Niederschlags pro Fläche und Zeit.³⁴ Sie spielt eine entscheidende Rolle im Planungs- und Bemessungswesen, mit der Einheit Liter pro Sekunde und Hektar (l / (s ha)).³⁵ Auffallend ist, dass das hohe Regenspende bei kurzer Regendauer, wie z.B. 120 l/s (s*ha) bei der Dauerstufe von 15 min eher auftritt, als bei den Niederschlägen mit längerer Dauer. Die Niederschlagsintensität ist bei kurzandauernden Niederschlagsereignissen höher. Diese Daten könnten einen Sturmregen von kurzer Dauer repräsentieren. Wenn man aber bei der gleichen Dauerstufe eine höhere Wiederkehrzeit wählt, z.B. 3 a, dann verdoppelt sich die Regenspende auf 165,6 l/(s ha). Bei einer Wiederkehrzeit von 100 a beträgt das Volumen 348,9 l/(s ha). Somit steigt das

Volumen bei höherer Wiederkehrzeit. Die Wahrscheinlichkeit ist also gegeben, dass eine stärkere Regenspende bei höherer Wiederkehrzeit bei gleicher Niederschlagsdauer auftritt. Weiterhin erkennt man in Tabelle 27, dass die Regenspende mit der steigenden Regendauer abnimmt. Z.B. beträgt die Regenspende bei einer Dauerstufe von 10 min und einem Wiederkehrereignis von 1 a 156,7 l/(s ha) und bei einer Dauerstufe von 168 Stunden bzw. 10.080 min 1 l/(s ha). Die Regenintensität nimmt also mit zunehmender Dauer ab. Diese Daten bilden eine fundamentale Grundlage, um ein Szenario für den Regenwasserabfluss von versiegelten Flächen auszurechnen. Der Regenwasserabfluss wird nach Gleichung 5 der Norm DIN 1986-100 folgendermaßen aufgestellt:

$$Q(r) = r (D/T) \times C_s \times A/10.000 \text{ (l/s)}$$

Dabei:

$Q(r)$ = Regenwasserabfluss in l/s

r = Regenspende in l/(s*ha) bzw. l/(s*10.000 m²)

D = Dauer des Regens

T = Jährlichkeit -> Wiederkehrwahrscheinlichkeit

C_s = Spitzenabflusswert (dimensionslos)

A = Niederschlagsfläche in m²

Es werden insgesamt zwei Szenarien, mit unterschiedlicher Wiederkehrzeit und unterschiedlicher Dauerstufe, durchgerechnet.

SZENARIO 1:

Zunächst wird davon ausgegangen, dass ca. jedes Jahr ein Starkregenereignis mit hoher Intensität 30 min lang auftritt. Bei einem 30-minütigen Starkregen beträgt die Niederschlagsmenge 13,4 mm. Für eine Fläche von 2.000 m² ergibt sich

$$13,4 \text{ mm} = 13,4 \text{ l/qm} \times 2.000 \text{ qm} = 26.800 \text{ l} = 26,8 \text{ m}^3$$

Wie man Abbildung 56 entnehmen kann, ist die Fläche großflächig asphaltiert und somit agglomeriert sie 26.800 l oder ca. 27 m³ Regenwasser innerhalb der 30 Minuten. Dieses Regenwasser fließt anschließend ab. Die Abflussmenge des Regenwassers von dieser Fläche kann mit Hilfe einer weiteren Formel ermittelt werden. Da die Parkfläche uneben ist und die unterschiedlichen Stellen einen anderen Winkelgrad haben, wurde für diese Formel der mittlere Abflusswert von 0,9 genommen, der für den Flächentyp „Flachdach mit einer Neigung bis 3-5%“³⁶ vorgesehen ist:

$$Q(r) = r (30/1a) \times C_s \times A/10.000 \text{ (l/s)}$$

$$Q(r) = 74,4 (30/1a) \times 0,90s \times 2.000/10.000 \text{ (l/s)}$$

$$= 13,392 \text{ (l/s)}$$

Der Regenwasserabfluss beträgt somit ca. 13,4 l/s.

SZENARIO 2:

Im zweiten Szenario geht man davon aus, dass ein Dauerregen von 8640 min bzw. 144 Stunden mit einer Wiederkehrzeit von ca. 5 Jahren auftritt:

$$93,5 \text{ mm} = 93,5 \text{ l/qm} \times 2.000 \text{ qm} = 187.000 \text{ l} = 187 \text{ m}^3$$

Für der Parkfläche vor der Turnhalle fällt an 6 Tagen (144 St oder 8640 min) insgesamt 187 m³ Regenwasser an. Um den Regenabfluss zu berechnen, wurden entsprechende Werte aus Tabelle 27 genommen:

$$Q(r) = r (8640/5a) \times C_s \times A/10.000 \text{ (l/s)}$$

$$Q(r) = 1,8 (30/1a) \times 0,90s \times 2.000/10.000 \text{ (l/s)}$$

$$= 0,3 \text{ (l/s)}$$

Bei einem Dauerregen mit einer Regenspende von 1,8 l/(s*ha) beträgt der theoretische Regenwasserabfluss ca. 0,3 l/s.

³⁴ Quelle: https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/download/kostra_dwd_2020_anwenderhilfe.pdf.pdf?sessionid=A414AD7DB531D63C8C94EC9586057E9B.live31092?_blob=publicationFile&v=3

³⁵ Quelle: KOSTRA_DWD_2020_160172_42c263df.pdf (openko.de) https://www.openko.de/wp-content/uploads/2023/01/KOSTRA_DWD_2020_160172_42c263df.pdf

³⁶ Quelle: <https://www.bauformeln.de/wasserbau/hydrologie/abflussbeiwert/>

7.1.2.3 Parkplatz WINTERLING Gebäude

Im Quartier ist eine weitere Stelle aufgefallen, an der der Abfluss des Regenwassers während eines Starkregens ein mögliches Risiko- oder Beeinträchtigungspotenzial birgt. Eine weitere Parkfläche beim WINTERLING Gebäude ist vollständig und großflächig asphaltiert (siehe Abbildung 58). Der Parkplatz liegt auf den Flurstücken 3307/4 und 31103, die nicht im kommunalen Besitz sind.



Abbildung 58: Parkplatz Winterling Gebäude



- Parkplatz Winterlinggebäude
- ⋯ Private Grundstücke
 - Parkplatz
 - ← geschätzte Abflussrichtung
 - ↪ Abflussmulde
 - ▬ Grünflächen

Abbildung 59: Ausgangssituation Parkfläche Winterling Gebäude



Abbildung 60: Abflussmulde neben dem Winterling Gebäude

Neben mangelnder Ästhetik der Parkfläche funktioniert die Drainage der Parkfläche nicht ordnungsgemäß. Der Großteil des Regenabflusses verläuft nicht in die vorgesehene Abflussmulde (siehe blauer Pfeil in Abbildung 59), sondern eher Richtung Straße und anschließend gen Süden. Diese Abflussrichtung ist in Abbildung 59 durch die türkisblauen Pfeile gekennzeichnet. Sie kommt durch die Neigung zu Stande, die am östlichen Ende des Parkplatzes mit 2,5° beginnt und dann zur Straße hin auf 1,6° abflacht. Die Abflussmulde mündet in eine Grünfläche, in die ursprünglich das Regenwasser hingeleitet werden sollte. Auf Abbildung 60 ist deutlich zu erkennen, dass die Mulde entweder mit den Jahren verseicht ist oder nie sehr tief angelegt wurde. Die Fläche eignet sich allerdings sehr gut für ein kleines Auffangbecken, das mit der Mulde

an der T-Kreuzung zur Egerstraße im Norden verbunden werden könnte.

Wie Abbildung 59 zu entnehmen ist, ist der Parkplatz von Privatflächen eingeschlossen. Im Westen und im Norden, vor der Abgrenzung zum Privatgrundstück, befinden sich noch zwei angrenzende Grünflächenstreifen. Die Größe der versiegelten Fläche beträgt ca. 1.180 m². Bei einem andauerndem Starkregen könnte das Wasser theoretisch über die Entwässerungsrinne auf die Straße hinaus fließen. Da die Fläche wie bei der Turnhalle, komplett versiegelt ist, ist die Versickerungsrate sehr gering bis gar nicht gegeben. Auch für diese Parkfläche werden zwei Szenarien durchgerechnet. Auch für diese Szenarien dient Tabelle 27 als Datengrundlage.

SZENARIO 3:

Es wird angenommen, dass ungefähr einmal in 10 Jahren ein Starkregenereignis mit hoher Intensität von 30-minütiger Dauer auftritt. Bei einem solchen 30-minütigen Starkregen beträgt die Niederschlagsmenge 24,7 mm. Für eine Fläche von 1.180 m² ergibt sich daraus:

$$24,7 \text{ mm} = 24,7 \text{ l/qm} \times 1.180 \text{ qm} = 29.143 \text{ l} = \text{ca. } 29,1 \text{ m}^3$$

Die 1.180 m² große, weitläufig asphaltierte Fläche führt dazu, dass während der 30 Minuten etwa 29.143 Liter oder ungefähr 29 m³ Regenwasser anfallen, was einer Rate von etwa 0,97 Kubikmetern pro Minute entspricht. Die Abflussmenge von dieser Fläche kann mithilfe einer weiteren Formel berechnet werden. Aufgrund der Unebenheiten der Parkfläche und der unterschiedlichen Neigung an verschiedenen Stellen wurde für diese Formel ein mittlerer Abflusswert von 0,9 verwendet, der für den Flächentyp „Flachdach mit einer Neigung bis 3-5%“ festgelegt ist:

$$Q(r) = r (30/10a) \times Cs \times A/10.000 \text{ (l/s)}$$

$$Q(r) = 137,2 (30/10a) \times 0,90s \times 1.180/10.000 \text{ (l/s)}$$

$$= 14,6 \text{ (l/s)}$$

Der Regenwasserabfluss auf einer Fläche von 1.180 m² bei einem kurzen Starkregen mit 29,1, der ungefähr einmal in 10 Jahren auftreten könnte, beträgt ca. 14,6 l/s.

SZENARIO 4:

Im zweiten Szenario wird angenommen, dass ein langanhaltender Dauerregen von 8640 Minuten oder 144 Stunden mit einer Rückkehrperiode von etwa 20 Jahren auftritt und auf der Parkfläche mit einer Größe von 1.180 m² folgende Niederschlagsmengen innerhalb dieser Zeit agglomeriert:

$$126,7 \text{ mm} = 126,7 \text{ l/qm} \times 1.180 \text{ qm} = 149.506 \text{ l} = 149,5 \text{ m}^3$$

Für der Parkfläche fällt an 6 Tagen (144 St oder 8640 min) insgesamt 149,5 m³ Regenwasser an, was ca. 0,01 m³/min entspricht.

Der Regenwasserabfluss bei dem Dauerregen beträgt:

$$Q(r) = r (8640/20a) \times Cs \times A/10.000 \text{ (l/s)}$$

$$Q(r) = 2,4 (8640/20a) \times 0,90s \times 1.180/10.000 \text{ (l/s)}$$

$$= 0,2 \text{ (l/s)}$$

7.1.3 Zusammenfassung

Im Feuchtgebiet bzw. dem Biber-Biotop stellt sich die Durchführung einer Kalkulation, selbst um eine grobe Aussage treffen zu können, als nicht zuverlässig heraus. Dies kommt wegen der Größe des Einzugsgebiets (unterirdisch und oberirdisch) zustande. Eine umfangreiche Datenerhebung und zahlreiche Messungen wären erforderlich, um aufgrund der komplexen topographischen Gegebenheiten eine zuverlässige Aussage über das Gefahrenpotenzial treffen zu können. Das gesamte Feuchtgebiet sollte simuliert werden, um die Folgen einschätzen zu können. Ein Projekt dieses Umfangs sollte idealerweise von einem Marktführer wie der Firma „Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH“ durchgeführt werden. Trotz dieser Herausforderungen haben wir einige Vorschläge erarbeitet, die als Grundlage für weiterführende Maßnahmen dienen könnten. Eine wesentliche Herausforderung besteht in der potenziellen Überflutung angrenzender Wiesen, was zu Konflikten mit vorhandenen Teichzuchtanlagen führen könnte. Es muss detailliert untersucht werden, inwiefern eine

Überflutung der Wiese tatsächlich eine Gefahr darstellt oder ob sie möglicherweise sogar Vorteile bringt.

Bei den beiden Parkplätzen, die großflächig und asphaltiert sind, ergibt sich eine Agglomeration von Niederschlägen, die zu einem verstärkten Regenwasserabfluss führen könnte. Dieser Abfluss wäre eher untypisch für das Quartier, da es nicht die typischen Charakterzüge einer urbanen Gegend aufweist. Durch zahlreiche Grünflächen, auch auf privaten Grundstücken (z.B. Gärten), gibt es zahlreiche Versickerungsmöglichkeiten für das Wasser. Topgraphisch liegt das Quartier auf einer Anhöhe, sodass das Wasser auf natürlichem Weg auch unterirdisch abfließt und das Quartier nicht überflutet werden kann. Der nördliche Teil des Quartiers ist allerdings ein Teil des Einzugsgebietes des Eger-Beckens. Abflussdrosselung auf großflächig versiegelten Flächen würde der Hochwassergefahr im Uferbereich der Eger entgegenwirken. Es wird empfohlen, Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen und die

Parkflächen so umzugestalten, dass sie die Biodiversität fördern, den Wasserhaushalt erhalten und zur Kühlung der Böden beitragen.

Tabelle 28 veranschaulicht, wie die Größe der Fläche und die Dauer des Niederschlags die Höhe des Regenwasserabflusses beeinflussen, insbesondere in Gebieten mit hoher Versiegelung wie asphaltierten Flächen. Der Regenwasserabfluss wurde mit einem mittleren Abflusswert von 0,9 berechnet, da der Asphalt eine geringe Durchlässigkeit hat. Die Kalkulationsergebnisse der vier Szenarien auf zwei unterschiedlich großen Flächen wurden zusammengefasst. Die Szenarien sind je Parkfläche auf einen kurzen Starkregen mit höherer Regenintensität und einen Dauerregen mit einer niedrigeren Intensität beschränkt. Des Weiteren wurde auch eine andere Wiederkehrwahrscheinlichkeit für jedes Szenario ausgesucht. Auffallend ist, dass das Regenwasserabflussvolumen mit höherer Dauer abnimmt, allerdings bei größeren Intervallen wiederum zunimmt. Somit beträgt der Regenwasserabfluss bei einem 30-minütigen Starkregen bei ca. jährlich auftretendem Ereignis auf einer Fläche von 2.000 m² ca. 13,4 l/s. Bei gleichen Dauerparametern aber anderen Wiederkehrwahrscheinlichkeit

von 10a verdoppelt sich die Regenspende und der Regenwasserabfluss liegt mit 14,6 l/s höher als bei einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 1a, obwohl die Fläche um 800 m² kleiner ist. Die Regenabflüsse nehmen bei kurzen Ereignissen sowie bei größeren Auftrittsintervallen zu. Die Abflussmengen pro Zeiteinheit bei Dauerregen nehmen zwar ab, allerdings handelt es sich um eine viel größere Wassermenge, die in einem Zeitraum abfließen muss. Es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass bei langanhaltendem Dauerregen, auch wenn die Niederschlagsintensität pro Zeiteinheit geringer als bei einem Sturmregen ausfällt, die Absorptionskapazität des Bodens nachlässt. Infolgedessen kann selbst auf Grünflächen das Wasser nicht mehr effektiv versickern, was zu einem kontinuierlichen oberirdischen Abfluss führt. Dieser kann negative Folgen wie Erosion nach sich ziehen.

Tabelle 28 zeigt eine überarbeitete Darstellung, der verschiedenen Szenarien von Starkniederschlägen und den damit verbundenen Regenwasserabflüssen zeigt. Diese Daten basieren auf einem Abflusswert von 0,9 für asphaltierte Flächen.

Tabelle 28: Kalkulation von vier Szenarien von Starkniederschlagshöhe und Regenwasserabfluss (Abflusswert 0,9 für asphaltierte Flächen)

Versiegelung	Abflusswert	Szenario	Wiederkehrwahrscheinlichkeit	Dauer (min)	Starkniederschlagshöhe (mm)	Regenspende (l/(s*ha))	Regenwasserabfluss (l/s)
Asphalt 2000 m ²	0,9	30 min, 1a	1a	30	27 m ³ (auf 2.000 m ²) 0,9 m ³ /min	74,4	13,4
Asphalt 2000 m ²	0,9	8640 min, 5a	5a	8640	187 m ³ (auf 2.000 m ²) 0,02 m ³ /min	1,8	0,3
Asphalt 1.118 m ²	0,9	30 min, 10a	10a	30	29 m ³ (auf 1.118 m ²) 0,96 m ³ /min	137,2	14,6
Asphalt 1.118 m ²	0,9	8640 min, 20a	20a	8640	150 (auf 1.118 m ²) 0,02 m ³ /min	2,4	0,2

7.2 Handlungsempfehlung für die Überflutungsvorsorge

Urbanisten implementieren das Konzept der „Schwammstädte“, indem sie darauf abzielen, das Wasser genau dort zu versickern und aufzuhalten, wo die Niederschlagsabflüsse anfallen. Dieses Prinzip hilft, den Abfluss des Regenwassers direkt an seiner Quelle zu regulieren bzw. direkt in den Wasserkreislauf einzuleiten. Dieses Konzept auf den Bausteinen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung auf. Der Hauptfokus liegt darauf, die Prinzipien der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung zu berücksichtigen und praktisch umzusetzen. Dabei spielen verschiedene Bausteine eine zentrale Rolle. Zunächst geht es darum, durch den Einsatz von Auffangbecken den Wasserabfluss effektiv zu reduzieren oder zu drosseln. Weiterhin sollen die Versickerungs- und Verdunstungsraten durch geeignete Maßnahmen gesteigert werden, um das Wasser lokal zu verwalten und nutzen zu können. Die Nutzung der Niederschläge für ökologische oder landwirtschaftliche Zwecke ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Zusätzlich wird die Rückhaltung des Wassers in der Umgebung gefördert, um Hochwasserrisiken zu minimieren und Wasserressourcen zu schonen. Die gedrosselte Ableitung des gesammelten Wassers in umliegende Gewässer oder Behandlungsanlagen stellt sicher, dass die Belastung für die natürliche Umgebung reduziert wird. Abschließend umfasst das Konzept auch die Behandlung und Reinigung des aufgefangenen Wassers, um dessen Qualität für die Wiederverwendung bzw. für die Umwelt sowie für das Grundwasser zu sichern.

Im Bezug auf das Quartier liegt die primäre Herausforderung darin, den oberirdischen Abfluss zu reduzieren, der an manchen Stellen durch starke Bodenversiegelung und ausgeprägte Neigungen verursacht wird. Dies ist von großer Bedeutung, da ein unkontrollierter Abfluss zu verschiedenen Problemen führen kann:

- **Erosion:** Hierbei kann es zur Abtragung von Nährstoffen, der Humusschicht oder sogar ganzer Bodenschichten kommen, was die Fruchtbarkeit des Bodens erheblich beeinträchtigt.
- **Verteilung von Verunreinigungen:** Durch den oberflächlichen Wasserfluss können biogene Stoffe wie Biomasse und chemische Substanzen, beispielsweise Herbizide, verteilt werden, was die Umweltqualität weiter verschlechtert.
- **Gefahren für anthropogene Strukturen:** Die durch Erosion verursachten Schäden können auch anthropogene Raumgestaltungen, wie beispielsweise Landschaftsbau und Infrastrukturen, gefährden oder sogar beschädigen.
- **Belastung des Eger-Beckens bei Starkregenereignissen:** Hohe oberirdische Abflüsse von den erhöhten Gebieten des Quartiers können das Risiko von Hochwasser entlang der Uferbereiche der Eger in der Gemeinde Röslau verstärken.

Diese Problematiken verdeutlichen die Notwendigkeit, effektive Maßnahmen zur Wasserbewirtschaftung und zum Erosionsschutz im Quartier zu implementieren.

7.2.1 Handlungsempfehlung für vorhandene Regenwassermanagementmaßnahmen

Unsere Erkenntnisse aus der Begehung im Bereich „Am Industriepark“ haben zu wichtigen Beobachtungen in Bezug auf die vorhandenen Maßnahmen geführt, die in Abbildung 53 dokumentiert sind:

Abflussmulde entlang des südlichen Abschnitts der Straße „Am Industriepark“ (in Abbildung 53 in Rot markiert):

- Die Abflussmulde folgt der natürlichen Neigung und fördert bei Starkregen ein erhöhtes Abflussvolumen, was die Erosion begünstigt. Um dies zu mitigieren, wird empfohlen, mehrere kleine Wehre in die Mulde einzubauen. Dies könnte auch mit Hilfe von großen Steinen gemacht werden, die den Abfluss verlangsamen und nicht unbedingt stauen, erreicht werden. Diese Maßnahme würde die Versickerungs- sowie Verdunstungsrate steigern.
- Zusätzlich sollte die Mahd um die Mulde herum unterlassen werden, um die natürliche Vegetation zu stärken und den Boden zu stabilisieren.

Geplantes Auffangbecken (in Abbildung 53 in Orange markiert):

- Aufgrund der Topografie wäre es vorteilhaft, eine Stufenkette aus zwei oder höchstens drei kleineren Auffangbecken statt eines großen Beckens zu planen. Dies würde nicht nur die Versickerung und Verdunstung fördern, sondern auch den Abfluss effektiv drosseln.
- Am Nordrand der Becken sollte eine Hecke gepflanzt werden. Dies schafft eine vegetative Struktur in der Landschaft und dient als Lebensraum für Kleinvögel sowie als Nahrungsquelle für Bestäuber und Bienen.
- Auf der Südseite dem Südhang sollten einheimischen Wildstauden angepflanzt werden.

Diese Maßnahmen sind darauf ausgerichtet, die hydrologischen und ökologischen Funktionen des Gebiets zu verbessern und langfristig zu einer nachhaltigen Landschaftsgestaltung beizutragen.

7.2.2 Handlungsempfehlung im Biber-Biotop

Das Feuchtgebiet sowie der angrenzende Biber-Biotop stellen laut bisherigen Erkenntnissen keine signifikante Überflutungsgefahr für das Quartier dar, da sie deutlich tiefer liegen. Es besteht jedoch eine potenzielle Überschwemmungsgefahr für weitere benachbarte Wiesen am südöstlichen Rand des Quartiers, insbesondere für die Flurstücke 2741, 2744, 2742, 2743 und 2760. Um die Auswirkungen der Ausdehnung des Biberlebensraumes oder auch temporärer Überflutung auf diese landwirtschaftlich genutzten Flächen präzise beurteilen zu können, ist eine Simulation erforderlich. Die Simulation und darauffolgende Analyse werden helfen, fundierte Entscheidungen hinsichtlich möglicher Schutzmaßnahmen treffen zu können.

Der NABU empfiehlt verschiedene Maßnahmen zum Bibermanagement, um Konflikte mit der Land- und Forstwirtschaft zu minimieren. Eine effektive Strategie ist die Anlage von 20-30 m breiten Uferstreifen, die reich an Sträuchern sind, einschließlich 30% Weiden und Pappeln, ergänzt durch standortgerechte Bäume. Dies verhindert, dass Biber auf andere Baumarten ausweichen und somit Konflikte mit der Landnutzung entstehen. In Niederungsbecken sollte eine extensive Grünlandnutzung statt Ackernutzung bevorzugt werden, mit Maßnahmen wie zweimaliger Mahd pro Jahr oder einer Besatzdichte von 0,5 Großvieheinheiten pro Hektar, um wirtschaftliche Schäden durch gelegentliche Überflutungen zu vermeiden. Zusätzlich wird geraten, auf den Anbau biberattraktiver Pflanzen wie Mais, Zuckerrüben, Getreide, Raps und Sonnenblumen in unmittelbarer Ufernähe zu verzichten und die Förderung naturnaher Auen, wie Weichholzaunen und extensive Grünlandnutzung, zu unterstützen.³⁷

Vorgestellt werden zwei Optionen bezüglich der zu ergreifenden Maßnahmen, um den Überflutungsrisiken im Biber-Biotop entgegenzuwirken.

OPTION 1 umfasst einen sehr aufwändigen Ansatz, der eine gründliche Untersuchung und umfangreiche Baumaßnahmen erfordert. Die Hauptmaßnahme bei dieser Option ist der Bau eines Dammes, um die unter Überflutungsgefahr stehenden Flächen effektiv zu schützen. Empholen werden zwei Stellen für den Bau des Dammes, die in Abbildung 61 in Türkis markiert sind. Die Verlaufslinie im Osten des Feuchtgebietes soll die Wiese vor Überflutungen schützen. Im Westen soll der zweite Damm die Fischzuchtanlage vor Überflutungen schützen. Diese Option, obwohl kostspielig und arbeitsintensiv, bietet eine robuste Lösung, um Überflutungen zu verhindern und eventuell die Lebensraumerweiterung des Bibers auf den nordöstlich gelegenen Wiesen zu verhindern. Hinzu kommt noch, dass sich über das unterirdische Einzugsgebiet Wasser hinter dem Damm sammeln kann und es dadurch trotzdem zu Überflutungen kommen könnte. Die Effektivität dieser Maßnahme muss noch genauer untersucht werden.

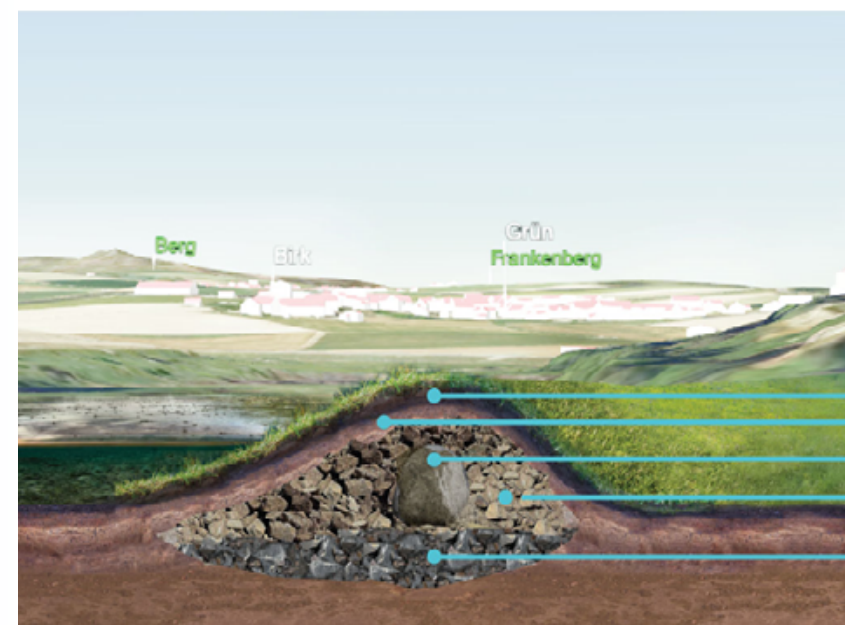
Bei der Gestaltung des Dammes sind spezielle Aspekte zu beachten, insbesondere wegen der Biberpräsenz im Feuchtgebiet. Der Damm sollte aus natürlichem Schuttmaterial wie Steinschutt aufgebaut werden, um die Stabilität zu gewährleisten und eine Zerstörung durch Biber, die sich gerne in solchen Strukturen ansiedeln³⁸, zu verhindern. Deswegen sollte die Dammstruktur in der Mitte aus großen Naturgestein bestehen (siehe Abbildung 62). Auf die großen Steine wird eine Steinschicht aufgeschüttet.



HOCHWASSERSCHUTZ-Option 1

— Dammverlauf

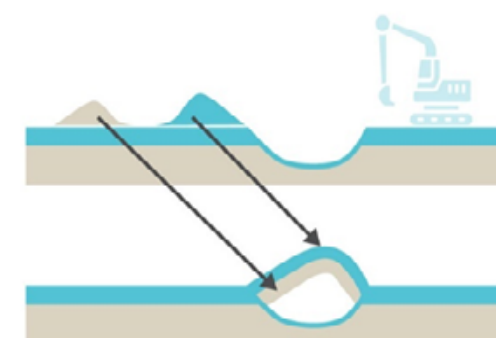
Abbildung 61: potenzielle Stellen für eine Dammanlage



AUFBAU EINER ÖKOLOGISCHEN DAMMSTRUKTUR

Humusboden
Lehm
Große Steine
Steinschutt
Stein

Abbildung 62: Aufbau einer umweltfreundlichen Dammstruktur für Biber-Biotop



KOSTENEFFIZIENZ DURCH MATERIALRECYCLING BEIM DAMMBAU

Trennung und anschließende Nutzung von Humusboden und Lehm

Abbildung 63: Erdaushubrecycling beim Dammbau

³⁷ Quelle: <https://www.bfn.de/artenportraits/castor-fiber#anchor-field-recommended-action>

³⁸ Quelle: <https://www.bund-naturschutz.de/tiere-in-bayern/biber/biberschaeden>

Anschließend wird die Struktur mit einer Lehmschicht und einer Humusschicht bedeckt. Zusätzlich soll der Damm mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt werden, vorzugsweise mit Pappeln und Weiden, die nicht nur ökologische Vorteile bieten, sondern auch die Struktur des Dammes durch ihre Wurzelsysteme stärken. Beim Bau des Dammes lassen sich Materialkosten einsparen, indem der Erdaushub von Beginn an separat gelagert und später beim Dammbau wiederverwendet wird (siehe Abbildung 63).

Option 1 ist sehr kostspielig und bedarf einer hydrologischen Analyse sowie eines ökologischen Gutachtens vor dem Baubeginn. Hinzu kämen noch die Baukosten. Aufgrund der Komplexität können die Kosten für diese Maßnahme im Vorfeld nicht geschätzt werden. Es ist aber notwendig einen Dammbau in Betracht zu ziehen, zumindest für die Absicherung der Fischzuchtanlage.

OPTION 2, eine weniger aufwendige Variante des Projekts, beinhaltet das Belassen des natürlichen Wasserlaufs sowie die Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern an kritischen Stellen. Diese Maßnahmen bieten mehrere ökologische und praktische Vorteile. Durch die Schaffung zusätzlicher Überflutungsflächen wird der Abfluss gedrosselt, was insbesondere bei starkem Dauerregen den Druck auf den Fluss Eger verringert. Darüber hinaus führen die Erweiterung des Biberlebensraums und die Renaturierung der Aue zur ökologischen Aufwertung des Gebiets. Auen zählen zu den artenreichsten Lebensräumen, bieten eine reiche Flora und Fauna und haben einen hohen ökologischen Wert. Historisch gesehen wurden viele dieser Landschaften durch Flussbegradigungen und -befestigungen zerstört, was die Gefährdung vieler Tier- und Pflanzenarten zur Folge hatte und sie auf die rote Liste brachte. Diese Maßnahmen tragen somit zur Wiederherstellung und zum Schutz dieser wertvollen Biotope bei. Vorteile der zweiten Option sind der fehlende Bauaufwand sowie die Generierung ökologisch wichtiger Lebensräume für Säugetiere, Vögel, Insekten und Pflanzen. Die vernässten Ackerflächen (hier könnten die Flurstücke 2741, 2742, 2743 und 2744, oder auch weitere Flächen in der Region, untersucht

werden) bieten eine hervorragende Möglichkeit, Kurzumtriebsplantagen mit Pappeln und Weiden anzulegen, die im Sinne einer regionalen Kreislaufwirtschaft energetisch verwertet werden können. Vorausgesetzt, dass diese Flächen den Ackerstatus besitzen und rechtlich nichts gegen das Anlegen von Energieholzplantagen spricht, ergeben sich mehrere Vorteile. Pappel- und Weidenplantagen gedeihen gut auf nassen Böden, verhindern Erosion bei Überflutungen. Selbst dauerhafte Überflutungen schaden den Plantagen nicht, was eine Ausbeutedauer von 20 Jahren fast ohne Ertragsverlust ermöglicht. Darüber hinaus können diese Plantagen gleichzeitig als Maßnahmen zur Landschaftsstrukturierung eingesetzt werden, die erheblich zur Förderung der Biodiversität und Artenvielfalt beitragen (vor allem der Avifauna und Wirbellosen). Es gibt bereits Projekte, die solche Konzepte erfolgreich umgesetzt haben bzw. derzeit umsetzen (z.B. AFAKTIVE LIFE Projekt³⁹). Allerdings bedürfen die Bewertung, Planung sowie Umsetzung einer solchen Initiative einer sorgfältigen und separaten Ausarbeitung, um alle Aspekte und Potenziale vollständig zu erfassen. Die relevanten Daten zu den Kurzumtriebsplantagen können Tabelle 18 entnommen werden.

7.2.3 Handlungsempfehlung für großflächig versiegelte Parkflächen

Großflächig versiegelte und geneigte Flächen sind durch hohe Regenwasserabflussmengen gekennzeichnet. In der Ausgangsanalyse wurde für diese Flächen ein Abflussfaktor von 0,9 angenommen, was besonders bei Starkregen zu hohen Abflüssen führt, wie in Tabelle 28 dargestellt. Das Hauptziel des Quartierskonzepts ist es, die Belastung der tieferliegenden Flächen und der Abflussleitungen in der Gemeinde Röslau während Starkregenereignissen zu reduzieren. Besonders der oberirdische Abfluss soll so weit wie möglich minimiert werden. Erfahrungsgemäß sind kleine, gezielt platzierte Maßnahmen direkt an den Ursprungsorten des Abflusses besonders wirksam.⁴⁰

Vorgeschlagen wird die gedrosselte Ableitung in Kombination mit Versickerung. Dafür gibt es mehrere geeignete Maßnahmen:

- Versickerungsmulden (für Verkehrsflächen an den Rändern): Eine Mulde oder Senke, die in beliebiger Form angelegt wird, sollte dauerhaft begrünt werden und kann mit Kies oder Steinen ausgelegt werden, bei einer Tiefe von 20-30 cm. Die Proportion der Mulde sollte 10-20% der versiegelten Fläche ausmachen.
- Wasserdurchlässige Beläge (mit geringer Verkehrsbelastung geeignet für geringe Verkehrsbelastung): Sickerpflaster, wie beispielsweise Rasengittersteine, sind eine effektive Lösung für die Wasserdurchlässigkeit von Oberflächen und sollten in ausreichend großen Flächen im Verhältnis zur angeschlossenen Fläche eingesetzt werden. Diese Art von Pflaster eignet sich besonders gut für kleinere, befestigte Freiflächen, wie Höfe oder Zufahrten, welche die Versickerung fördern und Wasseransammlungen reduzieren können.
- Rigolensysteme (für Verkehrsflächen besonders geeignet): Mulden-Rigolen-Elemente, wie zum Beispiel das EcoBloc-Komplettset aus Kunststoff, bieten eine Speicherkapazität von 1.680 bis 2.520 Litern und sind zu Preisen um die 1.000,00 Euro erhältlich. Zu den Gesamtkosten kommen noch die Ausgaben für das Füllmaterial, in der Regel Kies sowie die Kosten für den Einbau hinzu. Für die Wartung dieser Systeme ist zu beachten, dass Rigolenkörper aus Kies ein Porenvolumen zwischen 25 und 35% aufweisen, während Kunststoffrigolen ein deutlich höheres Porenvolumen von 95% bieten, was sie besonders effizient in der Wasseraufnahme und -speicherung macht.

³⁹ Quelle: <https://afaktive.stoffstrom.org/>

⁴⁰ Quelle: S. 113 ff, Seibert, S.P., Auerswald, K. (2020), Simon P. Seibert, Karl Auerswald, Hochwasserminderung im ländlichen Raum – ein Handbuch zur quantitativen Planung, Springer Spektrum 2020 (elektronisch: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>)

Tabelle 29: Abflusswerte für verschiedene Oberflächenmaterialien

Flächentyp	Art der Befestigung	Ψ_m mittlerer Abflusswert
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton	0,9
	Pflaster mit dichten Fugen	0,75
	fester Kiesbelag	0,6
	Pflaster mit offenen Fugen	0,5
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen	0,3
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine	0,25
	Rasengittersteine	0,15

Die Berechnungen in Tabelle 28 basieren auf einem mittleren Abflusswert von 0,9 für flach asphaltierte Flächen, welche den höchsten Abflusswert aufweisen. Im Gegensatz dazu zeigen Flächen, die mit Rasengittersteinen befestigt sind, den niedrigsten Abflusswert. Deshalb wird vorgeschlagen, eine große Fläche mit einer Kombination verschiedener Befestigungsmaterialien zu gestalten. Tabelle 29 bietet eine detaillierte Übersicht der mittleren Abflusswerte, sortiert nach Flächentyp und Befestigungsart.⁴¹

7.2.4 Parkplatz Turnhalle

Die zwei Gestaltungsoptionen für die Parkfläche an der Turnhalle sind in Abbildung 64 skizziert.

Für eine umweltschonende Umgestaltung des Parkplatzes mit minimalen Eingriffen und Ressourcen wird folgendes Konzept als Option 1 vorgeschlagen: Der Parkplatz bleibt in seiner aktuellen Form bestehen, jedoch werden an der nördlichen und südwestlichen Seite der Parkfläche zwei Mulden angelegt. Diese dienen als Auffangbecken für den Regenwasserabfluss und sollten 20% bis 30% der Gesamtfläche des Parkplatzes einnehmen. Die Mulden werden mit regionalen Wildblumen bepflanzt, um die Biodiversität zu fördern und das Landschaftsbild zu verbessern.

Zusätzlich sollten die unversiegelten Inseln mit einer Jungbaumreihe zwischen zwei Einfahrten miteinander verbunden sein. Der Streifen soll unversiegelt bleiben. Zwischen den einzelnen Bäumen, in etwa auf einem Quadratmeter, werden etwa 50 cm tiefe Mulden angelegt und mit regionalen Wildstauden bepflanzt. Wie bei Option 2, hinter der Mulde an der westlichen Seite der Parkfläche wird die Anlage einer Vegetationsstruktur empfohlen, bestehend aus zwei Bäumen, wie zum Beispiel Silberlinden oder Sommerkastanien, und mehreren Inseln aus einheimischer Hecke. Es wird auch empfohlen innerhalb der Vegetationsstruktur nicht zu mähen. Diese Vegetation trägt nicht nur zur Entwässerung der Mulden bei, sondern schützt auch den Boden vor Erosion und fördert die lokale Flora und Fauna. Die geschätzten Kosten für diese einfache Maßnahme belaufen sich auf etwa 30.000 bis 40.000 Euro. Dennoch wird empfohlen, zur genauen

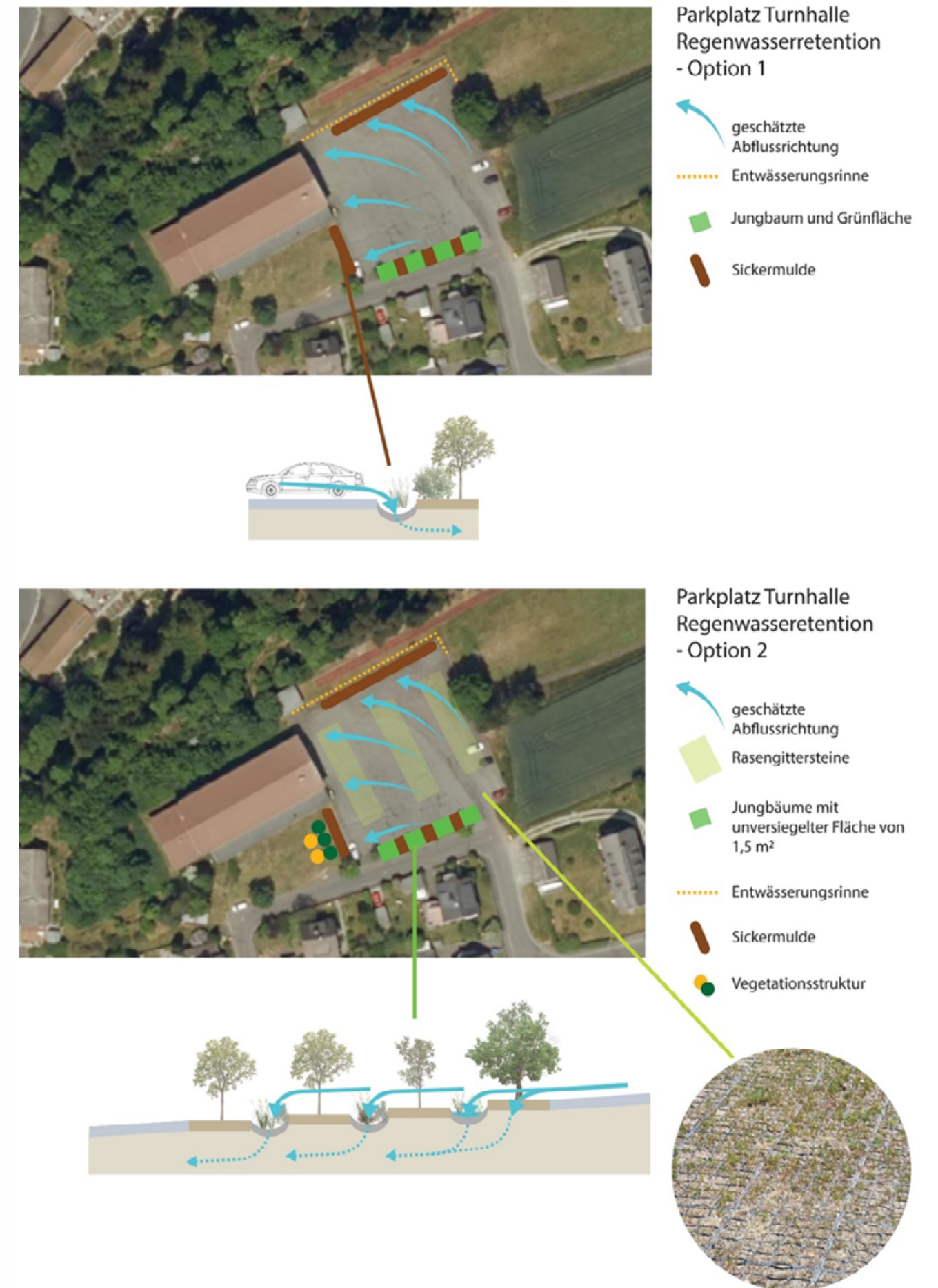


Abbildung 64: Umgestaltungsoptionen für die Parkfläche Turnhalle

⁴¹ Quelle: <https://www.bauformeln.de/wasserbau/hydrologie/abflussbeiwert/>

Kostenermittlung ein konkretes Angebot von einem Fachunternehmen einzuholen.

Option 2 stellt eine aufwendigere Vorgehensweise dar, da sie eine Umgestaltung der versiegelten Fläche vorsieht. Ähnliche Maßnahmen wie bei Option 1 sollten auch hier implementiert werden. Zusätzlich, falls technisch umsetzbar, könnte an den Stellen, wo Autos parken, Rasengittersteine als Befestigungsmaterial verwendet werden, die eine Versickerung des Regenwassers ermöglichen und somit den Regenwasserabfluss minimieren. Die befahrbaren Flächen sollen jedoch entweder asphaltiert bleiben oder mit einem anderen geeigneten Schwerlastbelag versehen werden, da die Parkfläche auch für Veranstaltungen genutzt wird. Womöglich muss die Lage der Rasengitterflächen an die Abflussrichtungen angepasst und anders als in der Skizze angegeben platziert werden. Zusätzlich könnten die Rigolensysteme in die Parkfläche mitintegriert werden.

Die geschätzten Kosten für diese Maßnahme belaufen sich auf etwa 70.000 bis 80.000 Euro, was auch die Kosten für das Abtransportieren und Entsorgen des Asphalts einschließt. Es ist jedoch ratsam, ein detailliertes Angebot von einem spezialisierten Unternehmen einzuholen, um präzise Kostenvoranschläge zu erhalten.

7.2.5 Parkplatz WINTERLING Gebäude

Damit das Auffangbecken (siehe Abbildung 59 und Abbildung 60) ausgelastet werden kann, müsste die Neigung der Parkfläche korrigiert werden. Dies ist mit einem erheblichen Bauaufwand und der kompletten Neugestaltung der Parkfläche verbunden.

Die in Abbildung 60 dargestellte Grünfläche könnte in eine Sickermulde umgewandelt werden. Zusätzlich könnten die Abflussmulden, die zur T-Kreuzung führen, vertieft und mit Wildstauden bepflanzt werden. Im Zuge des Quartierskonzepts, in dem ein „Mobility-Hub“ entwickelt wurde, bietet sich diese Lage an, um das Hub in die Neugestaltung der Parkfläche zu integrieren. Die Neugestaltung der Parkfläche neben dem WINTERLING Gebäude ist in Abbildung 65 dargestellt.

Die Parkfläche ist speziell für die Nutzung durch PKWs konzipiert. Die Randbereiche des Parkplatzes werden mit Sickersteinen versehen, um eine effiziente Wasserversickerung zu ermöglichen. Zusätzlich werden die Grünflächen als Versickerungsflächen genutzt und mit regionalen Wildstauden bepflanzt. Größere grüne Inseln innerhalb des Parkplatzes werden mit einheimischen Hecken oder einzelnen Bäumen bestückt, um die Biodiversität zu fördern. Das Konzept des „Mobility-Hubs“ wird im Kapitel „Mobility-Hub und Ladeinfrastruktur“ ausführlich dargestellt und erläutert.

Die geschätzten Kosten für die vollständige Neugestaltung der Parkfläche belaufen sich auf etwa 140.000 bis 150.000 Euro. Diese Schätzung umfasst den Abriss, den Abtransport und die Entsorgung des alten Materials, die Nivellierung der Fläche sowie die Neuverlegung des Bodenbelags. Es wird empfohlen ein spezifisches Angebot zur genauen Kostenkalkulation von einem Fachunternehmen einzuholen.

Die Kosten für die Gestaltung der Grünflächen werden im Kapitel „Geschätzte Kosten für Grünanlagen“ dargelegt.

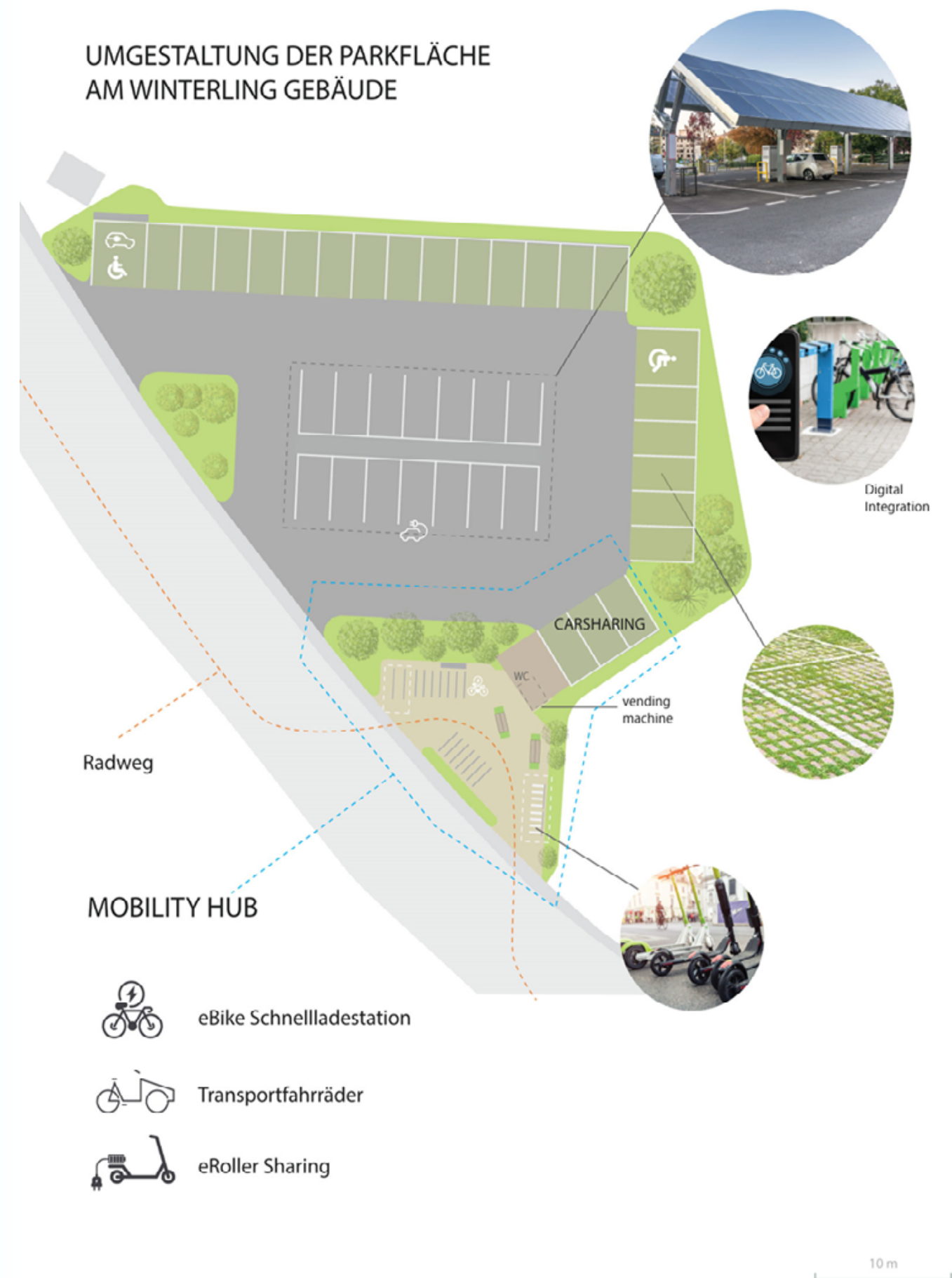


Abbildung 65: Umgestaltung der Parkfläche am WINTERLING Gebäude

7.2.6 Förderung der Überflutungsvorsorge

Verschiedene staatliche Förderungen kommen in Frage, um die Gemeinde Röslau bei der Planung und Umsetzung der passenden Maßnahmen zur Regenwasserretention zu unterstützen. Welche Förderung den Anforderungen am besten entspricht hängt maßgeblich von den ausgewählten Maßnahmen ab. Eine Förderung kann beantragt werden, sobald die Gemeinde sich offiziell für angemessene Maßnahmen entschieden hat. Es sind verschiedene Förderungen für das Vorhaben geeignet. Die unten aufgeführten Förderungen stellen eine unvollständige Auswahl dar.

ZUSCHUSS DURCH MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERBRAUCHERSCHUTZ

- **Förderung:** <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMU/massnahmen-zur-anpassung-an-den-klimawandel.html>
- **Höhe:** min 50.000€ als Zuschuss
- **Voraussetzungen:** Projekt wurde noch nicht begonnen und findet freiwillig und nicht auf gesetzliche Anordnung statt

ZUSCHUSS DURCH MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERBRAUCHERSCHUTZ

- **Förderung:** <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMU/klimaanpassung-in-sozialen-einrichtungen.html>
- **Höhe:** bis zu 80% der Gesamtausgaben
- **Voraussetzungen:** Bezug zu vulnerablen Personen, Nachweis über Zweckbindung und Wirtschaftlichkeit

FÖRDERUNG VON MASSNAHMEN IM BIBER-BIOTOP

- **Förderung:** www.kfw.de/444
- **Höhe:** offen, 80/90% Zuschuss
- **Voraussetzung:** Kommunen und kommunale Zwecksverbände sind auftragsberechtigt



8

VERSCHÖNERUNGSGRÜN ZU KLIMAFITTE GRÜNRÄUMEN

Dieses Kapitel widmet sich der Förderung von Biodiversität und der Vernetzung von Biotopen in städtischen sowie kommunalen Grünflächen.

Zunächst wird dargelegt, was Biodiversität bedeutet: Es ist die Vielfalt des Lebens in all seinen Formen. Die Biodiversität umfasst mehrere Ebenen:

- **Ökosystemvielfalt:** Hierzu zählen Biotope als Lebensraumtypen und Biozönosen, also Lebensgemeinschaften verschiedener Arten, die in diesen Lebensräumen existieren.
- **Artenvielfalt:** Vielfalt an Arten sowie Vielfalt an Individuen einer Art. Strukturell reiche Gebiete zeichnen sich durch eine hohe Artenvielfalt aus.
- **Genetische Vielfalt:** Diese bezieht sich auf das genetische Spektrum innerhalb einer Art, was besonders im Kontext des Klimawandels von Bedeutung ist, da Umweltfaktoren die genetische Vielfalt beeinflussen können. Diese Vielfalt ermöglicht es Arten, sich an verschiedene innere und äußere Bedingungen anzupassen.

Laut des Weltbiodiversitätsrats IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) befinden wir uns aktuell in einer Biodiversitätskrise, mit einem durchschnittlichen Artenschwund von etwa 68%, verursacht durch Klimawandel, Flächenversiegelung, invasive Neobiota, Zerschneidung von Landschaften und damit einhergehende Einengung der Arten, intensive Nutzung und Übernutzung der Ökosystem in der Land- und Forstwirtschaft, die zu einer veränderten Artenzusammensetzung führen.⁴²

Was ist ein Biotopverbund? Dieser besteht aus miteinander verbundenen Biotopen, einschließlich Trittsteinen, die kurzzeitige Rastplätze für wandernde Arten bieten und durch Korridore verbunden sind, die als Transportwege dienen. Der Biotopverbund im Siedlungsraum hat zwei Hauptziele:

1. **Schaffung attraktiver Lebensräume:** Diese binden Bürger und Besucher, indem sie die grüne Infrastruktur verbessern, was nicht nur die Lebensqualität erhöht, sondern auch Ökodienstleistungen fördert.
2. **Klimaresilienz:** Eine vielfältige grüne Infrastruktur ist widerstandsfähiger gegenüber extremen Wetterereignissen und trägt somit zur Anpassung an den Klimawandel bei.

Es ist erwähnenswert, dass extensive Grünflächen effektive CO₂-Senken darstellen. Die langjährigen Studien und Untersuchungen von Frau Sibylle Steinbeiß im Rahmen ihrer Doktorarbeit bestätigen, dass eine höhere Kohlenstoffspeicherung im Boden mit der pflanzlichen Artenvielfalt korreliert. Somit sind Grünflächen mit einer großen Artenvielfalt nicht nur wertvolle Lebensräume, sondern spielen auch eine aktive Rolle im Kampf gegen den Klimawandel, indem sie Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden und diesen langfristig im Boden speichern.⁴³

⁴² Quelle: <https://www.forschung-und-lehre.de/zeitfragen/der-verlust-der-biodiversitaet-und-was-wir-tun-koennen-3698/>

⁴³ S. 14 ff, Steinbeiß, 2011 (Steinbeiß Sibylle, Kohlenstoffspeicherung in Böden durch pflanzliche Artenvielfalt-Einfluss der Biodiversität von Pflanzen auf die Speicherung von Kohlestoff in Böden und auf den Austrag von gelöstem organischem Kohlestoff, VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken 2011)

8.1 Ausgangsanalyse

In einem Quartierskonzept nimmt die Um- und Neugestaltung von Grünflächen eine zentrale Rolle ein. Öffentliche Grünflächen in vielen Kommunen sind oft überpflügt und präsentieren sich in einem Zustand, der zwar sehr sauber, jedoch häufig ungenutzt ist. Dabei bieten gerade Parkanlagen und Spielplätze, die regelmäßig genutzt werden, hervorragende Möglichkeiten, Bildung und die Förderung der Artenvielfalt zu verbinden.

Die Neugestaltung der Grünflächen in Quartieren zielt darauf ab, eine größere Artenvielfalt zu fördern. Dies trägt nicht nur zur langfristigen CO₂-Speicherung im Boden bei, sondern ermöglicht es auch, die Vegetation anpassungsfähiger und resilienter gegenüber extremen Wetterereignissen zu gestalten. Durch die Einführung trockenresistenter Vegetation und den verstärkten Einsatz einheimischer Arten wird ein nachhaltigeres und ökologisch wertvolleres Grünflächenkonzept geschaffen.

Der Klimaschutz profitiert erheblich von der Biodiversität, da gesunde Grünflächen und gesunde Böden eine langfristige Speicherung von CO₂ ermöglichen. Durch die Förderung einer vielfältigen Flora und Fauna auf diesen Flächen wird nicht nur die Bodengesundheit verbessert, sondern auch eine effektive Kohlenstoffbindung erreicht. Diese natürlichen Prozesse tragen wesentlich zur Minderung der Klimaauswirkungen bei und unterstützen das globale Bestreben die CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre zu reduzieren.

Die Förderung von Bestäubern und anderen Insekten spielt eine wesentliche Rolle im Kontext des Klimaschutzes. Bestäuber sind im Laufe der Evolution gemeinsam mit den Angiospermen, den bedecksamigen Pflanzen, entstanden. Diese Wechselbeziehungen, bei denen Insekten durch Bestäubung Nahrung von den Pflanzen erhalten, haben zu einer engen evolutionären Verknüpfung geführt. Etwa 85% der Pflanzenarten sind auf biotische Bestäubung angewiesen, das heißt, ihre Fortpflanzung hängt direkt von Lebewesen ab. Ein Anstieg der Bestäuberpopulationen führt zu mehr Pflanzen und somit zu einer größeren Arten- und genetischen Vielfalt. Diese Diversität stärkt die Resilienz der Ökosysteme gegenüber klimatischen Veränderungen, da vielfältige Pflanzengemeinschaften besser auf Umweltstressoren reagieren.

8.1.1 Methodik

Im Rahmen der Entwicklung eines umfassenden Quartierskonzeptes ist die Begehung und Datenerfassung der vorhandenen Grünflächen ein wesentlicher Schritt. Diese erste Phase dient dazu, einen grundlegenden Überblick über die vorhandenen vegetativen Merkmale zu erhalten und bildet die Basis für weitere Analysen.

Anschließend wird der theoretische ökologische Wert dieser Flächen ermittelt. Dies geschieht unter Berücksichtigung verschiedener ökologischer Aspekte, wie der Bedeutung der Vegetation für Bestäuber, was aus Gründen der Artenvielfalt und der ökologischen Stabilität besonders relevant ist. Ebenfalls in die Bewertung einbezogen werden die Überlebenschancen der Pflanzen unter den Bedingungen des Klimawandels und zunehmender Extremwetterereignisse sowie der floristische Status und die Gefährdung der Arten, einschließlich ihrer Listung auf der Roten Liste gefährdeter Arten.

Darüber hinaus wird der praktische („technische“) ökologische Wert anhand des gesundheitlichen Zustandes der Vegetation bestimmt. Dieser Aspekt bezieht sich darauf, wie gut die Pflanzen aktuell gedeihen und wie widerstandsfähig sie gegenüber Umweltstressoren wie Krankheiten und Schädlingen sind. Diese detaillierte Bewertung ermöglicht eine fundierte Einschätzung des ökologischen Potentials der Grünflächen, was für die Planung und Umsetzung zukunftsorientierter, nachhaltiger und resilienter urbaner Räume unerlässlich ist.

Zudem wird womöglich eine Änderung des Pflegekonzeptes vorgesehen. Statt einer Überpflege, die den natürlichen Charakter der Flächen oft einschränkt, strebt man eine Gestaltung an, die mehr Naturraum zulässt und damit die biologische Vielfalt und die ökologische Qualität der Quartiere erhöht. Diese Strategie dient nicht nur der Schönheit und Nutzbarkeit der Flächen, sondern auch dem übergeordneten Ziel, Urbanräume klimaresilient und lebenswert zu gestalten

8.1.2 Vegetationsanalyse



Abbildung 66: Kommunale Flächen

Abbildung 66 gibt einen detaillierten Überblick über die kommunalen Flächen im Quartier. Der größte Anteil dieser Flächen wird von Straßen eingenommen, was die urbane Struktur des Gebietes unterstreicht. Auf die Straßen folgen umfangreiche land- und forstwirtschaftliche Flächen, die eine wichtige Rolle für die lokale Ökonomie und Ökologie spielen. Des Weiteren sind Grünflächen in Verbindung mit Sozialwohnungen zu erkennen, die zur Lebensqualität der Bewohner beitragen. Zusätzlich sind kleinere Flächen wie Verkehrsinseln und ähnliches abgebildet, die das Stadtbild prägen und vielfältige Funktionen innerhalb des städtischen Raums erfüllen.

Eine detaillierte Vegetationsanalyse wird spezifisch auf dem Flurstück des Spielplatzes (3134/46) durchgeführt. Anschließend erfolgt eine gemeinsame Analyse weiterer kleinerer Flächen, um sowohl ökologisch wertvolle als auch ökologisch weniger wertvolle Bereiche zu identifizieren. Diese Unterscheidung ermöglicht eine gezielte Bewertung und Planung für den Erhalt oder die Verbesserung der ökologischen Qualität innerhalb des Quartiers.

8.1.2.1 Spielplatz (Flurstück: 3134/46)

Auf dem Flurstück 3134/46 befindet sich der Spielplatz. Die Begehung auf diesem Grundstück wurde am 22.06.2023 zwischen 11:30 und 17:30 durchgeführt. Die Temperatur um die Mittagszeit betrug ca. 28 °C und sank gegen Ende der Begehung um 17:30 auf 20 °C. Die Bewölkung lag bei ca. 30 % und die durchschnittliche Windgeschwindigkeit betrug ca. 10 km/h..

Der Spielplatz besteht aus einer flachen Fläche mit leichtem Gefälle am westlichen Rand des Grundstücks. Der Spielplatz ist eingezäunt, wobei der Zaun die Ecken des Flurstücks abschneidet. Dem Zaun entlang befinden sich in einer geraden Linie Baumstümpfe, was auf eine ehemalige Hecke hindeutet. Als Schatten-spender befinden sich mittelalte Bäume auf dem Spielplatz. Somit werden zwei Zonen detailliert analysiert:

- BÄUME UND STRÄUCHER
- FLACHE WIESE (INKL. ASPHALTIERTER FLÄCHE), CA. 80%
- ANHÖHE (CA. 2,5 M)

Das Gelände vom Spielplatz weist keine ungewöhnliche Vegetation auf. Durch die Sonneneinstrahlung, topologischen Faktoren, Vegetation und regelmäßige Grünflächenpflege sind unterschiedliche Bodentypen vorzufinden, die durch entsprechende Vegetation charakterisiert sind.

Auf dem Spielplatz finden sich vereinzelt stehende Bäume und kleinere Gruppen von Hecken oder Sträuchern, die nicht miteinander verbunden sind und eine einheitliche Vegetationsstruktur bilden.

BÄUME UND STRÄUCHER

Unter anderem befinden sich einige Bäume auf dem Grundstück. Ursprünglich scheint der Spielplatz mit Weidenarten als Hecke eingezäunt gewesen zu sein. Es befinden sich ca. 25 Baumstümpfe mit Austrieben an der Kante des Grundstücks. Das Gelände weist aber einen kleinen Bestand von ausgewachsenen Bäumen auf. Die bei der Begehung festgehaltenen Baumarten sind in Tabelle 30 zusammengefasst: Ökologischer Wert der Bäume und Hecken auf dem Spielplatz sind in Tabelle 30 aufgelistet.

Tabelle 30: Ökologischer Wert der Bäume und Hecken auf dem Spielplatz

Name	Ursprung	Alter	Theoretischer ök. Wert	Anzahl	Zustand	Praktischer ök. Wert
Bäume:						
Berg-Ahorn	einheimisch	mittelalt	Sehr hoch	7	ca.85% gesund	Sehr hoch
Gemeine Esche	einheimisch	mittelalt	hoch	4	gesund	hoch
Gemeine Kiefer	einheimisch	mittelalt	mittel	2	gesund	mittel
Sal-Weide	einheimisch	mittelalt	sehr hoch	1	befallen	niedrig
Baumstümpfe:						
Asch-Weide	einheimisch	mittelalt	sehr hoch	2	Baumstumpf	niedrig
Korb-Weide	einheimisch	mittelalt	sehr hoch	18	Baumstumpf	niedrig
Sal-Weide	einheimisch	mittelalt	sehr hoch	1	Baumstumpf	niedrig
Salbei-Weide	einheimisch	mittelalt	sehr hoch	1	Baumstumpf	niedrig
Seidige Hartriegel	einheimisch	mittelalt	niedrig	1	Baumstumpf	niedrig
Berg-Ahorn	einheimisch	jung	hoch	1	Baumstumpf	niedrig
Sträucher:						
Gemeine Hasel	einheimisch	mittelalt	sehr hoch	5	gesund	niedrig
Alpen-Johannisbeere	einheimisch	jung	hoch	3	gesund	niedrig
Kartoffel-Rose	Neophyt	jung	niedrig	6	gesund	sehr niedrig

Die Zusammensetzung der Bäume weist keine bedeutende Diversität auf. Allerdings handelt es sich hierbei um ökologisch wertvolle Baumarten und Sträucher. Die Bedeutung wird in folgenden Abschnitten beschrieben und bewertet.

Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*)

Der ökologische Wert des kleinen Baumbestandes auf dem Spielplatz wird als hoch eingestuft, insbesondere dank des Berg-Ahorns. Dieser Baum ist eine wichtige Nahrungsquelle für verschiedene Insektenarten, darunter Honig- und Wildbienen, sowie viele Sandbienenarten, die als gefährdet gelten. Die Blütezeit des Berg-Ahorns erstreckt sich über Mai und Juni, und seine Fähigkeit, Honigtau zu produzieren, macht ihn zu einem wichtigen Bestandteil im Ökosystem.



Abbildung 67: Pilzbefall am Berg-Ahorn

Der Baum dient auch als Lebensraum für spezialisierte Mottenarten wie die Ahornmotte und Ahornminiermotte sowie für Käferarten wie den Ahornblattroller. Zudem profitieren verschiedene Raupen- und Käferarten vom Holz des Berg-Ahorns, darunter die Bockkäfer.

Mit einer Lebensdauer von bis zu 600 Jahren und einer Höhe von bis zu 30 Metern ist der Berg-Ahorn nicht nur imposant, sondern auch ein effektiver Schattenspender. Aufgrund seiner tiefen Wurzeln ist er widerstandsfähiger gegenüber Dürreperioden.

Auf dem Spielplatz befinden sich insgesamt sechs mittelalte Ahorn-Bäume. Ein Baum nahe dem südlichen Eingang zeigt Anzeichen eines Pilzbefalls (siehe Abbildung 67), während die anderen Bäume in gutem Zustand sind. Insgesamt trägt der Baumbestand erheblich zur lokalen Biodiversität bei, weshalb sein ökologischer Wert hoch eingestuft wird.

Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*)

Die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*) ist ein bedeutender Baum in Europa, der für sein stabiles Holz und seine ökologische Rolle bekannt ist. Obwohl sie keine Pollen oder Nektar für Bestäuber liefert, ist sie wichtig für die Artenvielfalt. Eine britische Studie aus 2014 zeigt, dass etwa 1000 Arten mit der Esche oder Eschenwäldern in Verbindung stehen, darunter Vögel, Säugetiere, Pflanzen, Moose, Pilze und Insekten.

Der Baum ist bedroht durch den Schlauchpilz (*Hymenoscyphus fraxineus*), der das Eschensterben verursacht, und den Asiatischen Eschenprachtkäfer, die beide das Potenzial haben, den Bestand der Eschen in Europa stark zu verringern⁴⁴. Der theoretische ökologische Wert der Gemeinen Esche ist aus diesen Gründen in der Tabelle 29 als hoch eingestuft. Trotzdem bleibt die Gemeine Esche aufgrund ihrer beeindruckenden Größe und ihrer Fähigkeit, große Flächen zu beschatten, ökologisch wertvoll. Sie kann bis zu 40 Meter hochwachsen und ist ein effektiver Schattenspender.

⁴⁴ <https://www.researchgate.net/publication/305676832> The potential ecological impact of ash dieback in the UK

Auf dem Spielplatz sind einige Eschen vorhanden, und trotz der Bedrohung durch Krankheiten und Schädlinge weisen sie einen hohen ökologischen Wert auf. Ihre Rolle im Ökosystem und ihre Fähigkeit, vielfältige Arten zu unterstützen, machen sie zu einer wertvollen Ressource, die geschützt werden sollte.

Die Problematik der Eschenwälder in Europa, sowie der Zustand der Bäume auf dem Spielplatz führen zum hohen praktischen ökologischen Wert.

Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris* L.)

Die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) wird für ihre mittlere Bedeutung für einige Bestäuber geschätzt. Als Honigtauspender spielt sie eine Rolle bei der Nahrungsbereitstellung für viele nützliche Insektenarten, wie Ameisen (Formicidae) und Hautflügler (Hymenoptera). Auch Zweiflügler (Diptera) ernsten die zuckerartige Lösung von den Nadeln ab. Der Bienenweidepflanzenkatalog Baden-Württembergs empfiehlt sie auch als Bienenweide. Obwohl sie nicht die herausragendste Quelle ist, trägt sie dennoch zur Unterstützung der Bestäuberpopulationen bei.⁴⁵ Neben den Baumläusen (Lachnidae) dient Gemeine Kiefer als Futterpflanze für ca. 9 Schmetterlingsarten, ca. 7 Käferarten⁴⁶ und eine Blattwespenart.⁴⁷ Keine von den Arten gilt als gefährdet und es handelt es sich sogar um Schädlinge, die sich aufgrund der großflächigen Monokulturen in der Forstwirtschaft zu Schädlingen entwickelt haben. Generell kann man den Baum als anspruchslose Pionierbaumart beschreiben, da sie tief wurzelt, sowie auf armen, sandigen und wasserdurchlässigen Böden gedeiht. Sie ist weltweit verbreitet und ist nicht gefährdet. Die sich auf dem Flurstück befindenden Bäume sind in gutem Zustand und weisen keinerlei Spuren von Krankheiten oder Befall auf. Aufgrund der Bedeutung als Honigtauspender wird die ökologische Bedeutung in beiden Kategorien als mittel eingestuft. Die Problematik der Eschenwälder in Europa, sowie der Zustand der Bäume auf dem Spielplatz führen zum hohen praktischen ökologischen Wert.

Baumstümpfe

Bei der Begehung wurden der Umzäunung entlang insgesamt 25 Baumstümpfe mit Durchmessern von ca. 10 bis 15 cm vorgefunden. Es handelt sich höchstwahrscheinlich um die Überbleibsel der alten Hecke, die den Spielplatz eingrenzte. Insgesamt elf von 25 Baumstümpfen sind wieder ausgetrieben. Die Länge der Triebe liegt zwischen 20 und 50 cm. Die ehemalige Hecke wurde mit insgesamt 23 Baumstümpfen von der Gattung Weide (*Salix*) dominiert. Unter den Baumstümpfen befinden sich noch Berg-Ahorn und Seidige Hartriegel (*Cornus sericea*). Höchstwahrscheinlich haben sich die letzten zwei Baumarten auf natürlichem Weg ausgesamt und wurden in die Hecke integriert.

Generell umfasst die Gattung Weiden (*Salix*) etwa 450 Arten und gehört zur Familie der Weidengewächse (Salicaceae). Diese vielfältige Gattung ist in allen Teilen der gemäßigten Zone bis zur Arktis verbreitet. Die Weiden können als kleine Zwergsträucher von 3 cm oder bis zu 30 Meter hohe Bäume wachsen. Obwohl baumartige Weiden schnell wachsen, sind sie kurzlebig und erreichen selten ein Alter von mehr als 80 Jahren. Dank ihrer kräftigen und stark verzweigten Wurzeln tragen sie zur Stabilisierung des Bodens bei. Ein charakteristisches Merkmal vieler Weidenarten ist ihre frühe Blütezeit, die bereits im März beginnt.

⁴⁵ http://144.41.33.58/4DACTION/W_Init/BWPKBW_Taxon_de?TaxonID=66423

⁴⁶ <https://www.lwf.bayern.de/waldschutz/forstentomologie/203291/index.php>

⁴⁷ <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/insekten/die-kieferbuschhornblattwespe>

Dies macht sie zu wichtigen Frühblühern im Ökosystem. Besonders für Hummeln, Wildbienen und Honigbienen sowie weiteren überwinterten Bestäuber sind frühblühende Weidenarten wie die Sal-Weide (*Salix caprea*), Asch-Weide (*Salix cinerea*), Korb-Weide (*Salix viminalis*) oder Reid-Weide (*Salix daphnoides*) von großer Bedeutung. Sie dienen diesen Bestäubern als wichtige Nahrungsquelle im Frühling und unterstützen somit die Gesundheit und Vielfalt der Insektenpopulationen. Insgesamt befinden sich zwei Baumstümpfe der Asch-Weide, 18 von der Korb-Weide, ein Stumpf der Salbei-Weide (*Salix aurita*) sowie ein von der Sal-Weide. Es sind auch je ein Baumstumpf des Berg-Ahorn und des Seidigen Hartriegel vorzufinden. Als Baum ist der ökologische Wert der aufgezählten Weide-Arten sehr hoch, wie man dem folgenden Abschnitt entnehmen kann. Die Baumstümpfe sind auch wichtige Elemente der Biodiversität, da sie Habitat und Nistmöglichkeiten für zahlreiche Insektengattungen und Pilze bieten, allerdings sind sie von der Größe her recht klein. Des Weiteren wird in unmittelbarer Nähe regelmäßig die Vegetation gemäht und gemulcht. Somit wird der praktische ökologische Wert als niedrig eingestuft.

Sal-Weide (*Salix caprea*)

Die Sal-Weide, auch Kätzchenweide genannt, ist eine Pflanze, die früh im Jahr blüht und daher eine wichtige Futterquelle für Bestäuber wie Bienen und Schmetterlinge darstellt. Ihre Blüten liefern reichlich Pollen und Nektar, weshalb sie oft als Bienenweide empfohlen wird.

Die Sal-Weide unterstützt über 100 einheimische Schmetterlingsarten, wobei die Raupen sich meist von ihren Blättern ernähren. Einige dieser Schmetterlingsarten, wie die Eichenglucke und der Frühlings-Wollflügel, sind gefährdet, während der Kleine Maivogel vom Aussterben bedroht ist. Auch einige Käferarten, wie der Gefleckte Weidenblattkäfer und der Moschusbock, sind auf die Sal-Weide angewiesen. Der Moschusbock ist besonders geschützt und braucht das Holz der Weide für seine Entwicklung. Der ökologische Wert der Sal-Weide ist daher sehr hoch, weil sie vielen Bestäubern und anderen Tieren Nahrung und Lebensraum bietet. Eine Begehung ergab jedoch, dass nur ein kranker junger Baum von etwa 5 Metern Höhe vorhanden ist, der nur begrenzt als Nektar- und Pollenspender dient. Der Baumstumpf ist lediglich als Mikrohabitat für die Käfer und eventuell als Nistmöglichkeit für andere Insekten geeignet. Somit wird der praktische ökologische Wert der Sal-Weide auf diesem Flurstück als niedrig eingestuft.

Auf dem Flurstück befinden sich ebenfalls vereinzelte Sträucher, die keine Hecke als solches bilden. Die Sträucher sind hauptsächlich an den Ecken des Flurstücks vorzufinden und stehen vereinzelt an den Rändern der nördlichen und südlichen Spielplatzseite. Insgesamt beinhaltet diese Vegetationsstruktur drei Arten: sechs Sträucher der Gemeine Hasel, drei der Alpen-Johannesbeere und fünf der Kartoffel-Rose.

Gewöhnliche Hasel (*Corylus avellana*)

Die Haselnuss, heimisch in Europa und Kleinasien, ist ein ökologisch wichtiger Strauch, der im Februar und März blüht und dadurch eine frühe Pollenquelle für Bienen ist. Obwohl sie keine Nektarquelle ist und abiotisch bestäubt wird, profitieren Bienen und viele Insekten von ihrem Pollen. Einige Insektenarten wie der Haselnussbohrer (*Curculio nucum*) leben ausschließlich von der Haselnuss, und etwa 50 Schmetterlingsarten nutzen sie als Raupenfutterpflanze.

Die Haselnusssträucher bieten zudem Lebensraum für Kleinvögel und die gefährdete Haselnussmaus (*Muscardinus avellanarius*). Auch Nagetiere wie Eichhörnchen fressen die Früchte der Haselnuss. Insgesamt trägt die Haselnuss durch ihre frühe Blüte und ihre vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten zur Biodiversität bei.

Der Strauch ist weit verbreitet, gedeiht in anthropogen geprägten Raum sowie in freier Natur und gilt als ungefährdet. Der theoretische ökologische Wert der Haselnuss ist aus den genannten Gründen sehr hoch. Allerdings gibt es auf dem Gelände nur einen bedeutend größeren Strauch, der Schutz für Nistmöglichkeiten bietet und im Frühjahr in geringem Maße Pollen liefern könnte. Die Form dieses Strauches deutet darauf hin, dass er oft geschnitten wird, daher ist die Wahrscheinlichkeit niedrig, dass ein Vogel ihn als Nistmöglichkeit wahrnehmen wird. Die übrigen Haselnusssträucher sind ökologisch betrachtet eher unbedeutend. Aus diesem Grund wird der praktische ökologische Wert als niedrig eingestuft.

Alpen-Johannisbeere (*Ribes alpinum*)

Die Alpen-Johannisbeere (*Ribes alpinum*) ist in Mittel- und Nordeuropa heimisch und gilt als ungefährdet. Aufgrund ihrer Toleranz gegenüber Abgasen wird sie häufig zur Begrünung von Straßenrändern und Industriegebieten verwendet.

Die Pflanze spielt eine wichtige Rolle für Wildbienen wie *Andrena fulva*, *Andrena helvola* und *Andrena varians*, die als Bestäuber im Ökosystem dienen. Obwohl sie für Schmetterlinge wenig bietet, da nur der Honiggelbe Haarbüschelspanner (*Eulithis mellinata*) sie als Nahrung nutzt, ist die Alpen-Johannisbeere dennoch wertvoll für die Unterstützung von Wildbienen und trägt zur ökologischen Vielfalt bei.

Aufgrund dieser Tatsachen ist sie eine wichtige Pflanze für Wildbienen und hat einen hohen theoretischen Wert. Die sich auf dem Gelände befindenden Sträucher der Alpen-Johannesbeere befinden sich zwar in einer zusammenhängenden Gruppe von drei Pflanzen an der süd-westlichen Ecke des Spielplatzes, sind jedoch nicht sehr ausgewachsen. Somit kann der praktische ökologische Wert nur als niedrig eingestuft werden.

Kartoffel-Rose (*Rosa rugosa*)

Die Kartoffel-Rose (*Rosa rugosa*) stammt aus Ostasien und dient als Pollenquelle für Bienen, darunter verschiedene Wildbienenarten und Honigbienen. Allerdings produziert sie wenig Nektar, wodurch ihre Rolle als Nahrungsquelle für Bestäuber begrenzt ist.

Diese anspruchslose Pflanze wächst gut auf sandigen und trockenen Böden, wodurch sie als invasive Art gilt. In Norddeutschland, insbesondere in Küstengebieten, verdrängt sie andere Pflanzenarten, was zu einer geringeren Artenvielfalt führt.

Obwohl der Schmetterling Goldafter (*Euproctis chrysorrhoea*) auf der Kartoffel-Rose lebt, gilt dieser Schmetterling als Schädling.

Obwohl sie den Bestäubern und der heimischen Fauna (Vögel und Nager) eine zusätzliche Nahrungsquelle bietet, handelt es sich hierbei um eine invasive Art. Daraus ergibt sich bei dieser Arbeit die Einstufung als „ohne Wert“.

WIESE

Im westlichen Teil des Spielplatzes auf dem Flurstück 3134/46 befindet sich eine asphaltierte Fläche, die etwa ein Fünftel der Gesamtfläche einnimmt. Dieser Bereich ist ökologisch von geringerem Wert, da die Asphaltierung eine Versiegelung des Bodens darstellt und damit die Versickerung des Regenwassers verhindert.

ANHÖHE

Auf der westlichen Hälfte des Spielplatzes befindet sich zudem ein etwa drei Meter hoher Hügel, der zum Zeitpunkt der Begehung keine Anzeichen einer kürzlichen Mahd zeigte. Dies lässt darauf schließen, dass die Mahd entweder gar nicht oder nur selten stattfindet. Diese natürliche Wachstumsbedingung führt dazu, dass sich auf der Nordseite des Hügels, die im Schatten liegt, eine deutlich differenzierte Vegetation entwickelt hat.

8.1.2.2 Ökologisch wertvolle Flächen

Die detaillierte Vegetationsanalyse des Spielplatzes hat die wichtige Rolle der Flora für die lokale Fauna verdeutlicht. Im Quartier gibt es zudem ökologisch wertvolle Flächen, die zum Zeitpunkt der Begehung nicht frisch gemäht waren und somit als vorbildliche Beispiele für naturnahe Gestaltung dienen können (siehe Abbildung 68). Diese Flächen weisen Strukturen bestehend aus Bäumen, Hecken, Sträuchern und ungemähten Bereichen auf. Während eine regelmäßige Mahd in der Nähe von Straßen und Bürgersteigen sinnvoll ist, könnte auf den restlichen Flächen die Mahdhäufigkeit reduziert bzw. ausgelassen werden, um die Biodiversität zu fördern. Zudem bieten alte Stollen im Mauerwerk zahlreiche Nistmöglichkeiten für Insekten und dienen als Quartiere für verschiedene Fledermausarten. Diese Elemente tragen dazu bei, dass die Flächen stark von einheimischer Fauna und Flora geprägt sind, was ihre ökologische Bedeutung zusätzlich unterstreicht. Bei der Begehung des Flurstücks 2649, direkt neben dem öffentlichen Parkplatz, wurde beispielsweise eine naturnahe Ufervegetation festgestellt, die typisch für solche Gebiete ist. Dieses Flurstück grenzt an kommunale Grünflächen, die nicht gemäht sind und eine Vielzahl wilder Stauden beherbergen. Getrennt wird das Gebiet durch einen geschotterten Gehweg, der nach Norden führt, während die Seite zu den Privatgrundstücken ebenfalls naturnah gestaltet ist und zum Zeitpunkt der Begehung prächtig blühende Stauden aufwies. Während der Untersuchung wurden etwa 15 Bestäuberarten aus der Ordnung der Hymenoptera gezählt. Eine detailliertere Beobachtung würde wahrscheinlich noch mehr Arten verschiedener Ordnungen enthüllen. Die Vielfalt unter den Bestäubern ist ein Indikator für die Artenvielfalt der Flora und trägt maßgeblich zum ökologischen Wert der Gegend bei. Im Gegensatz dazu sind die Flächen zur Straße hin zwar mit einzelnen Sträuchern bepflanzt, aber die sehr kurz gehaltene Wiese bietet ökologisch gesehen wenig Wert.



Abbildung 68: ökologisch wertvolle Flächen im Quartier

Ein weiteres herausragendes Beispiel für einen ökologischen „Hot-Spot“ ist die alte Winterlinde am Feuerwehrhaus. Dieser Baum besitzt einen besonders hohen ökologischen Wert, da er am Ende der Haupttrachtzeit noch immer reichlich Nektar für zahlreiche Bestäuber bereitstellt. Während der Begehung wurde der Baum intensiv von einer Vielzahl von Bestäubern besucht. Insbesondere Hautflügler wie Honigbienen und solitäre Wildbienen, sowie verschiedene Arten von Schwebfliegen waren in großer Zahl zu sehen. Darüber hinaus dient die Winterlinde auch als Jagdgebiet für zahlreiche räuberisch lebende Insekten, einschließlich der weit verbreiteten Deutschen Wespe (*Vespa germanica*), der Haus-Feldwespe (*Polistes dominula*), der geschützten Europäischen Hornisse (*Vespa crabro*) und vieler Solitärwespenarten. Somit fungiert dieser Baum nicht nur als wichtige Nektarquelle, sondern auch als ein dynamisches Ökosystem, das verschiedenen Arten sowohl Nahrung als auch Jagdmöglichkeiten bietet.

8.1.2.3 Landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen

Der regionale Anbau sowie die Produktion von Lebens- oder Futtermitteln spielen eine entscheidende Rolle im Rahmen der Kreislaufwirtschaft und tragen zur nachhaltigen Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen bei. Es ist wichtig, dass Acker- und Grünflächen ihren derzeitigen Status beibehalten, um die Kontinuität dieser Praktiken zu gewährleisten. Zudem könnten, falls möglich, Heckeninseln am Rand der Flächen angebracht werden, die nicht nur die Biodiversität fördern, sondern auch als Wind- und Erosionsschutz dienen. Die Einrichtung von Blütestreifen wäre ebenfalls eine ökologisch wertvolle Maßnahme, da sie Lebensraum für Bestäuber und andere Tierarten bieten. Insbesondere in Hanglagen oder bei Flächen mit starker Neigung könnte die Implementierung von Agroforstkonzepten sinnvoll sein. Diese Maßnahmen verhindern Erosion und integrieren ökologisch wertvolle Strukturen in die Landschaft, was die ökologische Funktion und die ästhetische Qualität des Raumes verbessern würden.



Abbildung 69: Kommunale Flächen in landwirtschaftlicher Nutzung

8.1.2.4 Flächen mit geringem ökologischem Wert

Zur Zeit der Begehung waren die meisten Flächen schon gemäht, daher konnten die Pflanzenarten kaum erfasst werden. Während der Begehung fiel auf, dass die untersuchten Flächen auffallend trocken waren, was zu einem festen und dichten Boden führte. Diese Bodenstruktur weist eine geringe Aufnahmefähigkeit für Regenwasser auf, was zur Folge hat, dass weniger Wasser versickert. Diese eingeschränkte Versickerungsfähigkeit begünstigt zudem die Erosion, was die Flächen anfälliger für weitere Degradation macht.



Abbildung 70: Flächen mit geringem ökologischem Wert

8.1.3 Zusammenfassung

Zum Zeitpunkt der Begehung waren die meisten Wiesen bereits gemäht. Trotzdem gibt es einige ökologisch wertvolle Flächen, die gesunde Vegetationsstrukturen aufzeigen. Die detaillierte Vegetationsanalyse und die ökologische Bedeutung der Bäume und Sträucher verdeutlichen die Wechselwirkungen zwischen Flora und Fauna. Generell besteht die Notwendigkeit, die Grünflächen so zu gestalten, dass sie viele Trittsteine oder zumindest durchgehende Korridore bieten, welche die Biodiversität fördern und den Artenaustausch erleichtern.

8.2 Handlungsempfehlung für die Umgestaltung der Grünflächen

„Verschönerungsgrün zu klimafitten Grünflächen“ lautet das leitende Motto bei der Gestaltung von kommunalen Grünflächen. Dabei stehen wichtige Fragen im Vordergrund: Wie können Grünflächen so gestaltet werden, dass sie klimafreundlich sind? Wie lässt sich die pflanzliche Artenvielfalt erhöhen und gleichzeitig die CO₂-Speicherung in den Böden verbessern? Zudem ist es entscheidend zu klären, wie ein

Biotopverbund gestaltet werden kann, um die genetische Artenvielfalt zu fördern. Diese Überlegungen sind essenziell, um die Grünflächen nicht nur ästhetisch ansprechend, sondern auch ökologisch wertvoll und klimaresilient zu gestalten.

Bei der Gestaltung von Biotopen sollte besonders auf die Schaffung von Biotopinseln geachtet werden, um die Artenvielfalt zu fördern. Verschiedene Systeme können dabei als Biotope fungieren:

- **Entwicklungszone:** Beispielsweise Totholzhecken, in denen sich Holz natürlich zersetzt. Über die Zeit profitieren bestimmte Arten, wie einige Käferarten oder deren Larven, von diesen Entwicklungsstadien.
- **Sonderstandorte:** Dazu gehören Lesehaufen, Sandarien oder Steinecken. Diese kleinen Biotope sind besonders für Spezialisten unter den Tierarten von großer Bedeutung.
- **Feuchtbiotope:** Diese können temporär oder dauerhaft Wasser führen und bieten spezifischen Arten einen Lebensraum.

Zusätzlich ist in einem Siedlungsraum die naturnahe Gestaltung der Gärten mit verschiedenen Vegetationsstrukturen wichtig. Um die biologische Vielfalt effektiv zu stärken, ist es entscheidend, dass diese Biotope miteinander verbunden sind. So wird nicht nur der Lebensraum für einzelne Arten verbessert, sondern es entsteht ein vernetztes System, das die Artenvielfalt insgesamt fördert.

8.2.1 Kommunale Grünflächen

Um kommunale Grünflächen nicht nur optisch ansprechend zu gestalten, sondern auch ihren ökologischen Wert zu steigern, gibt es verschiedene Ansätze:

ANPASSUNG DER MAHDPRAKTIKEN:

- Es sollten nie mehr als 60% der Fläche auf einmal gemäht werden, um den Arten Ausweichmöglichkeiten zu bieten.
- Die Mahd sollte zeitlich so geplant werden, dass sie nicht in Trockenperioden fällt, um die Vegetation zu schonen.

SCHAFFUNG VON BIOTOPINSELN:

- Über das gesamte Quartier verteilt, können kleine Biotopinseln geschaffen werden, auch an unerwarteten Orten wie Verkehrsinseln.
- Ein Beispiel hierfür ist das Flurstück 3134/65 neben dem Feuerwehrhaus.

Biotopinseln benötigen nicht viel Platz; bereits kleine Flächen von 1 bis 2 m² können effektiv sein. Mögliche Optionen für solche Biotopinseln umfassen:

- Magerböden, bepflanzt mit spezifischer, anspruchsloser Vegetation,
- Haufen aus Lesesteinen,
- Trockenmauern,
- Totholz, sowohl liegend als auch stehend,
- Kleine Wasserstellen (Tümpel oder wassergefüllte Sandgruben),
- Sandarien.

Die Abbildung 71 zeigt, wie eine kleinflächige kommunale Grünfläche gleichzeitig zu einem Biotop und Trittstein umgewandelt werden kann.



Abbildung 71: Beispiel für eine Umgestaltung der kommunalen Grünfläche

Mögliche Korridore oder Trittsteine, die die Biodiversität in urbanen Räumen fördern können, sind vielfältig und lassen sich attraktiv gestalten:

- **Staudenrabatten mit hohem Wildpflanzenanteil:** Diese dienen als lebendige Korridore oder als Trittsteine für zahlreiche Insektenarten.
- **Regionaltypische Wiesen:** Es wird geschätzt, dass zahlreiche Tierarten pro Quadratmeter in Symbiose mit einer Wiese leben, wobei eine gestaffelte Mahd besonders wichtig ist. Diese Flächen fungieren sowohl als Korridore als auch als Trittsteine.
- **Kräuterrasen:** Als Korridore dienen sie der Artenvielfalt, und in Verbindung mit Gehölzstrukturen bilden sie wertvolle Trittsteine.
- **Naturnahe bepflanzte Sickermulden:** Diese sind sowohl Korridore als auch Trittsteine, die insbesondere Insekten anziehen.
- **Naturnahe Gehölzstrukturen:** Solche Strukturen bieten Lebensraum und Durchgangsmöglichkeiten für viele Insekten, Vögel und Säugetiere und wirken als Trittsteine sowie Korridore.
- **Bauwerksbegrünung:** Elemente wie begrünte Dächer und Fassaden, die besonders bei Wildbienen beliebt sind, erhöhen die ökologische Funktionalität urbaner Strukturen.

Es ist entscheidend, dass die Staudenrabatten mit hohem Wildpflanzenanteil so gestaltet werden, dass sie durchgehend und nicht nur saisonal blühen, um nicht nur als Korridore, sondern auch als Trittsteine zu dienen. Somit steigt der ökologische Wert der Blühflächen. Die Pflanzenmischungen müssen daher so konzipiert werden, dass sie gestaffelte Blüteintervalle aufweisen, sodass die Flächen über das ganze Jahr hinweg ökologisch wertvoll sind.

Bei der Auswahl von Baumarten ist es wesentlich, solche zu bevorzugen, die Extremwetterereignissen widerstehen können und gleichzeitig als wertvolle Nahrungsquellen für eine Vielzahl von Vogel- und Insektenarten dienen. Dies gilt für alle oben genannten Trittsteine.

Dafür ist eine sorgfältige Ausarbeitung eines Grünflächenkonzeptes erforderlich, um sicherzustellen, dass diese Flächen dauerhaft als vielfältige Lebensräume fungieren können.

8.3 Kosten für Grünflächenumgestaltung

Tabelle 31: Geschätzte Kosten für Biotopverbundsmaßnahmen

Leistung	Preis Netto	Zusätzliche K _v
Anlegen Wildblumenfläche (5 m x 1 m)	1.000,00	Saatgut Anfahrt Transport u. Entsorgung Erdaushub
Anlegen Wildstaudenfläche (5 m x 1 m)	1100,00	Staudensetzlinge Anfahrt Transport u. Entsorgung Erdaushub
Errichtung Lesesteinhaufen (1 m x 1 m x 0,5 m)	1100,00	Anfahrt Transport u. Entsorgung Erdaushub
Errichtung Sandarium (1 m x 1 m x 0,7 m)	1100,00	Anfahrt Transport u. Entsorgung Erdaushub
Errichtung Totholz (1 m x 1 m x 0,5 m)	400,00	Anfahrt Transport u. Entsorgung Erdaushub
Naturstein Trockenmauer (1 m x 1 m x 0,5 m)	1100,00	Anfahrt Transport u. Entsorgung Erdaushub

8.4 Förderung der Maßnahmen auf Grünflächen

Im Rahmen des Förderprogramms „Natürlicher Klimaschutz in Kommunen“ der KfW (verfügbar unter www.kfw.de/444) werden Maßnahmen unterstützt, die darauf abzielen, innerörtliche Grünflächen naturnah zu gestalten und umzugestalten, Stadtbäume zu pflanzen und Naturoasen zu schaffen. Die förderfähige Summe beläuft sich auf 80/90 % Zuschuss, mit einem Maximum von 72.000 Euro an Personalkosten je Modul für 12 Monate, was etwa 0,5 Personalstellen für zwei Jahre entspricht. Gefördert werden können Anschaffungen, Dienstleistungen Dritter sowie Personalkosten. Antragsberechtigt sind Kommunen und kommunale Zweckverbände, die auch Mittel weiterleiten dürfen.



9

SPEZIFISCHE HERAUSFORDERUNGEN DES QUARTIERS

9.1 Umgestaltung Spielplatz

9.1.1 Lehrpfad am Spielplatz

Zusammen mit Biotopinselfn, ordnungsgemäßen Nistmöglichkeiten und ausreichenden Nahrungsquellen am Spielplatz, soll zu dieser Thematik ein Lehrpfad erstellt werden.

Inhalte für Lehrtafeln

1. Bedeutung der Insekten und Bestäuber im Ökosystem
2. Einführung in „biotische Bestäubung“
3. Deutschlands gefährdete Bestäuberarten
4. Fakten über die Förderung der Insekten („the right way“)
5. Bestäubernahrung



Abbildung 72: Mögliche Umgestaltung des Spielplatzes

9.1.2 Lehrpfad und Naturerlebnis „Biber-Schleife“

Biber-Schleife (2 Varianten, mit unterschiedlichem Kosten- und Genehmigungsaufwand)

Die Biberschleife mit Lehrtafeln kann als zusätzliches Erlebnis zu den vorhandenen Wanderwegen gesehen werden. Abbildung 71 zeigt, dass es insgesamt drei Wanderwege und ein Fahrradweg über Röslau verlaufen. Die Wanderwege führen von beiden Seiten am Feuchtgebiet vorbei. Somit ergibt sich die Möglichkeit den Besuchernein zusätzliches Naturerlebnis zu bieten.



Abbildung 73: Wander- und Radwege in Röslau

Empfehlenswert ist hier eine kleine Wanderschleife in Kombination mit einem Lehrpfad. Der Lehrpfad sollte folgende Themen behandeln (auf ca. 5-6 Tafeln):

- Feuchtgebiete als CO₂-Senke
- Feuchtgebiet als Biotop für Arten- und Individuenzahl
- Feuchtgebiete als natürliches Wassermanagement
- Geschützte Flora und Fauna in Feuchtgebieten (Säugetiere, Vögel, Amphibien, Insekten, Fische, Pflanzen und Bäume)
- Biber (wie es zur Ausrottung kam, Wiedereinführung, Bedeutung im Ökosystem)
- Kulturaspekte „Biber“



Abbildung 74: Vorgeschlagene Wanderwege

Die an beiden Seiten verlaufenden Wanderwege erlauben eine einfache Integration in das Wandererlebnis. Daraus ergeben sich zwei Varianten, die man anhand von Fördermöglichkeiten und Genehmigungsverfahren auswählen kann. Die erste Variante „Biber-Schleife 1“ könnte an den örtlichen Wanderweg, der an den die Fischteiche und westlich am Biber-Biotop vorbei läuft, mit sehr wenig Aufwand angeschlossen werden. Wanderer können den Feldweg bis zur Aussichtsplattform nehmen, wo die Aussicht auf das Feuchtgebiet von einer Anhöhe genossen werden kann. Auf dem Weg zur einer oder mehreren Aussichtsplattformen können die Lehrschilder angebracht werden. Bei dieser Variante muss kein Wanderpfad angelegt werden und somit wäre es kein großer Eingriff in das Biotop. Auch würden die Besucher die Fauna nicht stören. Einziger Aufwand wäre der Bau der Aussichtsplattform(en) und damit einhergehende Genehmigungsverfahren. Das Naturerlebnis würde zudem von der Intensität her geringer ausfallen, da man das Feuchtgebiet aus einer Distanz und einer Anhöhe beobachten kann.

Die Anschlussstelle für die zweite Variante, „Biber-Schleife 2“, wäre am Feuerwehrhaus, wo ein örtlicher Wanderweg und der Fernwanderweg „Jean-Paul-Weg“ vorbeiführen. Die Besucher könnten sich für einen kleinen Umweg entscheiden und bis zum Bach über den Feldweg spazieren. Anschließend führt der Weg über einem Wanderpfad dem Bach entlang in das Feuchtgebiet, wo eine kleine Schleife auf einem „Holzpfad auf Stelzen“ direkt über das Feuchtgebiet reicht und anschließend in einen Feldweg mündet (siehe

Abbildung 74). Hier wäre der Aufwand im Vergleich zur ersten Variante größer, jedoch würde so ein Pfad ein intensiveres Naturerlebnis und einen besseren Lerneffekt bieten, da man sich direkt in das Feuchtgebiet begibt.

Die Lehrbeschilderung kann zum Teil am Feldwanderpfad aufgestellt und bei spezifischer Flora und Fauna auf dem Holzweg angebracht werden. Da es sich um einen direkten Eingriff in einen Biotop handelt, könnten die Genehmigungsverfahren sehr aufwendig sein. Dem Eingriff in das Biotop kann man mit Hilfe bestimmter Techniken entgegenwirken, wie z.B. „Holzpfad auf Stelzen“. So eine Konstruktion schont den Feuchtboden mit seiner Flora und Fauna und schränkt die Bewegungsfreiheit der Besucher innerhalb des Biotopes ein. Zudem wird bei Option 2 nicht empfohlen eine Terasse mit Sitzmöglichkeiten zu installieren, damit die Besucher beim Verweilen die Avifauna nicht stören. Da es sich um ein sehr außergewöhnliches Konzept handelt, muss es separat aufgearbeitet werden und bestimmte ökologische Gutachten mitkalkuliert und durchgeführt werden. Abbildung 75 visualisiert, ein mögliches Erlebnis auf der Biber-Schleife.

9.1.3 Förderung Lehrpfad/Wanderweg

Verschiedene staatliche Förderungen kommen in Frage, um die Gemeinde Röslau bei der Planung und den Bauvorhaben von Spielplätzen und Sportstätten zu unterstützen. Welche Förderung den Anforderungen am besten entsprechen hängt maßgeblich von den ausgewählten Maßnahmen ab. Eine Förderung kann beantragt werden, sobald die Gemeinde sich offiziell für angemessene Maßnahmen entschieden hat. Es sind verschiedene Förderungen für das Vorhaben geeignet. Die unten aufgeführten Förderungen stellen eine unvollständige Auswahl dar.

ZUSCHUSS DURCH BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WOHNEN, STADTENTWICKLUNG UND BAUWESEN

- **Förderung:** <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMWSB/staedtebaufoerderung-bund.html>
- **Höhe:** ein Drittel der Gesamtkosten
- **Voraussetzungen:** die Maßnahme muss Teil eines Gesamtmaßnahmenkatalogs sein, der ebenfalls mindestens eine Klimaschutzmaßnahme beinhaltet

ZUSCHUSS DURCH BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WOHNEN, BAU UND VERKEHR

- **Förderung:** Förderdatenbank - Förderprogramme - Städtebauliche ([foerderdatenbank.de](https://www.foerderdatenbank.de))
- <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Land/Bayern/staedtebauliche-erneuerungsmassnahmen-staedtebauf.html>
- **Höhe:** 60% der Förderfähigen Kosten
- **Gefördert wird:** das Erhalten eines lebendigen Ortskerns, Sportstätten
- **Bereiche:** Bildung, Regionalentwicklung

Es ist ratsam, beide Konzepte in einem separaten Auftrag umfassend und detailliert auszuarbeiten, wobei auch die Fördermöglichkeiten eingehend untersucht werden sollten.



Abbildung 75: Biber-Schleife: „Wander- und Lehrpfad“

9.1.4 Weitere Sportmöglichkeiten auf dem Spielplatzgelände

Pumptrack:

Ein asphaltierter Pumptrack ist eine interessante und immer beliebter werdende Möglichkeit, ungenutzte oder renovierungsbedürftige Flächen, wie den Asphaltplatz neben dem Spielplatz in Röslau neu zu gestalten.

Pumptracks sind kreisförmige Parcours mit Wellen, Steilkurven und anderen Hindernissen, die ohne Pedalieren durch „Pumpen“ – also durch Auf- und Abwärtsbewegungen des Körpers – befahren werden können. Sie sind für Fahrräder, Skateboards, Roller und sogar Rollstühle geeignet, was sie zu einer inklusiven Freizeitaktivität für Menschen aller Altersgruppen und Fähigkeiten macht.



Abbildung 76 Pumptrack in Weilerswist

Vorteile eines asphaltierten Pumptracks:

- Langlebigkeit und Wartung: Asphaltierte Pumptracks sind im Vergleich zu ihren Pendanten aus Erde oder Kies langlebiger und wetterbeständiger. Sie benötigen weniger Wartung, was langfristig Kosten spart.
- Zugänglichkeit und Inklusivität: Die glatte Oberfläche des Asphalts ist für Sportarten geeignet: Roller, BMX, Skateboard und MTB. Dies fördert die Inklusion und ermutigt eine breitere Gemeinschaft, die Anlage zu nutzen.
- Ein Pumptrack fördert körperliche Aktivität, Geschicklichkeit und Balance. Er bietet eine Plattform für soziale Interaktion und Gemeinschaftsbildung, da Menschen unterschiedlichen Alters und verschiedener Hintergründe zusammenkommen.
- Ein gut gestalteter Pumptrack kann ein visuelles Highlight für das Quartier sein und zur Aufwertung der Umgebung beitragen.

Besonders wichtig ist hierbei eine professionelle Firma zu beauftragen, damit die Anlage auch einem möglichst breiten Spektrum an Könnensstufen Freude bereitet

Ökologie und Lehrpfad auf dem Spielplatz

- Ca. 10 -15 % der Gesamtfläche -> Biotopinseln mit Lehrtafeln
- Geschützte Pflanzen/Baumarten mit Lehrtafeln

9.2 Mobility-Hub und Ladeinfrastruktur

Unsere Erkenntnisse aus der Begehung im Bereich „Am Industriepark“ haben zu wichtigen Beobachtungen in Bezug auf die vorhandenen Maßnahmen geführt, die in Abbildung 53 dokumentiert sind:

1. EINFÜHRUNG

Ein Mobilitätshub, auch Verkehrsknotenpunkt oder Mobilitätsstation genannt, ist ein zentraler Ort, an dem verschiedene Arten von Verkehrsangeboten und Mobilitätsdienstleistungen zusammenkommen und nahtlos miteinander verknüpft sind. Das Ziel eines Mobilitätshubs ist es, den Wechsel zwischen unterschiedlichen Verkehrsmitteln wie Bussen, Bahnen, Carsharing, Fahrradverleih oder E-Scootern so einfach und bequem wie möglich zu gestalten.

Diese Hubs sind oft in strategisch wichtigen Bereichen wie Bahnhöfen, Stadtzentren oder an wichtigen Verkehrsknotenpunkten lokalisiert. Sie bieten Annehmlichkeiten wie Parkplätze, Ladestationen für Elektrofahrzeuge, sichere Fahrradabstellanlagen, Wartebereiche und manchmal auch Serviceeinrichtungen wie Cafés oder Läden. Durch die Schaffung von Mobilitätshubs wird das Ziel verfolgt, den öffentlichen Verkehr attraktiver zu machen, die Nutzung von umweltfreundlichen Verkehrsmitteln zu fördern und so zur Reduktion von Verkehrsüberlastungen und Umweltbelastungen beizutragen.



Für die Gemeinde Röslau wäre ein kleiner Mobilitätshub, wie in Abbildung 71 gezeichnet, zielführend. Bestehend aus einem Info-point, Sitzgelegenheiten, Fahrrad- und E-Scooterstellplätze, Lademöglichkeiten für Pedelecs und E-Autos sowie einen Parkplatz für Car-Sharing.

Abbildung 77 Zeichnung eines kleinen Mobilitätshub

2. DEFINITION UND ZIELSETZUNG DES MOBILITÄTSHUBS

Ein Mobilitätshub in einer kleinen Gemeinde ist ein zentraler Punkt, der verschiedene Arten von Verkehrsmitteln und Mobilitätsdiensten integriert. Um die Bedeutung und Funktionsweise eines Mobilitätshubs für eine kleine Gemeinde zu veranschaulichen, ist in Abbildung 78 eine Mindmap eingefügt, die verdeutlichen soll, welche Überlegungen bzgl. der Definition und Zielsetzung bei der Umsetzung einer Mobilitätsstation beachtet werden sollte. Die verschiedenen Punkte werden in Kapitel 3 näher beleuchtet.



Abbildung 78 Mindmap eines Mobilitätshubs

3. BEDEUTUNG FÜR DIE GEMEINDE RÖSLAU

Ein Mobilitätshub in einer kleinen Gemeinde wie Röslau kann eine signifikante Rolle für die Verbesserung der lokalen Verkehrssituation und die Erhöhung der Lebensqualität spielen. Einige Kernpunkte, die die Bedeutung eines solchen Hubs unterstreichen und auch wieder in der oberen Mindmap zu finden sind:

- **Verbesserung der Verkehrsanbindung:** Mobilitätshubs bieten Einwohnern und Besuchern eine Vielzahl von Verkehrsmitteln an einem zentralen Ort. Das kann den Zugang zu öffentlichen Verkehrsmitteln, Carsharing, Fahrradverleihstationen oder Elektrofahrzeug-Ladestationen umfassen. Dadurch wird die Verkehrsanbindung verbessert, was besonders in kleinen Gemeinden wichtig sein kann, in denen die Mobilitätsoptionen oft begrenzt sind.
- **Reduzierung des Autoverkehrs:** Durch die Bereitstellung und Förderung alternativer Verkehrsmittel können Mobilitätshubs dazu beitragen, die Abhängigkeit vom individuellen Pkw-Verkehr zu verringern. Das führt zu einer Verringerung der Verkehrsdichte, was wiederum die Luftqualität verbessert und Lärm reduziert.
- **Förderung umweltfreundlicher Verkehrsmittel:** Mobilitätshubs können die Nutzung

umweltfreundlicher Verkehrsmittel wie Fahrräder, E-Bikes oder Elektroautos fördern. Dies trägt nicht nur zum Umweltschutz bei, sondern kann auch die Gesundheit der Einwohner verbessern, indem körperliche Aktivität angeregt und Emissionen verringert werden.

- **Wirtschaftlichkeit:** Ein gut geplanter und umgesetzter Mobilitätshub kann die lokale Wirtschaft fördern, indem er den Tourismus unterstützt und lokale Unternehmen zugänglicher macht. Zudem können durch die Einrichtung und Wartung des Hubs Arbeitsplätze geschaffen werden.
- **Soziale Inklusion:** Indem Mobilitätshubs vielfältige Verkehrsoptionen anbieten, können sie auch Menschen ohne eigenes Fahrzeug, ältere Menschen oder Menschen mit Behinderungen besser unterstützen. Dies fördert die soziale Inklusion und stellt sicher, dass alle Gemeindemitglieder Zugang zu Mobilität haben.

Mit der Planung und Raumgestaltung soll ein Mobilitätshub als wichtiger Bestandteil in die Stadt- und Verkehrsplanung einer Gemeinde integriert werden. Durch die zentrale Bündelung verschiedener Verkehrsformen können Raum und Ressourcen effizienter genutzt werden.

Insgesamt kann die Einrichtung eines Mobilitätshubs in einer kleinen Gemeinde zu einer nachhaltigeren, zugänglicheren und lebenswerteren Umgebung beitragen, indem sie eine integrative, effiziente und umweltfreundliche Mobilitätslösung bietet.

MOBI-HUB UND WANDERWEG :

Ein weiterer Vorteil eines Mobilitätshubs mit Ladestation für Elektroautos/Fahrräder wäre die Möglichkeit, Fortbewegungsmittel in der Zeit, in der Besucher die beschriebenen Rundwanderwege aus Kapitel 9.1.2 begehen, wieder aufladen.

Im Folgenden werden einige Vorschläge zur Ausgestaltung und Standortwahl des Mobilitätshub beschrieben..

Für eine konkrete Standortwahl sollte zuerst der Flächenverbrauch eines solchen Mobilitätshubs berechnet werden (Siehe Abbildung 80). zu sehen ist. So werden in diesem Beispiel spezifische Maße oder zumindest Schätzungen der dargestellten Objekte (E-Scooter-Parkplatz, Fahrradständer, Auto-Parkplatz und die Mobilitätsstation selbst) sowie allgemeine **Annahmen** für typische Größen verwendet:

- E-Scooter-Parkplatz: Platz für 4 E-Scooter, je 2m x 1m., er bietet Platz für 4 E-Scooter und benötigt etwa 2m x 1m.
- Fahrradständer: Platz für 2 Fahrräder, je 2m x 1,5m.
- Auto-Parkplatz: ca 2,5m x 5m.
- Mobilitätsstation: ca 3m x 2m.

- Sitzgelegenheiten: 2m x 1m
- Ladeinfrastruktur für Auto, Pedelec und E-Scooter: 2m x 2m
- Zusätzlicher Platz für Bewegung und Zugänglichkeit: Es werden 20% der Gesamtfläche hinzugefügt, um Platz für Bewegung und Zugänglichkeit zu berücksichtigen.

Basierend auf den Annahmen beträgt der Gesamtflächenverbrauch dieses Mobilitätshubs ohne den

MÖGLICHE STANDORTE FÜR MOBI-HUB UND LADEINFRASTRUKTUR:

- Parkplatz gKU Winterling (Abb.74)
- Parkplatz Spielplatz
- Parkplatz Turnhalle
- Bahnhof Röslau



Abbildung 79: Solarcarport, Parkplatz Turnhalle

UMGESTALTUNG DER PARKFLÄCHE AM WINTERLING GEBÄUDE

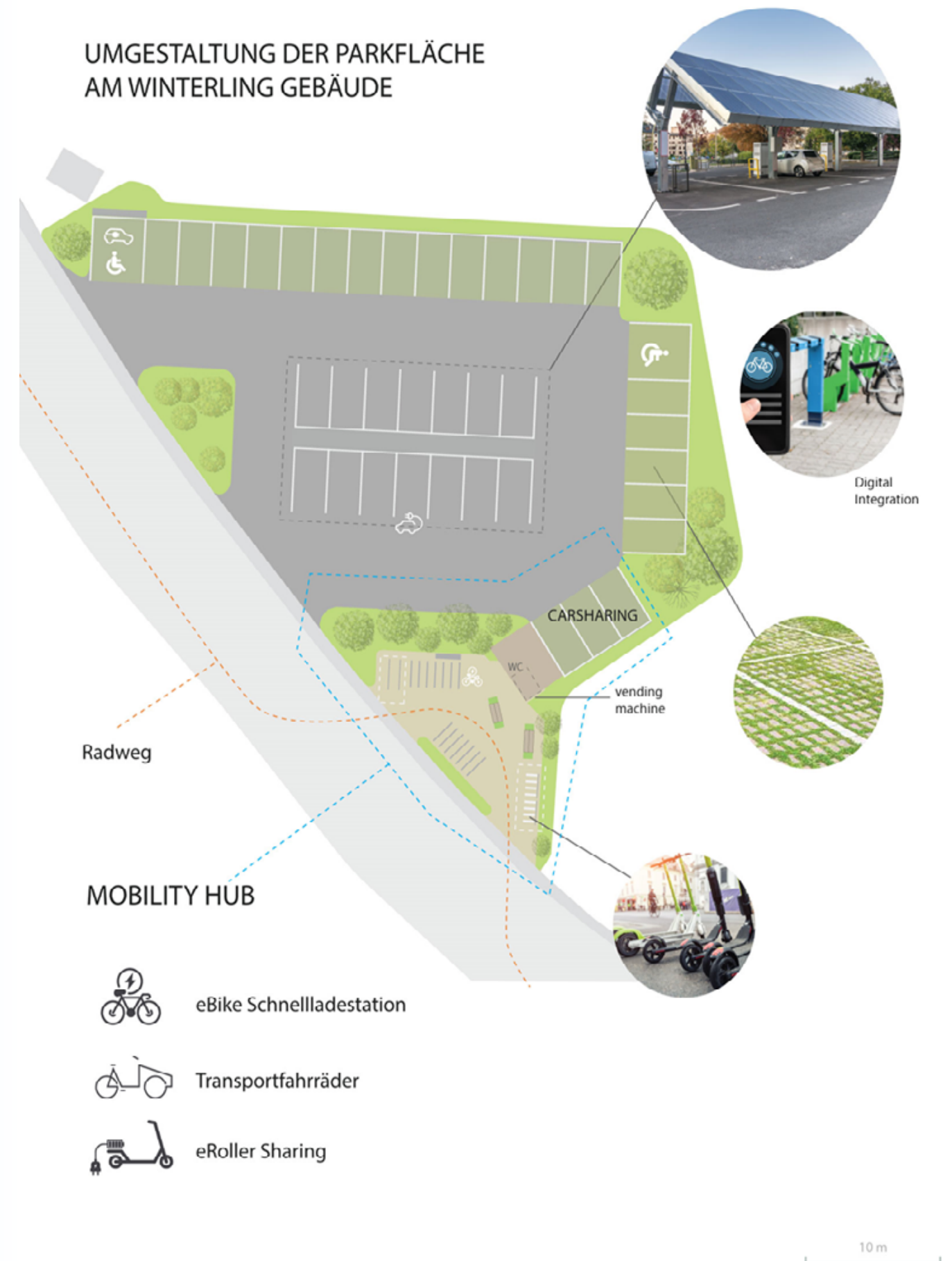


Abbildung 80: MOBILITY HUB, Parkplatz gKU Winterling

Verschiedene staatliche Förderungen kommen in Frage, um die Gemeinde Röslau bei der Planung und Umsetzung der passenden Ladeinfrastruktur zu unterstützen. Welche Förderung den Anforderungen am besten entspricht hängt maßgeblich von den ausgewählten Maßnahmen ab. Eine Förderung kann beantragt werden, sobald die Gemeinde sich offiziell entscheidet Ladeinfrastruktur zu errichten. Es sind verschiedene Förderungen für das Vorhaben geeignet, die unten aufgeführten Förderungen stellen eine unvollständige Auswahl dar.

ZUSCHUSS DURCH BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, LANDESENTWICKLUNG UND ENERGIE

Förderung: Förderdatenbank - Förderprogramme - Öffentlich zugängliche (foerderdatenbank.de)

<https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Land/Bayern/oeffentliche-ladeinfrastruktur-e-fahrzeuge.html>

Höhe: ist abhängig von der Art der Fördermaßnahme

Voraussetzungen: Erneuerbare Energie, mindestens 6 Jahre Laufdauer des Projekts, technische Anforderungen müssen erfüllt sein

ZUSCHUSS DURCH BUNDESMINISTERIUM FÜR LOKALES UND VERKEHR

Förderung: Förderdatenbank - Förderprogramme - Förderung von leichten und (foerderdatenbank.de)

<https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMVI/nutzfahrzeuge-antriebe-lade-tankinfrastruktur.html>

Höhe: bis zu 80% der Ausgaben

Voraussetzungen: Anschaffung von Nutzfahrzeugen und der passenden Tank- und Ladestation



10

FAZIT

10.1 Handlungsempfehlungen und Maßnahmenkatalog

Das integrierte Quartierskonzept für Röslau bietet eine umfassende Strategie zur Energieeffizienzsteigerung und nachhaltigen Entwicklung des Quartiers. Durch eine Kombination aus energetischen Sanierungsmaßnahmen, der Implementierung erneuerbarer Energiequellen und einer verbesserten Infrastruktur für Regenwasserretention und Überflutungsvorsorge trägt das Konzept entscheidend zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen bei und fördert die Resilienz der Gemeinde gegenüber klimatischen Herausforderungen.

Ein wesentlicher Fokus liegt auf der Sanierung der Wohngebäude und der Gebäude des gKU Winterling, um den Energieverbrauch zu senken und die CO₂-Emissionen zu minimieren. Die Integration von Dachflächenphotovoltaik, und die Optimierung des Wärmenetzes, inklusive Abwärmenutzung der Industrie, spielen dabei eine zentrale Rolle. Die geplanten Maßnahmen könnten eine signifikante Reduzierung des Energiebedarfs im Quartier ermöglichen und gleichzeitig die lokale Wirtschaft durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze und die Stärkung lokaler Unternehmen unterstützen. Die genauen Maßnahmen, können den einzelnen Kapiteln entnommen werden. Im Folgenden wird auf die Hauptmaßnahmen eingegangen.

MASSNAHMEN gKU AREAL:

KURZFRISTIG:

Um eine Aktivierung des Winterling Areals zu erreichen, wurden bereits vom Architekten Vorplanung inklusive erforderlicher Sanierungsmaßnahmen vorgenommen. Die Kombination dieser Maßnahmen mit energetischen Maßnahmen im Zuge dieses Konzepts ist nun der nächste Schritt. Dazu gehört die Planung und die Integration einer Photovoltaik-Anlage auf dem Dach des Gebäudes sowie an der Südfassade, die Planung zur Einhausung der Heizzentrale inklusive Abwärmenutzung für das gKU-Areal, sowie die Kostenaufstellung über die technische Gebäudeausrüstung der Maßnahmen.

MITTELFRISTIG:

Mittelfristig soll die Leistungsphase 3 und 4 der Gebäudesanierung unter Inanspruchnahme einer Förderung umgesetzt werden.

LANGFRISTIG:

Die Aufwertung der Immobilie führt zur Ansiedlung von Gewerbe und Sozialaktivitäten.

MASSNAHMEN GRÜNFLÄCHEN UND RETENTION:

Durch die erarbeiteten Maßnahmen im Bereich Grünflächen und Retention, werden Grünflächen strategisch genutzt, um die Biodiversität zu erhöhen und gleichzeitig natürliche Ressourcen wie Regenwasser effizienter zu managen. Dies trägt nicht nur zur Verbesserung des Mikroklimas bei, sondern bietet auch den Bewohnern erhöhte Lebensqualität durch attraktivere und nutzbarere Außenbereiche sowie Raum zur sozialen Zusammenkunft.

Die detaillierten Maßnahmen können dem Kapitel 7 „Regenwasserretention und Überflutungsvorsorge“

MASSNAHMEN NAHWÄRMEVERSORGUNG:

KURZFRISTIG:

Die Implementierung und Umsetzung der im Konzept vorgestellten Nahwärmeversorgung soll mittels genossenschaftlicher Strukturen die Bürger zur Teilnahme und Teilhabe motivieren. In den nächsten Schritten wird erneut auf betroffene und interessierte Haushalte zugegangen, um eine hohe Anzahl an Interessenbekundungen zu erreichen. Gleichzeitig wird mit lokalen Akteuren das Geschäftsmodell eruiert, um den Grundstein zur Gründung einer Interessensgemeinschaft, in Vorlauf zur Energiegenossenschaft, zu legen.

MITTELFRISTIG:

Für die Gemeinde kann ein energetischer Unabhängigkeitsgrad erreicht werden, welche die Möglichkeit bietet, diese auch künftig zuverlässig mit Wärme aus erneuerbarer Energie zu versorgen. Die dargestellten Ausbauvarianten bilden hierfür eine mögliche Grundlage und Gedankenreize. Auch die wirtschaftlichen Erträge verbleiben vor Ort und werden nach demokratischem Abstimmprinzip transparent verteilt, gespart oder reinvestiert - je nach Entscheidung der Energiegenossenschaft. Dies gilt auch für das Unternehmerrisiko. Die Mitglieder der Energiegenossenschaft haften nicht mit Eigenkapital und tragen anhand der Generalversammlung aktiv zur Risikoeinschätzung bei.

LANGFRISTIG:

Langfristig schafft diese Herangehensweise finanziellen Spielraum für die künftige Entwicklung in der Versorgung mit erneuerbarer Energie.

10.2 Potentiale im Bezug zu den nationalen und kommunalen klimapolitischen Zielen

Das integrierte Quartierskonzept von Röslau ist eng mit den nationalen und kommunalen klimapolitischen Zielen verknüpft. Diese Verbindung spiegelt sich in verschiedenen Aspekten des Konzepts wider:

ENERGETISCHE SANIERUNG UND ENERGIEEFFIZIENZ: Das Quartierskonzept beinhaltet umfassende Maßnahmen zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden und gewerblichen Einrichtungen. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen signifikant zu reduzieren, was direkt zu den Zielen des nationalen Klimaschutzplans beiträgt. Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 weitgehend treibhausgasneutral zu sein, wobei der Gebäudesektor eine wichtige Rolle spielt. Durch die Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude trägt Röslau zur Erreichung dieser übergeordneten Klimaziele bei.

NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN: Das Konzept fördert aktiv die Integration und Nutzung erneuerbarer Energien wie Photovoltaik und Biomasse. Diese Strategie unterstützt die nationalen Ziele zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der Energieversorgung und trägt zur Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen bei.

NACHHALTIGE MOBILITÄTSLÖSUNGEN: Das Konzept berücksichtigt die Förderung nachhaltiger Mobilitätslösungen, was sich in der Planung von Infrastrukturen für Elektromobilität und verbesserten öffentlichen Verkehrsverbindungen zeigt. Diese Maßnahmen sind konsistent mit den nationalen Verkehrswendezielen, die darauf abzielen, den CO₂-Ausstoß im Verkehrssektor zu verringern.

LOKALE KLIMAANPASSUNGSMASSNAHMEN: Das Quartierskonzept umfasst zudem Maßnahmen zur Klimaanpassung, wie die Gestaltung von Grünflächen zur Verbesserung des Mikroklimas und zur Erhöhung der Regenwasserretention. Diese Maßnahmen tragen zur Resilienz der Gemeinde gegenüber klimabedingten Extremereignissen bei und unterstützen kommunale sowie nationale Anpassungsstrategien an den Klimawandel.

BÜRGERBETEILIGUNG UND BEWUSSTSEINSBILDUNG: Ein weiterer wichtiger Aspekt des Konzepts ist die aktive Einbeziehung der Bürger in die Planungsprozesse. Durch Informationsveranstaltungen und Workshops werden und wurden die Bewohner über die Bedeutung und Vorteile von Klimaschutzmaßnahmen informiert und zur aktiven Teilnahme motiviert. Diese partizipativen Ansätze sind entscheidend, um die Akzeptanz und das Engagement der lokalen Bevölkerung für nachhaltige Entwicklungen zu fördern und tragen zur Umsetzung der nationalen Bildungs- und Sensibilisierungsziele im Bereich Klimaschutz bei.

VERRINGERUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Durch die Substitution von Energieträgern im Quartier Unterröslau, wie in Kapitel 2.5 beschrieben sowie der Verwendung von Holzhackschnitzeln (mit einem CO₂-Äquivalent von 0,027 kgCO₂/kWh) für die Fernwärme, was gemäß den Umrechnungsfaktoren des BAFA-Informationsblatts CO₂-Faktoren von 2021 erfolgt, können in Variante 2b bei einem Wärmebedarf von 6.167 MWh/a (basierend auf der mittleren Sanierung des Quartiers Unterröslau) 806,38 Tonnen CO₂ eingespart werden.

Diese Einsparung resultiert aus der Umrüstung auf ein Nahwärmenetz, das durch erneuerbare Energiequellen gespeist wird, wodurch bis zu 89% der CO₂-Emissionen (Variante 2b) vermieden werden können.

Für den Verwendungsnachweis im Rahmen der Energetischen Stadtsanierung und des Zuschusses 432 können die folgenden Einspareffekte berücksichtigt werden:

- Primärenergiebedarf (Variante 2b): 7.635 MWh/a
- Endenergiebedarf des Quartiers: 6.148 MWh/a
- Endenergiebedarf des Quartiers inklusive Leitungsverluste: 7.233 MWh/a
- CO₂-Ausstoß: 160 Tonnen pro Jahr (davon entfallen 108,5 Tonnen pro Jahr aus Holz-Biomasse und 51,5 Tonnen pro Jahr durch Stromverbrauch für die Industriewärmepumpe).

10.3 Hemmnisanalyse

HEMNMISSE FÜR SELBSTNUTZENDE EIGENTÜMER VON WOHNGBÄUDEN

Die Eigentümer von selbst genutzten Einfamilien-, Doppel-, Reihen- und Kettenhäusern sehen sich generell einigen Hemmnissen bei der energetischen Sanierung gegenüber gestellt. Stieß et al. (<https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2016.01362/full>) identifizieren in ihrer Studie folgende Punkte:

- Kein Interesse an Sanierungsmaßnahmen, die über das Notwendige hinausgehen
- Einschätzung des Hauses als in energetisch gutem Zustand befindlich
- Mangelnde Zeit, um sich mit dem Thema zu beschäftigen
- Angst vor Überforderung bei der Planung und Durchführung der Maßnahmen
- Angst vor Bauschäden
- Angst vor unseriösen Anbietern
- Ungewissheit über die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen
- Fehlende finanzielle Mittel

- Keine Bereitschaft zur Aufnahme eines (weiteren) Kredits zur Finanzierung energetischer Maßnahmen
- Überschaubarkeit der eigenen Zukunft ist nicht gegeben
- Selbsteinschätzung des eigenen Alters (auf Grund des eigenen Alters wird eine Sanierung als nicht mehr rentabel eingeschätzt)

GEGENMASSNAHMEN:

Um die Herausforderungen und Hemmnisse bei der energetischen Sanierung im Rahmen des Quartierskonzepts effektiv anzugehen, werden verschiedene Gegenmaßnahmen vorgeschlagen, die sowohl Informationsbereitstellung als auch praktische Unterstützung umfassen. Zunächst wird empfohlen, kostenfreie Beratungsangebote und thermografische Aufnahmen bereitzustellen, um Hausbesitzern eine realistische Einschätzung des energetischen Zustands ihrer Immobilien zu ermöglichen und ihnen die Schwachstellen deutlich zu machen. Dies soll das Interesse an weiterführenden Sanierungsmaßnahmen wecken, auch über das Nötigste hinaus.

Zur Überwindung von Desinteresse und Zeitmangel wird vorgeschlagen, zielgerichtete und leicht verständliche Informationen bereitzustellen, etwa durch kurze Übersichtsblätter zu den in Röslau vorherrschenden Gebäudeklassen, die unter Kapitel 4.2 beschrieben wurden. Diese bieten eine schnelle Einsicht in potenzielle Verbesserungen und Fördermöglichkeiten. Zusätzlich soll durch die Bereitstellung von Ansprechpartnern und die Empfehlung zuverlässiger Handwerkerbetriebe die Angst vor Überforderung, Bauschäden und unseriösen Anbietern reduziert werden. Es wird auch angeregt, Sanierungsgemeinschaften zu gründen, um Ressourcen zu bündeln und die Planung sowie Durchführung zu erleichtern.

Finanzielle Bedenken sollen durch detaillierte Informationen zu Fördermöglichkeiten und die Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln angegangen werden. Zusätzlich wird die Aufklärung über geringinvestive Maßnahmen empfohlen, um auch ohne große Kreditaufnahme Verbesserungen zu ermöglichen. Bei Bedarf können Zeit- und Kostenpläne erstellt werden, um Unsicherheiten bezüglich der eigenen Zukunft oder der Kreditgewährung im Alter zu minimieren.

Außerdem kann das Ausweisen des Quartiers als Sanierungsgebiet mehrere Vorteile haben, die bei der Umsetzung eines Quartierskonzepts helfen:

Fördermittel und finanzielle Anreize: Als Sanierungsgebiet kann das Quartier Zugang zu speziellen Förderprogrammen erhalten, die finanzielle Unterstützung für Sanierungsmaßnahmen bieten. Diese können sowohl für private als auch für öffentliche Gebäude gelten.

Erhöhte Planungssicherheit und Rechtssicherheit: Mit der Festlegung als Sanierungsgebiet werden oft klare rechtliche und planerische Rahmenbedingungen geschaffen, die Investitionen in die Infrastruktur und Immobilien erleichtern.

Steuerliche Vorteile: Für Eigentümer können sich steuerliche Vorteile ergeben, wenn sie in die Sanierung ihrer Immobilien investieren. Dies erhöht die Attraktivität der Investitionen und kann die Entwicklung des Gebiets beschleunigen.

HEMMNISSE FÜR POTENTIELLEN NAHWÄRMEVERSORGER

Für die Versorger von Nahwärme steht die Wirtschaftlichkeit im Vordergrund. Gerade bei der Versorgung von bereits vorhandenen Gebäudebeständen muss hierzu eine Mindestabnahme von Wärme gegeben sein. Bestehen kein Anschlusszwang oder zuvor abgeschlossene Versorgungsverträge, ist es oft schwierig, die zukünftige (oft nach und nach erfolgende) Inanspruchnahme der geplanten Nahwärmeversorgung risikofrei vorherzusagen.

GEGENMASSNAHMEN:

Im Rahmen des Quartierskonzept wurde die mögliche Nahwärmeversorgung schon sehr genau abgesteckt und es wurden bereits potentielle Interessenten gesammelt, wodurch sich der Betreiber des Nahwärmenetzes auf eine gute Datengrundlage stützen und auf eine bereits bestehende Interessengruppe zugreifen kann:

- **Effiziente Planung und Ausbau**

Durch die vorbereitete Sammlung von Daten zu potenziellen Wärmequellen und -bedarfen können Planung und Bau des Nahwärmenetzes effizienter gestaltet werden. Dies ermöglicht eine genaue Dimensionierung der Anlagen, was nicht nur die Kapital- und Betriebskosten optimiert, sondern auch die Umweltauswirkungen minimiert.

- **Sicherung der Wirtschaftlichkeit**

Die bei der Infoveranstaltung „Energie und Nahwärme“ erstellte Liste potenzieller Interessenten für die Nahwärmeversorgung ermöglicht es dem Betreiber, frühzeitig die Wirtschaftlichkeit des Projekts zu evaluieren. Durch die vorab gesicherte Nachfrage können Investitionsentscheidungen auf einer soliden Basis getroffen und Finanzierungsmodelle entsprechend angepasst werden.

10.4 Monitoring und Ausschreibung zum Sanierungsgebiet

Es bedarf einer regelmäßigen Kontrolle und Steuerung, um die personellen und finanziellen Ressourcen für die Zielerreichung effektiv und effizient einzusetzen. Infolgedessen ist die Einführung eines Controlling-Systems erforderlich, in dessen Prozess der Zeitraum der definierten Ziele eingehalten und ggf. Schwierigkeiten bei der Bearbeitung frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können (Konfliktmanagement).

Die Zuständigkeiten für die Betreuung und Durchführung des Controlling-Systems sollten klar regelt werden. Die Frage, welche Organisationseinheit und welche Person verantwortlich sein soll, muss folglich definiert werden. Eine Personalstelle für Sanierungs- und/oder Klimaschutzmanagement ist in diesem Zusammenhang von zentraler Bedeutung.

Es wird empfohlen, für das Monitoring des Quartierskonzepts einen Quartiermanager einzustellen, der sich auf die Revitalisierung ländlicher Gemeinden konzentriert und dabei das bestehende Quartierskonzept umsetzt. Dieser integriert Monitoring als wesentliches Element seiner Tätigkeit, um die Effektivität der eingeleiteten Maßnahmen zu bewerten und die nachhaltige Entwicklung des Dorfes zu sichern. Dieses Monitoring ermöglicht es ihm, die Fortschritte der verschiedenen Projekte und Initiativen systematisch zu erfassen und zu analysieren, die im Rahmen des Quartierskonzepts entwickelt wurden.

Zu den Monitoring-Aktivitäten gehört die regelmäßige Überprüfung der Zielerreichung, wie etwa die Verbesserung der Infrastruktur, die Steigerung der lokalen Wirtschaftsaktivität oder die Erhöhung der Wohnqualität. Der Quartiermanager nutzt dabei sowohl quantitative Daten, wie z.B. Wirtschaftsindikatoren und Bevölkerungszahlen, als auch qualitative Feedbacks von den Dorfbewohnern und lokalen Stakeholdern.

Dadurch wird das Quartierskonzept nicht nur als starres Rahmenwerk verstanden, sondern als ein dynamischen Prozess, der durch aktives Monitoring und das Engagement der Gemeinschaft kontinuierlich verbessert und an die Bedürfnisse der Einwohner

angepasst wird. Der Quartiermanager agiert somit nicht nur als Planer und Umsetzer, sondern auch als ein Moderator, der das Konzept lebendig hält und die Dorfentwicklung aktiv vorantreibt.

Die Ausschreibung eines Gebiets als Sanierungsgebiet kann die Umsetzung des Quartierskonzepts in Röslau maßgeblich verbessern. Durch diese offizielle Ausweisung erhält das Gebiet Zugang zu speziellen Fördermitteln und steuerlichen Vergünstigungen, die es Eigentümern und vor allem den Investoren der Mehrfamilienhäuser im Quartier ermöglichen, umfangreichere und nachhaltigere Sanierungsmaßnahmen finanziell zu stemmen. Diese Anreize motivieren zu Investitionen in die energetische und strukturelle Verbesserung von Gebäuden, was wiederum die Attraktivität und Lebensqualität des Quartiers steigert.

Darüber hinaus erleichtern planungs- und baurechtliche Erleichterungen in einem Sanierungsgebiet die Genehmigung und Durchführung von Bauvorhaben. Dies beschleunigt die Realisierung von Projekten, die im Einklang mit den Zielen des integrierten Quartierskonzepts stehen. Die Kommune gewinnt durch die Ausschreibung eines Sanierungsgebiets zudem größere Einflussmöglichkeiten auf die städtebauliche Entwicklung und kann so gezielt auf eine nachhaltige Quartiersentwicklung hinwirken.

Somit schafft die Ausschreibung eines Sanierungsgebiets nicht nur finanzielle und rechtliche Rahmenbedingungen für die Umsetzung des Quartierskonzepts, sondern trägt auch zur sozialen und wirtschaftlichen Revitalisierung des Gebiets bei.

ANHANGSVERZEICHNIS

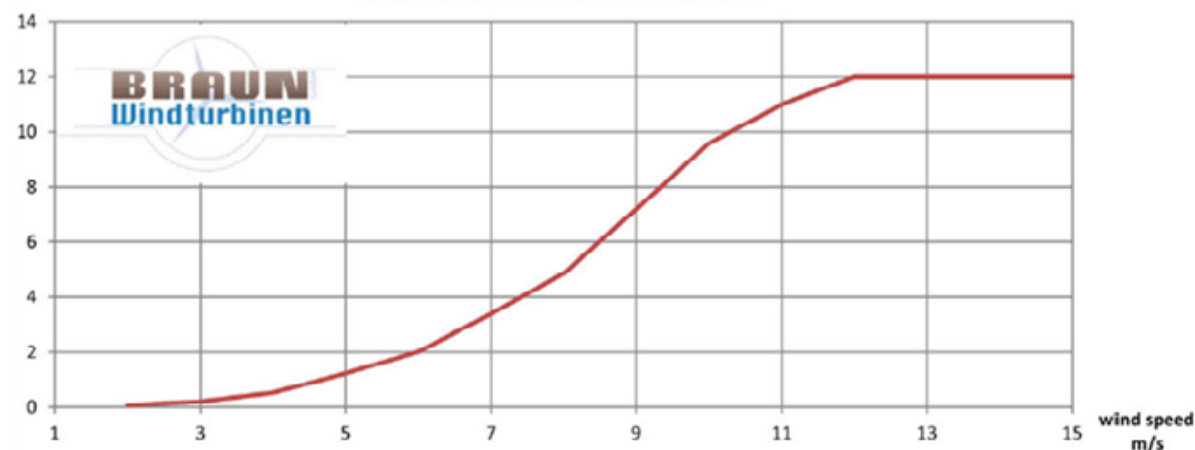
Anhang 1: Datenblatt Windkraftanlage Braun ANTARIS 12 kW (S.29 Fußnote 3)

ANTARIS 12 kW

Generator		Turbinendaten	
Typ	3-phasig Permanentmagnet	Typ	Netzeinspeisung Heizungsunterstützung
Wirkungsgrad	92%	Drehzahlbereich	0 rpm - 300 rpm
Nennleistung	12.0 kW	Arbeitsbereich	60 rpm – 250 rpm
Maximalleistung	18.5 kW	Einschaltgeschwindigkeit	2.2 m/s
Nennspannung	350 VAC	Sturmsicherung	12.0 m/s
Schutzklasse	IP56	Max. Windgeschwindigkeit	> 58 m/s

Mechanische Daten		Sturmsicherung	
Repellerdurchmesser	6.50 m 5.80 m	Automatisches System	Helikopterstellung, Bremswiderstand, Elektronische Bremse (optional)
Überstrichene Rotorfläche	33.16 m ² 26.40 m ²	Manuell	Kurzschlußbremse, Bremswiderstand
Rotorblätter	3 St. Carbon / Glasfaser	Standardnormen und Zertifizierungen: CE-DIN EN 60204-1 DIN VDE 0113 T 1 DIN EN 12100 DIN EN 418 Unfallverhütungsvorschrift BGV A3 (VBG4) entsprechend IEC 61400-2	
Rotorblattschutz	UV-, Chemie- und Temperaturbeständig		
Turbinenmaterial	Hochtemperaturverzinkt		
Farbe	RAL 9010		
Gewicht komplett	450 kg		

Turbinenkennlinie ANTARIS 12 kW



Anhang 2: Berechnungen zu Wärmegestehungspreisen bei unterschiedlichen Anschlussquoten

Tabelle 32: Wärmegestehungspreise bei einer Anschlussquote von 70%

	V1: Biomassekessel für Grund und Spitzenlast	V2a: KWK-Anlage mit Luft-WP und Nutzung von EE	V2b: KWK-Anlage mit Sole-WP, Nutzung von EE u. Abwärme
Investitionskosten			
Wärmeherstellung			
Wärmeerzeuger	1.732.500,00 €	2.574.850,00 €	1.802.395,00 €
Wärmepumpe	- €	650.000,00 €	500.000,00 €
PV Anlage	- €	447.000,00 €	447.000,00 €
Kleinwindanlagen	- €	195.000,00 €	195.000,00 €
Wärmetauscher Abwärme D&S	- €	- €	- €
Lagerung Holz	206.000,00 €	206.000,00 €	206.000,00 €
Elektrischer Anschluss	173.750,00 €	257.485,00 €	180.239,50 €
Pufferspeicher	123.750,00 €	123.750,00 €	123.750,00 €
Verrohrung Energiezentrale	17.325,00 €	25.748,50 €	18.023,95 €
Male für Energiezentrale	370.000,00 €	370.000,00 €	370.000,00 €
Erdarbeiten	240.000,00 €	240.000,00 €	240.000,00 €
Wärmeverteilung			
Wärmenetz mit Erdarbeiten (Abnehmer)	977.760,00 €	977.760,00 €	977.760,00 €
Wärmenetz für Abwärme	- €	- €	- €
Wärmenetz zu Biogasanlage Pumpe, Steuerung, etc.	50.000,00 €	50.000,00 €	50.000,00 €
Wärmetauscher Übergabestation	1.142.400,00 €	1.142.400,00 €	1.142.400,00 €
Wärmetauscher + WP für Abwärme/Biogasan	- €	- €	- €
Sonstiges			
Fahrzeuge	85.000,00 €	85.000,00 €	85.000,00 €
Unvorhergesehenes	25.589,93 €	734.499,35 €	633.756,85 €
Planung	435.028,73 €	624.324,45 €	538.693,32 €
Investition ohne Förderung	5.578.603,65 €	8.703.817,30 €	7.510.018,61 €
	V1: Biomassekessel für Grund und Spitzenlast	V2a: KWK-Anlage mit Luft-WP und Nutzung von FF	V2b: KWK-Anlage mit Sole-WP, Nutzung von EE u. Abwärme
Investitionskosten			
Dauer der Nutzung	20 a	20 a	20 a
Zinssatz	KfW 6,50%	6,50%	6,50%
Annuität*	-506.300 €/a	-789.900 €/a	-681.600 €/a
Heizkosten (Betriebs- und Wartungskosten)			
Annuität	506.300,00 €	789.900,00 €	681.600,00 €
Wartung und Instandhaltung	33.051,37 €	62.979,44 €	58.608,84 €
Kosten Fernwärme (Pumpe)	Strom 21.000,00 €	21.000,00 €	21.000,00 €
Kosten für Brennstoff und Ascheentsorgung	Holz 1/5.839,14 €	104.048,1b €	87.919,57 €
Kosten Wärmepumpe	Strom - €	100.658,94 €	108.800,47 €
Wärmekosten Biogasanlage	Wärme - €	- €	- €
Wärmekosten Stahl & Drahtwerk Rös	Wärme - €	- €	- €
Personalkosten und Verwaltung	€/a 92.250,00 €	92.250,00 €	92.250,00 €
Kosten nach Vollkostenrechnung	828.440,50 €	1.170.836,54 €	1.050.178,87 €
Erlöse und Einsparungen			
Einspeisung PV-Strom + KWA-Strom	- €	3.934,28 €	3.934,28 €
Einspeisung KWK-Anlage	- €	322.591,55 €	241.943,67 €
Verrechnung des KWK-Stroms	- €	- €	- €
Kosten abzüglich Erlöse	828.440,50 €	844.310,70 €	804.300,93 €
Gewinnaufschlag 15 %	86.986,25 €	88.652,62 €	84.451,60 €
Gesamtkosten	915.426,76 €	932.963,32 €	888.752,53 €
Wärmepreis	Variante 1	Variante 2a	Variante 2b
Gesamtwärme aus der Heizzentrale	6.726 MWh/a	6.726 MWh/a	6.726 MWh/a
zu deckende Kosten	915.427 €/a	932.963 €/a	888.753 €/a
Wärmegestehungspreis	13,61 Ct/kWh	13,87 Ct/kWh	13,21 Ct/kWh

Tabelle 33: Wärmegestehungspreise bei einer Anschlussquote von 50%

	V1: Biomassekessel für Grund- und Spitzenlast	V2a: KWK-Anlage mit Luft-WP und Nutzung von EE	V2b: KWK-Anlage mit Sole-WP, Nutzung von EE u. Abwärme
Investitionskosten			
Wärmeproduktion			
Wärmeerzeuger	1.732.500,00 €	2.574.850,00 €	1.802.395,00 €
Wärmepumpe	- €	650.000,00 €	500.000,00 €
PV-Anlage	- €	447.000,00 €	447.000,00 €
Kleinwindanlagen	- €	195.000,00 €	195.000,00 €
Wärmetauscher Abwärme D&S			- €
Lagerung Holz	206.000,00 €	206.000,00 €	206.000,00 €
Elektrischer Anschluss	173.250,00 €	257.485,00 €	180.239,50 €
Pufferspeicher	123.750,00 €	123.750,00 €	123.750,00 €
Verrohrung Energiezentrale	17.325,00 €	25.748,50 €	18.023,95 €
Hale für Energiezentrale	370.000,00 €	370.000,00 €	370.000,00 €
Erdarbeiten	240.000,00 €	240.000,00 €	240.000,00 €
Wärmeverteilung			
Wärmenetz mit Erdarbeiten (Abnehmer)	698.400,00 €	698.400,00 €	698.400,00 €
Wärmenetz für Abwärme	- €	- €	- €
Wärmenetz zu Biogasanlage	- €	- €	- €
Pumpe, Steuerung, etc.	50.000,00 €	50.000,00 €	50.000,00 €
Wärmetauscher Übergabestation	816.000,00 €	816.000,00 €	816.000,00 €
Wärmetauscher + WP für Abwärme/Biogasan	- €	- €	- €
Sonstiges			
Fahrzeuge	85.000,00 €	85.000,00 €	85.000,00 €
Unvorhergesehenes	22.561,13 €	673.923,35 €	573.180,85 €
Planung	383.539,13 €	572.834,85 €	487.203,72 €
Investition ohne Förderung	4.918.325,25 €	7.985.991,70 €	6.792.193,01 €
Investitionskosten			
Dauer der Nutzung	20 a	20 a	20 a
Zinssatz	KfW 6,50%	6,50%	6,50%
Annuität*	-446.400 €/a	-724.800 €/a	-616.400 €/a
Heizkosten (Betriebs- und Wartungskosten)			
Annuität	446.400,00 €	724.800,00 €	616.400,00 €
Wartung und Instandhaltung	24.823,35 €	53.888,22 €	49.517,61 €
Kosten Fernwärme (Pumpe)	Strom 15.000,00 €	15.000,00 €	15.000,00 €
Kosten für Brennstoff und Ascheentsorgung	Holz 125.599,38 €	74.322,97 €	62.799,69 €
Kosten Wärmepumpe	Strom - €	71.899,24 €	77.714,62 €
Wärmekosten Biogasanlage	Wärme		- €
Wärmekosten Stahl & Drahtwerk Rös	Wärme		- €
Personalkosten und Verwaltung	€/a 92.250,00 €	92.250,00 €	92.250,00 €
Kosten nach Vollkostenrechnung	704.072,73 €	1.032.160,43 €	913.681,93 €
Erlöse und Einsparungen			
Einspeisung PV-Strom + KWA-Strom	- €	3.934,28 €	3.934,28 €
Einspeisung KWK-Anlage	- €	230.422,54 €	172.816,90 €
Verrechnung des KWK-Stroms	- €	- €	- €
Kosten abzüglich Erlöse	704.072,73 €	797.803,61 €	736.930,74 €
Gewinnaufschlag	38.510,00 €	46.470,00 €	42.200,00 €
Gesamtkosten	742.582,73 €	844.273,61 €	779.130,74 €
Wärmepreis			
Gesamtwärme aus der Heizzentrale	Variante 1 4.804 MWh/a	Variante 2a 4.804 MWh/a	Variante 2b 4.804 MWh/a
zu deckende Kosten	742.583 €/a	844.274 €/a	779.131 €/a
Wärmegestehungspreis	15,46 Ct/kWh	17,57 Ct/kWh	16,22 Ct/kWh

Tabelle 34: Wärmegestehungspreise bei einer Anschlussquote von 30%

	V1: Biomassekessel für Grund- und Spitzenlast	V2a: KWK-Anlage mit Luft-WP und Nutzung von EE	V2b: KWK-Anlage mit Sole-WP, Nutzung von EE u. Abwärme
Investitionskosten			
Wärmeproduktion			
Wärmeerzeuger	1.732.500,00 €	2.574.850,00 €	1.802.395,00 €
Wärmepumpe	- €	650.000,00 €	500.000,00 €
PV-Anlage	- €	447.000,00 €	447.000,00 €
Kleinwindanlagen	- €	195.000,00 €	195.000,00 €
Wärmetauscher Abwärme D&S			- €
Lagerung Holz	206.000,00 €	206.000,00 €	206.000,00 €
Elektrischer Anschluss	173.250,00 €	257.485,00 €	180.239,50 €
Pufferspeicher	123.750,00 €	123.750,00 €	123.750,00 €
Verrohrung Energiezentrale	17.325,00 €	25.748,50 €	18.023,95 €
Hale für Energiezentrale	370.000,00 €	370.000,00 €	370.000,00 €
Erdarbeiten	240.000,00 €	240.000,00 €	240.000,00 €
Wärmeverteilung			
Wärmenetz mit Erdarbeiten (Abnehmer)	558.720,00 €	558.720,00 €	558.720,00 €
Wärmenetz für Abwärme	- €	- €	- €
Wärmenetz zu Biogasanlage	- €	- €	- €
Pumpe, Steuerung, etc.	50.000,00 €	50.000,00 €	50.000,00 €
Wärmetauscher Übergabestation	652.800,00 €	652.800,00 €	652.800,00 €
Wärmetauscher + WP für Abwärme/Biogasan	- €	- €	- €
Sonstiges			
Fahrzeuge	85.000,00 €	85.000,00 €	85.000,00 €
Unvorhergesehenes	21.016,73 €	643.635,35 €	542.892,85 €
Planung	357.794,33 €	547.090,05 €	461.458,92 €
Investition ohne Förderung	4.588.186,05 €	7.627.078,90 €	6.433.280,21 €
Investitionskosten			
Dauer der Nutzung	20 a	20 a	20 a
Zinssatz	KfW 6,50%	6,50%	6,50%
Annuität*	-416.400 €/a	-692.200 €/a	-583.900 €/a
Heizkosten (Betriebs- und Wartungskosten)			
Annuität	416.400,00 €	692.200,00 €	583.900,00 €
Wartung und Instandhaltung	20.709,34 €	49.342,61 €	44.972,00 €
Kosten Fernwärme (Pumpe)	Strom 12.000,00 €	12.000,00 €	12.000,00 €
Kosten für Brennstoff und Ascheentsorgung	Holz 100.479,51 €	59.460,38 €	50.239,75 €
Kosten Wärmepumpe	Strom - €	57.519,39 €	62.171,70 €
Wärmekosten Biogasanlage	Wärme		- €
Wärmekosten Stahl & Drahtwerk Rös	Wärme		- €
Personalkosten und Verwaltung	€/a 92.250,00 €	92.250,00 €	92.250,00 €
Kosten nach Vollkostenrechnung	641.838,85 €	962.772,37 €	845.533,45 €
Erlöse und Einsparungen			
Einspeisung PV-Strom + KWA-Strom	- €	3.934,28 €	3.934,28 €
Einspeisung KWK-Anlage	- €	184.338,03 €	138.253,52 €
Verrechnung des KWK-Stroms	- €	- €	- €
Kosten abzüglich Erlöse	641.838,85 €	774.500,06 €	703.345,65 €
Gewinnaufschlag (1 Jahr 5%)	38.510,33 €	46.470,00 €	42.200,74 €
Gesamtkosten	680.349,18 €	820.970,07 €	745.546,39 €
Wärmepreis			
Gesamtwärme aus der Heizzentrale	Variante 1 3.843 MWh/a	Variante 2a 3.843 MWh/a	Variante 2b 3.843 MWh/a
zu deckende Kosten	680.349 €/a	820.970 €/a	745.546 €/a
Wärmegestehungspreis	17,70 Ct/kWh	21,36 Ct/kWh	19,40 Ct/kWh

Anhang 3: Energie- und Treibhausgasbilanzierung nach Umsetzung der Fernwärmekonzeption „Wärme“

Tabelle 35: Umrechnung der Emissionswerte in CO₂-Äquivalente sowie Einsparung von CO₂-Emissionen in Tonnen pro Jahr (aktueller Bestand)

Heiztyp	Wärmebedarf aktuell (kWh/a)	CO ₂ -Äq.(kg/kWh)	CO ₂ -Emissionen (t/a)
„Strom“	325.779	0,366	119,24
Gas	1.820.778	0,201	365,98
Öl	2.896.535	0,266	770,48
Sonst. (Biomasse-Pellets)	387.932	0,036	13,97
Wärmepumpe (Strom)	67.092	0,366	24,56
Wärmebedarf gKU Winterling (Erdgas)	2.669.000	0,201	536,47
Summe Bestand [kWh]	8.167.000	0,224	1.830,68

Fernwärme Varianten	Energieeinsatz (MWh/a)	CO ₂ -Äq.(t/MWh) Fernwärme Holz	CO ₂ -Emissionen (t/a)
Variante 1	10.676	0,027	288,25
Variante 2	10.521	0,027	284,07
Variante 3	6.967	0,027	188,11

Einsparung CO ₂ -Emissionen (t/a)	
Variante 1	1.542,43
Variante 2a	1.546,61
Variante 2b	1.642,57

TEILSANIERT, VARIANTE 1-3

Tabelle 36: Umrechnung der Emissionswerte in CO₂-Äquivalente sowie Einsparung von CO₂-Emissionen in Tonnen pro Jahr (Teilsaniert)

Heiztyp	Wärmebed WK saniert kWh/a	CO ₂ -Emissionen (t/a)
„Strom“	154.974	56,72
Gas	1.523.065	306,14
Öl	2.138.206	568,76
Sonst. (Biomasse-Pellets)	264.532	9,52
Wärmepumpe (Strom)	67.092	24,56
Wärmebedarf gKU Winterling (Erdgas)	2.000.000	402,00
Summe Teilsaniert	6.147.869	1.367,70

Fernwärme Biomasse Holz	Energieeinsatz (MWh/a)	CO ₂ -Äq.(t/MWh) Fernwärme Holz	CO ₂ -Emissionen (t/a)
Variante 1	8.036	0,027	216,97
Variante 2	5.358	0,027	144,67
Variante 3	4.018	0,027	108,49

Einsparung CO ₂ -Emissionen (t/a)	
Variante 1	1.150,73
Variante 2a	1.223,03
Variante 2b	1.259,21

VOLLSANIERT , VARIANTE 1 -3

Tabelle 37: Umrechnung der Emissionswerte in CO₂-Äquivalente sowie Einsparung von CO₂-Emissionen in Tonnen pro Jahr (Vollsanziert)

Heiztyp	Wärmebed WK vollsanziert kWh/a	CO ₂ -Emissionen (t/a)
"Strom"	78.985	28,91
Gas	964.415	193,85
Öl	1.138.411	302,82
Sonst. (Biomasse-Pellets)	130.812	4,71
Wärmepumpe (Strom)	67.559	24,73
Wärmebedarf gKU Winterling (Erdgas)	1.600.000	321,60
Summe Vollsanziert	3.980.181	876,61

Fernwärme Biomasse Holz	Energieeinsatz (MWh/a)	CO ₂ -Äq.(t/MWh) Fernwärme Holz	CO ₂ -Emissionen (t/a)
Variante 1	5.203	0,027	140,48
Variante 2	3.468	0,027	93,64
Variante 3	2.601	0,027	70,23

Einsparung CO ₂ -Emissionen (t/a)	
Variante 1	736,13
Variante 2a	782,97
Variante 2b	806,38

LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

1. Architekturbüro Fickenscher. (n.d.).
2. Bauformeln. (n.d.). Abflussbeiwert [Online]. Abgerufen am 02.02.2024 von [bauformeln.de](#).
3. Bundesamt für Naturschutz. (n.d.). Castor fiber - Artportraits [Online]. Abgerufen am 15.01.2024 von [bfm.de](#).
4. Bundesförderung für effiziente Gebäude. (2023). Einzelmaßnahmen [Online]. Abgerufen am 17.11.2023 von [energiewechsel.de](#).
5. C.A.R.M.E.N. e.V. (2022). Eval_2018 [Online]. Abgerufen am 04.03.2024 von [carmen-ev.de](#).
6. Climate-Data.org. (n.d.). Klima Fichtelberg [Online]. Abgerufen am 20.03.2024 von [climate-data.org](#).
7. Deutsche Gesellschaft für Landwirtschaft (DLG). (n.d.). Gliederungsvorschlag für die zu erstellende Fibel für Grundnährstoffe [Online]. Abgerufen am 25.11.2023 von [dlg.org](#).
8. Deutsche Wohngebäudetypologie. (2015). DE_TABULA_TypologyBrochure_IWU.pdf [Online]. Abgerufen am 18.12.2023 von [episcope.eu](#).
9. Deutscher Wetterdienst (DWD). (2020). KOSTRA_DWD_2020 Anwenderhilfe [Online]. Abgerufen am 28.02.2024 von [dwd.de](#).
10. Deutscher Wetterdienst (DWD). (2021). ExtremWetterKongress [Online]. Abgerufen am 22.12.2023 von [dwd.de](#).
11. E.ON. (2023). Wärmekarte [Online]. Abgerufen am 30.04.2024 von [eon.com](#).
12. Electricity Maps. (2023). CO₂-Emissionen des Stromverbrauchs [Online]. Abgerufen am 30.04.2024 von [electricitymaps.com](#).
13. Eicke-Hennig, W. et al. (2005).
14. Federal Office for Economics and Export Control (BAFA). (2021). Informationsblatt CO₂-Faktoren [Online]. Abgerufen am 30.04.2024 von [bafa.de](#).
15. Gödecke, P. Energie- und Antriebstechnik GmbH. (2023).
16. KfW. (n.d.). Energieeffizient sanieren [Online]. Abgerufen am 12.03.2024 von [kfw.de](#).
17. Planungshandbuch Wärme. (n.d.). [Online]. Abgerufen am 15.02.2024 von [verenum.ch](#).
18. Quaschnig, V. (2011).
19. Sáenz-Díez Muro, C. et al. (2010).
20. Seibert, S.P., & Auerswald, K. (2020). Hochwasserminderung im ländlichen Raum – ein Handbuch zur quantitativen Planung. Springer Spektrum [Online]. Abgerufen am 22.01.2024 von [creativecommons.org](#).

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 0: Quartiersabgrenzung für das KfW-Programm 432	10	Abbildung 42: Verbraucherpreise für Brennstoffe in Deutschland in Cent pro kWh ²¹	87
Abbildung 1: Bildreihe vom Bürgerworkshop am 23.06.2023 in Röslau	12	Abbildung 43: Energiebilanz der Variante 1 – Biomassekessel als Wärmeerzeuger	89
Abbildung 2: Informationsveranstaltung am 17.04.2024	15	Abbildung 44: Variante 2a: Betrieb einer KWK-Anlage aus holziger Biomasse; Wärme aus Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung.	90
Abbildung 3: Karte der Gebäude im Quartier mit Kennzeichnung nach Baujahr	19	Abbildung 45: Holzvergasung-KWK-Anlage als Wärmeerzeuger im Verbund mit einer Industrierärmepumpe sowie Berücksichtigung von Abwärmepotenzialen	91
Abbildung 4: Karte der Q-Wert Klassen	21	Abbildung 46: Mögliche Entwicklung des Wärmebedarfs bzw. des Anschlussgrades	97
Abbildung 5: spezifischer Jahreswärmebedarf der Wohngebäude nach Baujahr	21	Abbildung 47: Variante zur Nutzung von Überschusswärme aus Industrie und benachbarten Biogasanlage bei einer geringen Anschlussquote	99
Abbildung 6: Wärme- und Prozesswärme Bedarfsklassen des Quartiers	22	Abbildung 48: Übersicht Finanzierungsmodelle	103
Abbildung 7: Verbrauch Wohnhäuser	23	Abbildung 49: Betriebsmodelle	103
Abbildung 8: Bildschirmfoto der E.on Wärmekarte	24	Abbildung 50: Finanzierungs- und Betriebsmodelle	103
Abbildung 9: Quartierenergiebedarf Elektrizität	28	Abbildung 51: Prozess der Gründung einer Energiegenossenschaft	112
Abbildung 10: Quartierenergiebedarf Wärme/Prozesswärme	29	Abbildung 52: Klimadiagramm Fichtelberg	121
Abbildung 11: Wärme Co ₂ nach Gebäudetypisierung	29	Abbildung 53: Regenwassermanagement im Quartier	123
Abbildung 12: PV-Auslegung Turnhalle	36	Abbildung 54: Geschätztes Einzugsgebiet vom Biber-Biotop	124
Abbildung 13: PV-Auslegung Feuerwehrhaus	37	Abbildung 55: Ausgangssituation Parkplatz Turnhalle	126
Abbildung 14: Erste PV-Auslegung gKU Winterling	37	Abbildung 56: Parkplatz Turnhalle	126
Abbildung 15: Zweite PV-Auslegung gKU Winterling	38	Abbildung 57: Entwässerungsrinne am Parkplatz Turnhalle	126
Abbildung 16: Fassaden-PV gKU Winterling, Quelle: Architekturbüro Fickenscher	38	Abbildung 58: Parkplatz Winterling Gebäude	130
Abbildung 17: Installation der Windmessung auf dem Winterling Areal	39	Abbildung 59: Ausgangssituation Parkfläche Winterling Gebäude	130
Abbildung 18: Messequipment zur Windpotenzialmessung (Datenlogger, Anemometer und Windfahne)	39	Abbildung 60: Abflussmulde neben dem Winterling Gebäude	130
Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung Anemometer 1	40	Abbildung 61: potenzielle Stellen für eine Dammanlage	137
Abbildung 20: Häufigkeitsverteilung Anemometer 2	41	Abbildung 62: Aufbau einer umweltfreundlichen Dammstruktur für Biber-Biotope	137
Abbildung 21: Ermittelte Windrose und mittlere Windgeschwindigkeit am Standort des Unternehmens	41	Abbildung 63: Erdaushubrecycling beim Dammbau	137
Abbildung 22: Beispiel – Strömungsfelder auf einem hohen Flachdach ⁸	42	Abbildung 64: Umgestaltungsoptionen für die Parkfläche Turnhalle	141
Abbildung 23: Geschätzter jährlicher Stromertrag für Kleinwind-Szenarien	44	Abbildung 65: Umgestaltung der Parkfläche am WINTERLING Gebäude	143
Abbildung 24: Beispiel einer Kleinwindanlagen auf Flachdach eines Bürogebäudes ¹¹	47	Abbildung 66: Kommunale Flächen	150
Abbildung 25: Optimale Platzierung einer Kleinwindanlage auf dem Dach des Winterling Gebäudes	47	Abbildung 67: Pilzbefall am Berg-Ahorn	153
Abbildung 26: Übersicht der Gebäudeeffizienz in Unterröslau (Bayern)	63	Abbildung 68: ökologisch wertvolle Flächen im Quartier	158
Abbildung 27: Einteilung der Gebäude nach Gebäudeklassen (Baujahr).	64	Abbildung 69: Kommunale Flächen in landwirtschaftlicher Nutzung	158
Abbildung 28: Gleichzeitigkeit in Abhängigkeit der Anzahl an Wärmeabnehmern	65	Abbildung 70: Flächen mit geringem ökologischem Wert	159
Abbildung 29: Lastkennlinie des Wärmeleistungsbedarfs in Abhängigkeit der Außentemperatur ¹⁵	65	Abbildung 71: Beispiel für eine Umgestaltung der kommunalen Grünfläche	161
Abbildung 30: Lastkennlinie des Wärmeleistungsbedarfs in Abhängigkeit der Außentemperatur ¹⁶	66	Abbildung 72: Mögliche Umgestaltung des Spielplatzes	165
Abbildung 31: Beispielanschluss eines Wärmenetzes an einen Endverbraucher	66	Abbildung 73: Wander- und Radwege in Röslau	166
Abbildung 32: Wärmenetz für das Quartier Unterröslau sowie potenzieller Standort der Energiezentrale ¹⁷	68	Abbildung 74: Vorgeschlagene Wanderwege	167
Abbildung 33: Mögliche Standorte für eine Energiezentrale	70	Abbildung 75: Biber-Schleife: „Wander- und Lehrpfad“	169
Abbildung 34: Wärmebilanz der Variante 1 unterteilt nach Monaten	73	Abbildung 76 Pumptrack in Weilerswist	170
Abbildung 35: Beispiel für eine Luft-Wärmepumpe ohne Gehäuseabdeckung	74	Abbildung 77 Zeichnung eines kleinen Mobilitätshub	171
Abbildung 36: Beispielhafter Aufbau einer KWK-Anlage der Fa. RegaWatt	75	Abbildung 78 Mindmap eines Mobilitätshubs	172
Abbildung 37: Wärmebilanz der Variante 2 unterteilt nach 12 Monaten	76	Abbildung 79: Solarcarport, Parkplatz Turnhalle	174
Abbildung 38: Übersicht über weitere Wärmequellenstandorte zur Steigerung der Effizienz einer industriellen Wärmepumpe ¹⁹	77	Abbildung 80: MOBILITY HUB, Parkplatz gKU Winterling	175
Abbildung 39: Ermittlung der Wärmemenge bei Stahl- und Drahtwerk Röslau GmbH	79		
Abbildung 40: Gemessene Wärmeleistung vom 15.03 bis 21.03.2024	80		
Abbildung 41: Tatsächlich entnehmbare Wärmemenge, gemessen vom 15.03.24 bis 21.03.24	80		

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Heizbedarf Wohngebäude	23
Tabelle 2: Wärmebedarf nach Wärmekarte	24
Tabelle 3: Übersicht über die Winddatenauswertung	40
Tabelle 4: Übersicht über die Rauigkeit der Erdoberfläche ⁷	42
Tabelle 5: Übersicht über die Auswahl von am Markt verfügbaren Kleinwindanlagen für Industriebetriebe	43
Tabelle 6: Beispielhafte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Kleinwindanlage ¹⁰	46
Tabelle 7: Maßnahmen und Investitionskosten	52
Tabelle 8: Gebäudedaten, Mehrfamilienhäuser	55
Tabelle 9: Maßnahmen und Investitionskosten	56
Tabelle 10: Gebäudedaten	56
Tabelle 11: Ermittelter Wärmebedarf des Quartiers Unterröslau	64
Tabelle 12: Ermittlung des Platzbedarfes zur Brennstofflagerung	71
Tabelle 13: Eckdaten - Varianten zur Wärmeversorgung des Quartiers mit Fernwärme	72
Tabelle 14: Annahmen für die Investitionskostenberechnung der Energiezentrale	82
Tabelle 15: Gesamte Investition für die Anlagenvarianten	83
Tabelle 16: Annahmen zur Betriebskostenberechnung	84
Tabelle 17: Berechnung des Wärmegestehungspreises nach Vollkostenrechnung	86
Tabelle 18: Fakten zu den Kurzumtriebsplantagen	93
Tabelle 19: Zusammenfassung Brennstoffanalyse von biogenen Brennstoffen ²³	94
Tabelle 20: SWOT Analyse der Energiezentrale mit Fernwärme	95
Tabelle 21: Vergleich der Fernwärmeversorgungskonzepte für Unterröslau, Bayern	96
Tabelle 22: Auswirkungen des Anschlussgrades auf die Wärmegestehungskosten ²⁴	98
Tabelle 23: Schätzung des Wärmegestehungspreises bei niedrigerem Wärmebedarf oder geringer Anschlussquote	99
Tabelle 24: Vergleich der CO ₂ -äquivalenten Emissionen verschiedener Energieträger ²⁵	101
Tabelle 25: : Einsparung von CO ₂ -Emissionen in Tonnen pro Jahr ²⁶	101
Tabelle 26: Kapitalbedarf der einzelnen Varianten	102
Tabelle 27: Starkniederschlagsauswertung für Rösrau (KOSTRA-DWD 2020)	127
Tabelle 28: Kalkulation von vier Szenarien von Starkniederschlagshöhe und Regenwasserabfluss (Abflusswert 0,9 für asphaltierte Flächen)	133
Tabelle 29: Abflusswerte für verschiedene Oberflächenmaterialien	140
Tabelle 30: Ökologischer Wert der Bäume und Hecken auf dem Spielplatz	152
Tabelle 31: Geschätzte Kosten für Biotopverbundmaßnahmen	162
Tabelle 32: Wärmegestehungspreise bei einer Anschlussquote von 70%	187
Tabelle 33: Wärmegestehungspreise bei einer Anschlussquote von 50%	188
Tabelle 34: Wärmegestehungspreise bei einer Anschlussquote von 30%	189
Tabelle 35: Umrechnung der Emissionswerte in CO ₂ -Äquivalente sowie Einsparung von CO ₂ -Emissionen in Tonnen pro Jahr (aktueller Bestand)	190
Tabelle 36: Umrechnung der Emissionswerte in CO ₂ -Äquivalente sowie Einsparung von CO ₂ -Emissionen in Tonnen pro Jahr (Teilsaniert)	191
Tabelle 37: Umrechnung der Emissionswerte in CO ₂ -Äquivalente sowie Einsparung von CO ₂ -Emissionen in Tonnen pro Jahr (Vollsanitert)	192



g**KU**
WINTERLING
Immobilien

Arzberg Kirchenlamitz Röslau Schwarzenbach/S

Es
geht!