



MASTERPLAN KLIMANEUTRALITÄT 2035 WINTERBERG

Teil I: Schwachstellen- und Potenzialanalyse

März 2023



ifv Institut
für Verwaltungs-
wissenschaften gGmbH



Inhaltsverzeichnis:

1. Vorwort zum Projekt <i>Masterplan Klimaneutralität 2035</i>	S. 6
2. Methodik	S. 7
3. Solarenergie	S. 9
3.1 Globalstrahlung	S. 9
3.2 Hanglage und Exposition	S. 10
3.3 Bestehende bauliche Verhältnisse	S. 10
3.4 Akzeptanz und Umsetzbarkeit	S. 11
3.5 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick	S. 12
4. Windenergie	S. 12
4.1 Energetische Bilanzierung	S. 13
4.2 Planungsstand und Konzentrationszonen	S. 13
4.3 Konflikte und Problemlösungspotenzial	S. 14
4.3.1 Naturschutzfachliche und touristische Beeinträchtigung	S. 15
4.3.2 Beeinträchtigung von Einwohnern	S. 15
4.4 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick	S. 15
5. Sanierung	S. 16
5.1 Baulicher Bestand	S. 16
5.2 Möglichkeiten der Einflussnahme	S. 17
5.3 Steuerung durch Ausweisung von Sanierungsgebieten	S. 18
5.4 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick	S. 19
6. Wärme	S. 19
6.1 Gegenwärtige Wärmeherzeugung	S. 20
6.2 Wärmepumpen	S. 21
6.3 Holzfeuerungsstätten	S. 22
6.4 Wärmenetze Nah- und Fernwärme	S. 22
6.5 Zentrale Wärmeproduktion	S. 23
6.5.1 Geothermie	S. 23
6.5.2 Blockheizkraftwerke und Energieholzanbau	S. 25
6.5.3 Grüner Wasserstoff	S. 26
6.5.4 Weitere Möglichkeiten der Wärmeproduktion	S. 27
6.6 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick	S. 27
7. Mobilität	S. 27

7.1 Mobilitätsbedarf Winterberg	S. 28
7.2 Handlungsräume für städtische Einflussnahme	S. 28
7.3 Erneuerbare Tank- und Lademöglichkeiten	S. 29
7.3.1 Elektroauto-Ladesäulen und (Solar-) Ladepark	S. 29
7.3.2 Wasserstoff-Tankstelle	S. 30
7.4 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick	S. 30
8. Verwaltung/öffentliche Aufgaben	S. 31
8.1 Gebäudesanierung	S. 31
8.2 Fuhrparkmanagement und Ladeinfrastruktur	S. 32
8.3 CO ² -Minderungspotenziale der modernen Arbeitswelt	S. 33
7.4 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick	S. 33
9. Zusammenfassung, Fazit und Ausblick	S. 35
10. Literatur- und Quellenverzeichnis	S. 37
11. Anhang	S. 52

Abkürzungsverzeichnis:

Abb.: Abbildung

BauGB: Bau- Gesetzbuch

BimSchuG: Bundes-Immissionsschutzgesetz

BNatSchG: Bundesnaturschutzgesetz

BRD: Bundesrepublik Deutschland

ca.: circa (in etwa/ungefähr)

DB: Deutsche Bahn

EEG: Erneuerbare-Energien-Gesetz

eG: eingetragene Genossenschaft

EnEV: Energiesparverordnung

etc.: Et cetera (und die übrigen Dinge)

EU: Europäische Union

FNP: Flächennutzungsplan

GAP: Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union

GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleister

Greening: Begrünung (Maßnahme der Agrarpolitik der Europäischen Union)

KfW: Kreditanstalt für Wiederaufbau

Kfz: Kraftfahrzeug

LANUV NRW: Landesamt für Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Lkw: Lastkraftwagen

NN: Normal Null (Höhe des Meeresspiegels)

ÖPNV: Öffentlicher Personen-Nahverkehr

Pkw: Personenkraftwagen

RLG: Regionalverkehr Ruhr-Lippe GmbH

THG: Treibhausgas-Emissionen

u. a.: unter anderem

z.B.: Zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis:

Abb. I: Projektplanung <i>Masterplan Klimaneutralität 2035</i>	S. 6
Abb. II: THG-Emissionen 2019 und 2035 im Vergleich	S. 7
Abb. III: Grundlegende Methodik der Schwachstellen- und Potenzialanalyse	S. 8
Abb. IV: Globalstrahlung in ausgewählten Städten im Verhältnis zum Durchschnitt der BRD (Jahresmittel 1991-2020)	S. 9
Abb. V: Wesentliche Vorteile einer städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen nach §136	S. 18
Abb. VI: Relativer Anteil von Energieträgern im Sektor Gebäude/Wohnen	S. 20
Abb. VII: Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger	S. 21
Abb. VIII: Zusammenhänge verschiedener Potenzialbegriffe im Kontext der Potenzialanalyse zur Bioenergiebeschaffung für ein Blockheizkraftwerk	S. 25
Abb. IX: Aspekte der Sonderstellung des Handlungsfelds Verwaltung/öffentliche Aufgaben im klimaneutralen Umbau	S. 31
Abb. X: Anteil der städtischen Gebäude Winterbergs nach energetischen Sanierungszuständen (Stand 2023)	S. 32
Abb. XI: Fahrzeuge der städtischen Flotte Winterbergs, die bereits durch Hybrid- oder Elektrofahrzeuge ersetzbar sind	S. 32
Abb. XII: CO ² -reduzierende Maßnahmen des Sektors moderne Arbeitswelt	S. 33
Abb. XIII: CO ² -Einsparpotenzial Winterbergs nach Handlungsfeldern	S. 35

Tabellenverzeichnis:

Tab. I: Vor- und Nachteile der Flächennutzung Winterbergs für Solarkraftwerke	S. 12
Tab. II: Bewertung der Sinnhaftigkeit eines städtebaulichen Sanierungsgebiets in Winterberg nach der KfW	S. 19
Tab. III: Besonderheiten verschiedener Ausbau- Endstadien eines Wärmenetzes	S. 23
Tab. IV: Mobilitätsformen, Möglichkeiten und Effekte der städtischen Einflussnahme	S. 29
Tab. V: Bedeutung der Öffentlichkeitsarbeit für verschiedene Teilbereiche des energetischen Umbaus	S. 34

Kartenverzeichnis:

Karte I: Für Solarenergie geeignete Freiflächen im Norden der Stadt Winterberg nach EEG 2021	S. 10
Karte II: Räumliche Lage der, gemäß der 4. Änderung des FNP, als Windenergie-Konzentrationszone ausgewiesene Fläche am Rand des Stadtgebiets und Lage des verworfenen Planungsstandes einer Windenergie-Konzentrationszone	S. 14
Karte III: Anteil der Gebäude mit einer Ölheizung als Wärmequelle nach Wohnblocks	S. 16
Karte IV: Darstellung des technischen Modernisierungspotenzials der Wohnbebauung Winterbergs	S. 17
Karte V: Geologische Ausgangslage zur Erschließung oberflächennaher Geothermie in NRW	S. 24
Karte VI: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete im Umland der Stadt Winterberg	S. 24

1. Vorwort zum Projekt *Masterplan Klimaneutralität 2035*

Um einen Beitrag zur Bewältigung des globalen Klimawandels zu leisten, wurde von der Stadt Winterberg der Beschluss gefasst, bis 2035 Klimaneutralität zu erreichen. Derzeit (Datengrundlage 2019) liegt der CO²-Fußabdruck Winterbergs bei einem CO²-Ausstoß von 8,77t CO² pro Person und Jahr. Bis zum Jahr 2035 sollen die Emissionen pro Person auf eine Tonne CO² pro Jahr verringert werden.

Das ehrgeizige Ziel zur Reduktion des Co²-Ausstoßes um ca. 90% erfordert eine vollständige energetische Neuausrichtung der gesamten Stadt in nur wenigen Jahren.

Als Datengrundlage für die Emissions-Bilanzierung, die sämtliche klimaschädlichen Gase in CO²-Äquivalenten wiedergibt, dient die 2019 durchgeführte Energie- und THG-Bilanz der *energielenker projects GmbH* [1].

Als erste gesamtheitliche Betrachtung der energetischen Neuausrichtung Winterbergs leistet der „Masterplan Klimaneutralität 2035“ einen Beitrag zum Erreichen der Klimaneutralität Winterbergs und versteht sich als strategische Empfehlung mit gesamtheitlicher geographischer Perspektive.

Der Masterplan setzt sich aus vier Teilberichten zusammen, die während des Kalenderjahres 2023 erarbeitet werden. Der Projektplan informiert über die zeitliche Abfolge und inhaltliche Schwerpunkte der Teilberichte.



Abb. I: Projektplanung *Masterplan Klimaneutralität 2035*

2. Methodik

Die Schwachstellen- und Potenzialanalyse dient als erster Projektteil dazu, den gegenwärtigen Zustand der energetischen Ausgangslage Winterbergs zu analysieren. Hierzu werden aktuelle Entwicklungen und die sich daraus ergebenden Entwicklungschancen untersucht.

Wie die unten dargestellte Abb. II verdeutlicht, ist das bekannte Ziel des Energieumbaus, die Reduktion der CO²-Emissionen um ca. 90%, ein fester Parameter der zu entwickelnden Agenda.

In der Auswahl der Energieträger und Technologien der Zukunft liegt die wesentliche Herausforderung des Projekts.

Bei der Auswahl einer geeigneten Mischung aus verschiedenen erneuerbaren Energien für Winterberg gilt es Maßnahmen mit einem maximalen Hebeleffekt zur CO²-Reduktion auszuwählen. Da jede Stadt und Gemeinde Deutschlands über unterschiedliche geographische Ausgangspositionen verfügt, lässt sich die Frage nach einer geeigneten Strategie für den energetischen Umbau nicht pauschal beantworten.

Das Gesamtkonzept des energetischen Umbaus Winterbergs muss auf den konkreten geographischen Raum angepasst werden, um volles Potenzial zu entfalten und sich in regionale Entwicklungspläne einzufügen. Dieser Grundsatz ist nicht nur im Aufbau von Solar- und Windkraftanlagen durch die naturräumliche Beschaffenheit von unmittelbarer Relevanz, sondern beugt generell lokalen Akzeptanz- und Zielkonflikten vor.

Ein geglückter energetischer Umbau von Städten und Gemeinden kann nur unter Berücksichtigung ihrer Individualität erfolgen. Die Anwendung von Patentrezepten im energetischen Umbau verhindert die volle Ausschöpfung des lokalen Potenzials der Umwelt und gefährdet bestehende Strukturen.

TGH-Emissionen 2019 und 2035 im Vergleich

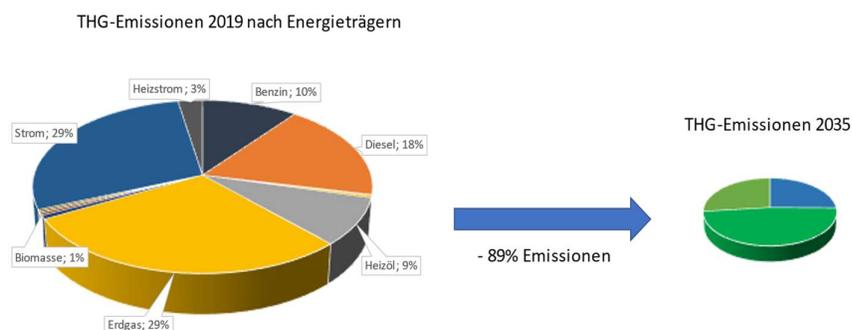


Abb. II: THG-Emissionen 2019 und 2035 im Vergleich

3. Solarenergie

Bioenergie, Windenergie, Wasserkraft und Solarenergie bilden die technische Grundlage für erneuerbare Stromproduktion. Durch den mengenmäßig kaum bedeutsamen Anteil der Wasserkraft an der Stromproduktion Winterbergs und die derzeit erst in Planung befindlichen Windräder, nimmt die Solartechnologie mitsamt der Bioenergie derzeit einen besonderen Stellenwert ein.

3.1 Globalstrahlung

Das Ertragspotenzial von Solarkraftwerken befindet sich in absoluter Abhängigkeit zur nutzbaren Globalstrahlung des Standorts der Anbringung einer Anlage. Im gesamten HSK ist die Globalstrahlung im deutschlandweiten Vergleich gering. Die Stadt Winterberg ist diesbezüglich, durch ihre exponierte Höhenlage im Mittelgebirge (668m NN), in besonderem Maße negativ beeinträchtigt. Die Jahresmittelwerte der Globalstrahlung liegen in Winterberg im Messzeitraum 1991-2020 deutlich unter 1000 kWh/m². Das obere Sauerland, inklusive der Stadt Winterberg, ist eine Region mit außerordentlich geringer Globalstrahlung, bemessen am deutschlandweiten Vergleich [2].

Die folgende Darstellung verdeutlicht Winterbergs Defizit an Globalstrahlung im Vergleich zu ausgewählten Städten Deutschlands. Die geographische Lage anderer Städte wirkt sich deutlich vorteilhafter auf die Nutzung von Solartechnologie aus. Am Beispiel des Klima-Konzepts Münchens lässt sich eine mustergültige strategische Anpassung der energetischen Ausrichtung an das hohe Solarpotenzial des Stadtgebiets benennen [3]. Eine energie-strategische Ausrichtung Winterbergs, die einen besonderen Schwerpunkt auf Solartechnologie legt, erscheint in Anbetracht der geringen Globalstrahlung vor Ort als ineffizient.

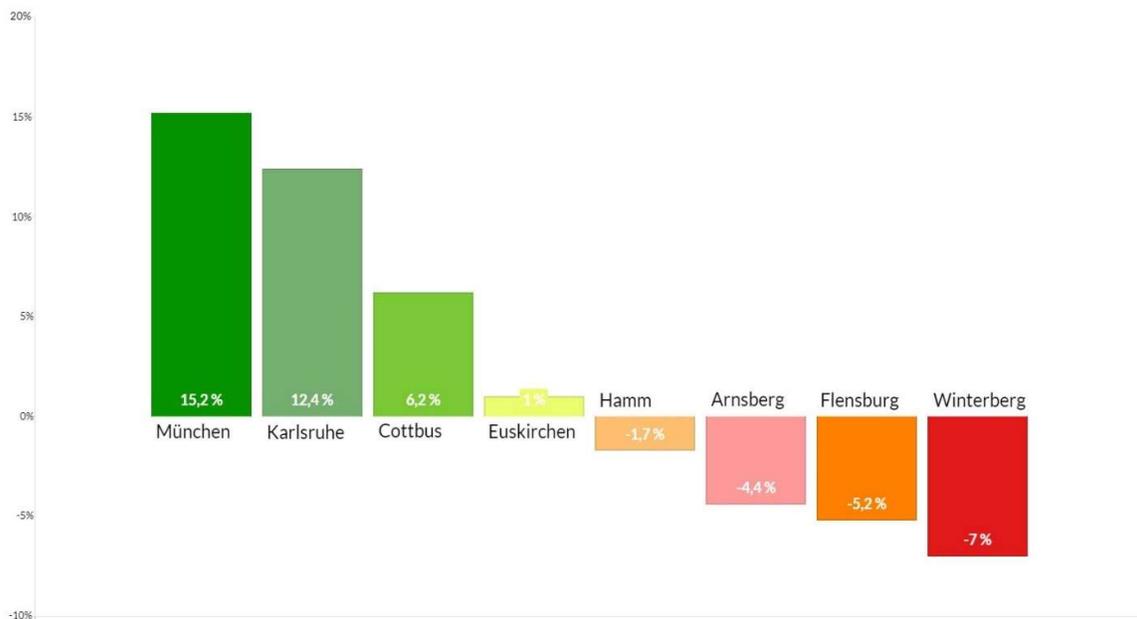


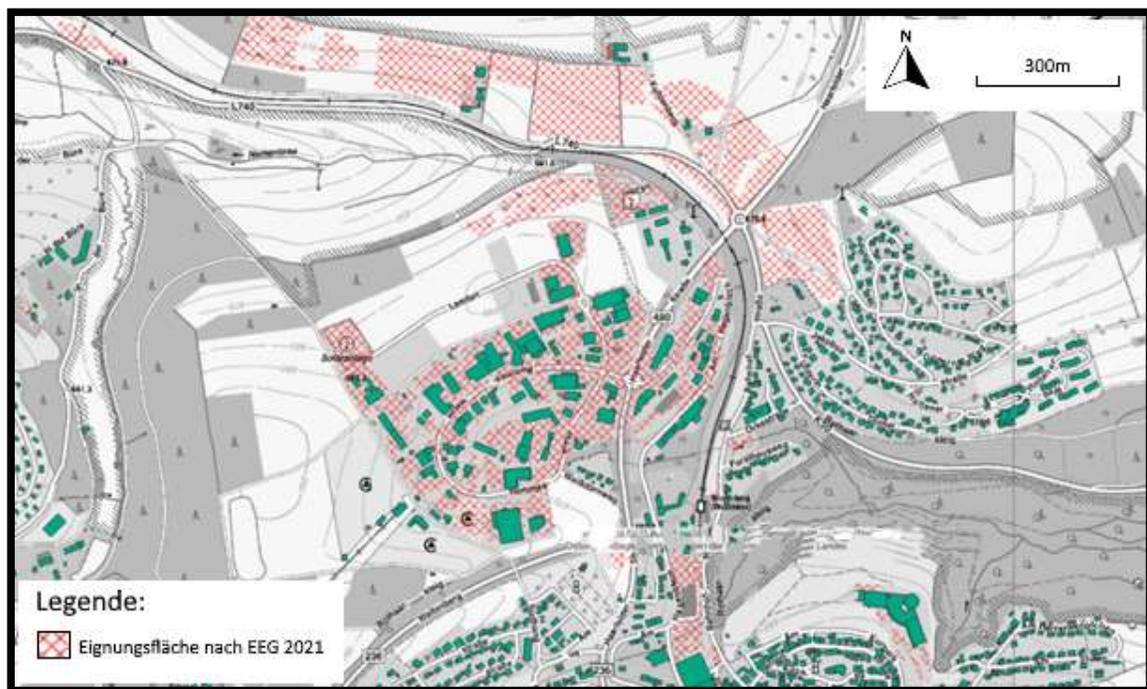
Abb. IV: Globalstrahlung in ausgewählten Städten im Verhältnis zum Durchschnitt der BRD (Jahresmittel 1991-2020)

3.2 Hanglage und Exposition

Ein Großteil der Fläche des Stadtgebiets Winterbergs zeichnet sich durch eine nach Süden gerichtete, steile Hanglage aus. Die Flächen mit dieser Exposition weisen die höchste empfangene Strahlungsenergie auf und sind daher prinzipiell für die Nutzung durch Solarenergie am besten geeignet. Dies betrifft insbesondere Freiflächen im Norden der Stadt, die nach EEG 2021 hervorragend geeignet sind.

Die geeigneten Dachflächen der Wohnbebauung sind, den Großteil der Wohnbebauung Winterbergs umfassend, nach Süden ausgerichtet und bieten somit ebenfalls eine bestmögliche Ausgangslage für eine hohe solare Energieaufnahme [4].

Karte I skizziert die Eignung von Freiflächen für die Nutzung von Solarenergie. Viele der markierten Flächen weisen eine besonders günstige Süd-Exposition auf.



Karte I: Für Solarenergie geeignete Freiflächen im Norden der Stadt Winterberg nach EEG 2021 (wesentliche Kriterien sind hier die Landschaftsnutzung und die Exposition der Fläche)

3.3 Bestehende bauliche Verhältnisse

In der folgenden Erläuterung werden neben der Datengrundlage der THG-Bilanz von 2019, prognostizierte Werte für das Jahr 2023 verwendet. Dies ist notwendig, da sich der Sektor der Solarenergie in vier Jahren signifikant entwickelt hat. Nach Prognosen werden in Winterberg im Jahr 2023, ca. 7% des Netto-Strombedarfs durch lokale Solarkraftwerke produziert werden [1, 5]. Der Bundesweite Durchschnitt wird 2023 mit ca. 12%, höher ausfallen [6].

Der energetische Ausbau zur Erzeugung von Solarstrom wurde bisher zum Großteil auf privaten Immobilien mit starken Dachneigungen in Richtung Süden und Südwesten durchgeführt. Diese Entwicklung ist maßgeblich auf die Strategie der EEG-Förderung zurückzuführen, private Dachflächen

deutlich stärker zu fördern als Freiflächen [7]. Auf Flachdächern, wie z.B. im Gewerbegebiet im Norden der Stadt, ist die energetische Nutzung durch Solarzellen, trotz der großräumigen Flachdächer, selten.

Freiflächen werden bislang nur im Fall des etwa 5700m² großen Solarkraftwerks am *Lamfert*, der *Bürgerenergiegenossenschaft Kahler Asten eG*, (auf der obigen Karte Abb. V gekennzeichnet) genutzt, um Solarstrom zu produzieren. Aufgrund der Lage am Rand des Gewerbegebiets ist die Fläche besonders leicht für ein Freiflächen-Solarkraftwerk nutzbar.

Durch den vollständigen Ausbau, der in Abb. V markierten Freiflächen mit Solaranlagen, ließe sich der Netto-Strombedarf Winterbergs (2023) mengenmäßig vollständig abdecken. Unabhängig vom gewählten Entwicklungsszenario der Stadt Winterberg zum Erreichen der Klimaneutralität bis 2035, ist zu berücksichtigen, dass sich der Stromverbrauch, insbesondere durch die fortschreitende Elektromobilität, in den kommenden Jahren um ein Vielfaches erhöhen wird.

Der Stromverbrauch wird sich bis 2035, durch die notwendige energetische Kompensation fossiler Treibstoffe, mindestens verdoppeln. Um den Bedarf an erneuerbarem Strom zu decken wäre ein weiterer Ausbau der Freiflächen Solaranlagen auf die doppelte Größe, der in Karte I skizzierten Fläche, erforderlich.

Einen bislang komplett unerschlossenen Raum für Solarkraftwerke stellen Winterbergs Parkplätze dar. Prinzipielle Eignung hätten die primär für Touristen geeigneten Großparkplätze, öffentlicher Parkraum sowie die Parkplätze des Einzelhandels z.B. von Supermärkten. Konservativen Berechnungen nach, umfassen diese Flächen bis zu 18.000m² und könnten bei vollständiger Bebauung (Überdachung) durch Solarkollektoren den gesamten Strombedarf Winterbergs (2023) um weitere 5-15% abdecken.

Derartige energetische Übersichtsrechnungen dienen ausschließlich zur Beurteilung der benötigten Flächengrößen und stellen keine präzisen technischen Betrachtungen dar. Berechnungsgrundlage stellen hier vergleichbaren Leistungsdaten von Solarkraftwerken [8], die THG-Bilanz 2019 [1]., sowie kartographisch ermittelten Flächengrößen dar [9].

3.4 Akzeptanz und Umsetzung

Generell stellen Solarkraftwerke für private Betreiber die beliebteste Form dar, um erneuerbaren Strom zu produzieren. Der Wunsch nach energetischer Autarkie und die Aussicht auf finanziell lohnende Investitionen sind wesentliche Motive für die Anschaffung einer Solaranlage.

Ein eigenes Förderprogramm der Stadt Winterberg unterstützt seit 2022 die Anschaffung eines privaten Solarkraftwerks finanziell. Durch den hohen Andrang an Interessenten werden die zur Verfügung gestellten Mittel schnell ausgeschöpft. So konnten allein im Januar 2023, 25 Solarkraftwerke auf Dachflächen und 64 Balkonkraftwerke bezuschusst werden [10]. Balkonkraftwerke sind Solarzellen von wenigen Quadratmetern Größe, die unkompliziert installiert werden können und vergleichsweise preiswert erhältlich sind.

Die hohe Nachfrage nach Balkonkraftwerken drückt den Wunsch vieler Bürger, die nicht über die baulichen oder finanziellen Möglichkeiten für größere Solaranlagen verfügen, aus, am energetischen Umbau zu partizipieren.

Die folgende Darstellung informiert über unterschiedliche Flächen-Gattungen und ihre Nutzbarkeit für Solarkraftwerke.

	Akzeptanz von Bürgern	Energetischer Nutzen	Negative Auswirkungen	Gegenwärtiger Zustand
Private Wohnimmobilien	sehr groß	mittelmäßig	potenziell optische Beeinträchtigung	teilweise ausgebaut, positiver Trend
Dachflächen Gewerbe/Industrie	gleichgültig	groß	keine	Ausbau in geringem Umfang erfolgt
Freiflächen	mittelmäßig	sehr groß	Zielkonflikt Landwirtschaft und Landschaftsbild	Einzelfall der <i>Bürgerenergiegenossenschaft Kahler Asten eG</i> in Betrieb
Parkplätze	mittelmäßig-groß	groß	Zielkonflikt Landschaftsbild	Keine Anlagen in Betrieb

Tab. I: Vor- und Nachteile der Flächennutzung Winterbergs für Solarkraftwerke

3.5 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick

Die Analyse des naturräumlichen Potenzials am Standort Winterberg verdeutlicht, dass der Untersuchungsraum für den Ausbau von Solarkraftwerken aufgrund der Strahlungseigenschaften im nationalen Vergleich nur mäßig geeignet ist.

Obwohl ein Ausbau der Solaranlagen insbesondere auf Flächen mit besonderer Exposition und Neigung wie, Hausdächern, Freiflächen oder auch Parkplätzen im Einzelfall lohnend sein kann, lässt sich aus der naturräumlichen Ausgangslage Winterbergs, keine in besonderem Maße effiziente Nutzung der Sonnenenergie durch Solarkraftwerke ableiten.

Mit 68% Anteil bilden Solarkraftwerke gegenwärtig den maßgeblichen Anteil des in Winterberg produzierten, erneuerbaren Stroms [1]. Der hohe Anteil an Solarstrom ist im Wesentlichen auf den geringen planerischen und baulichen Aufwand von Solarkraftwerken sowie die hohe Anzahl von Privatinitiative zurückzuführen. Die Stadt Winterberg befindet sich gegenwärtig in der Anfangsphase des gesamt- energetischen Umbaus, wie aus dem hohen Anteil an Solarstrom klar zu erkennen ist.

Langfristig ist, aus Gründen der Versorgungssicherheit- und Netzstabilität, zu einer weiteren Diversifizierung des erneuerbaren Stroms, anzuraten.

Solarkraftwerke stellen in Winterberg einen sinnvollen Beitrag, als ein Teil im erneuerbaren Energiemix, dar. Es bestehen weitere Ausbaupotenziale, verschiedener Größenordnungen. Die geographischen Eigenarten Winterbergs (u.a. Strahlung, Flächenbedarf/Verfügbarkeit, Zielkonflikte) beeinträchtigen eine gesamtstrategische Ausrichtung auf eine Energieversorgung mit dem Schwerpunkt Solarenergie grundsätzlich negativ.

4. Windenergie

In Deutschland wurden im Jahr 2021 42,8% des gesamten Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien abgedeckt. Ein Vergleich mit der Stadt Winterberg, die 2019 bilanziell betrachtet ca. 9% ihres

gesamten Strombedarfs aus erneuerbaren Energien produzierte [1], verdeutlicht einen großen Nachholbedarf in der Produktion grünen Stroms.

Die Stadt Winterberg muss sich zum Erreichen ihrer Klimaziele für 2035 ein doppeltes Ziel setzen: Ein erstmaliges Erreichen des Bundesdurchschnitts an erneuerbarem Strom, also eine Steigerung der erneuerbaren Stromproduktion um ca. 34% und die vollständige Abdeckung des in Zukunft zu erwartenden, zusätzlichen Bedarfs an erneuerbarem Strom.

Eine derartige Steigerung der erneuerbaren Stromproduktion ist, ohne die Errichtung von Windrädern, kaum zu erreichen. Die Windhöufigkeit des Stadtgebiets Winterbergs ist grundlegend für Windräder geeignet [31]. In der komplexen Planung von Windenergieanlagen, nimmt diese, selbst in der Standortwahl, oft eine untergeordnete Rolle ein und wird daher im Folgenden nicht weiter betrachtet.

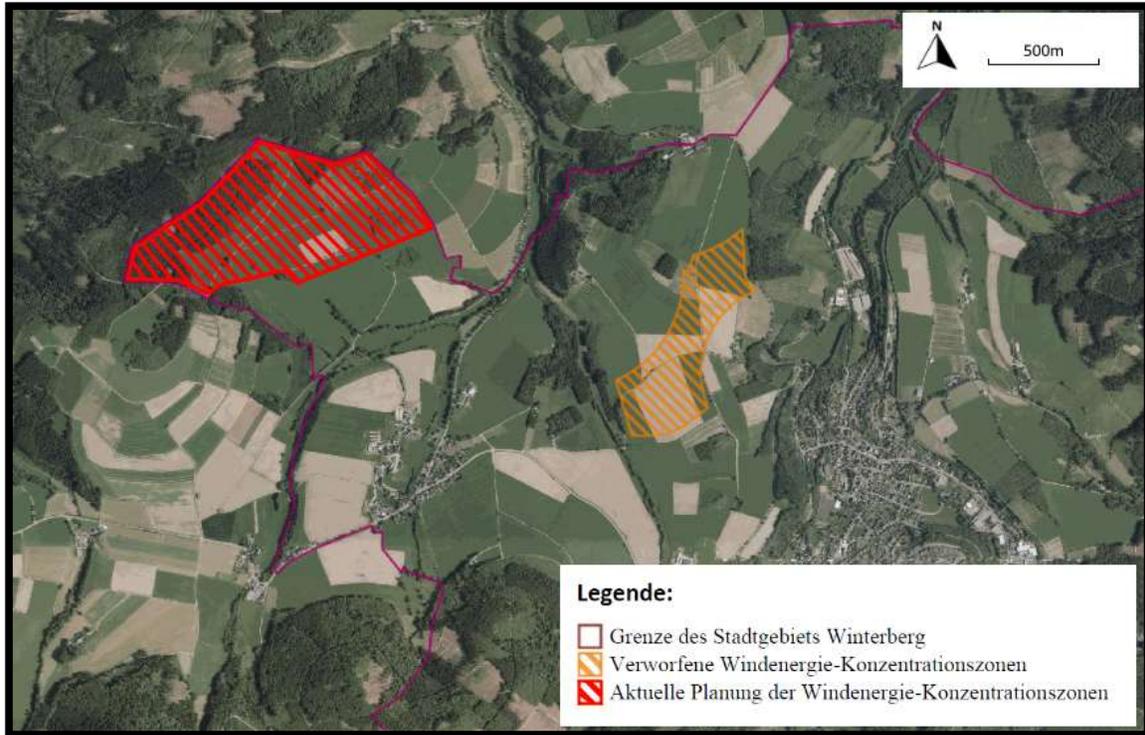
4.1 Energetische Bilanzierung

Für die folgenden Berechnungen werden die technischen Werte einer für Potentialstudien vom LANUV NRW empfohlenen Referenzanlage mit 5,3 MW Leistung verwendet [11]. Der berücksichtigte Gesamt-Strombedarf von 66.450 MWh/a stellt kein Zukunftsszenario für den zu erwartenden höheren Stromverbrauch dar, sondern entspricht dem Bedarf von 2019 [1]. Ein paralleler Ausbau anderer Formen der erneuerbaren Stromproduktion wie z.B. Solarenergie wird hier nicht berücksichtigt, da die folgende Betrachtung die Qualitäten der Windenergie als Hauptsäule der Zukunftspläne prüfen soll. Eine Beachtung des Ausbaus von z.B. Solarenergie würde die Anzahl der benötigten Windräder nur in geringem Maße korrigieren.

In Anbetracht der lokalen Windverhältnisse in Winterberg [12] liefert eine Anlage ca. 4000-8000 MWh/a. Um durch den Ausbau der Windenergie in Winterberg den Bundesweiten Durchschnitt an erneuerbarem Strom zu erzeugen, werden somit ca. 5-11 Windräder benötigt. Zur vollständigen Deckung des gegenwärtigen Strombedarfs in Winterberg durch erneuerbare Energien bedarf es einer Anzahl von 7-15 Windrädern.

4.2 Planungsstand und Konzentrationszonen

Zur Planung von Windkraftanlagen hat die Stadt Winterberg, nach einem vorherigen, verworfenen Planungsstand für eine Windenergie-Konzentrationszone, 2017 beschlossen, eine neue Konzentrationszone auszuweisen. Derzeit läuft ein Genehmigungsverfahren gemäß BimSchG für drei geplante Anlagen auf der ausgewiesenen Fläche.



Karte II: Räumliche Lage der, gemäß der 4. Änderung des FNP, als Windenergie-Konzentrationszone ausgewiesene Fläche am Rand des Stadtgebiets nördlich von Altenfeld und Lage des verworfenen Planungsstandes einer Windenergie-Konzentrationszone

Im Stadtgebiet Winterberg stellen starke Hanglagen, diverse Schutzzonen- und Gebiete, sowie Wohnbebauungen Schwierigkeiten für die Planung von Windkraftanlagen auf dem ohnehin kleinen Stadtgebiet dar. Dennoch ist die Ausweisung von weiteren Konzentrationszonen oder eine Erweiterung der Bestehenden notwendig, um genügend Fläche für den Ausbau der Windenergie gemäß den Klimazielen der Stadt und den Vorgaben der Landesregierung zum Ausbau der Windenergie bereitzustellen.

Waldstandorte, insbesondere Nadelwald und Kalamitätsflächen dürfen, seit dem, im Dezember 2022 in Kraft getretenen Erlass des Klima- und Energieministeriums NRW, zusätzlich für die Bebauung durch Windräder genutzt werden [13]. Für Winterberg erhöht sich hierdurch das Ausbaupotenzial der Windenergie erheblich, da bislang nicht berücksichtigte Flächen erstmalig bewertet und planerisch betrachtet werden können.

4.3 Konflikte und Problemlösungspotenzial

Durch die geographischen Besonderheiten Winterbergs, die wirtschaftliche Bedeutung des Sommer- und Wintertourismus, den naturschutzfachliche Wert verbreiteter Arten und Lebensräume, sowie das erhaltenswerte Landschaftsbild, führt der Ausbau von Windkraftanlagen in der skizzierten Größenordnung zwangsläufig auch zu negativen Entwicklungen des Stadtgebiets. Die folgende Betrachtung analysiert das Potenzial Winterbergs zur Abmilderung oder vollständigen Behebung der skizzierten negativen Beeinträchtigungen.

4.3.1 Naturschutzfachliche und touristische Beeinträchtigung

Gemäß §§13ff. BnatSchG müssen unvermeidbare Eingriffe in Natur und Landschaft durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege vom Verursacher ausgeglichen oder andernfalls in sonstiger Weise kompensiert werden [14]. Die Beeinträchtigung durch Bau und Betrieb von Windkraftanlagen ist, insbesondere in räumlicher Nähe zu Waldstandorten, sehr hoch. Naturschutzfachliche Kompensationsmaßnahmen in unmittelbarer Nähe zum Eingriffsort, also auf dem Stadtgebiet Winterbergs, sind zur Kompensation besonders geeignet und entfalten, durch eine Aufwertung des Landschaftsbildes, einen hohen Synergieeffekt auf die touristische Attraktivität der Region.

Im Kontext der Ersatzmaßnahmen für Windkraftanlagen sind in Winterberg Neu- und Wiederbewaldungsmaßnahmen, das Anlegen von Streuobstwiesen und die Betreuung von avifaunistischen Artenschutzmaßnahmen besonders geeignet [15]. Eine Möglichkeit landschaftliche Pflegemaßnahmen koordinieren und durchzuführen zu können, bietet sich z.B. in Zusammenarbeit mit namenhaften Naturschutzorganisationen wie z.B. der Biologischen Station HSK an [16].

Es obliegt der Flächenplanung der Stadt Winterberg, bereits früh genug ausreichende Flächen als Kompensationszone auszuweisen und somit eine lokale Kompensation für einen Anlagen-Betreiber zu ermöglichen, ohne dass dieser ein zeitlich-räumlich entkoppelndes Ökokonto nach §200a BauGB eröffnen muss, von dem die Stadt Winterberg nicht profitiert [17].

4.3.2 Beeinträchtigung von Einwohnern

Eine Windkraftanlage stellt auch nach besonderer Berücksichtigung in Planung und Prüfung nach Bundesimmissionsschutzgesetz eine Beeinträchtigung von Einwohnern dar. Besonders im durch Waldflächen geprägten Sauerland werden Windkraftanlagen von Einwohnern oft als störend empfunden.

Eine besondere Möglichkeit, die Akzeptanz der direkt betroffenen Bürger/innen positiv zu beeinflussen, liegt in der Möglichkeit sie am erwirtschafteten Gewinn der Anlagen zu beteiligen. Im Rahmen von Bürgerenergieprojekten vergibt der Betreiber einer Anlage Anteile. Bei der Vergabe wird die Standortnähe der Interessenten besonders berücksichtigt. Voraussetzung für ein gelungenes Bürgerenergieprojekt ist ein ausreichendes Interesse lokaler Bürger/innen zu partizipieren und die Verfügbarkeit ausreichender finanzieller Mittel. Bei vielen beispielhaften Bürgerenergieprojekten lassen sich bereits Anteile ab einem Wert von ca. 1000€ erwerben [18, 19].

Die Ausweitung der Geschäftsbereiche der *Bürgerenergiegenossenschaft Kahler Asten eG* auf Windparks oder die Neugründung einer regionalen, potenziell auch Gemeinde-übergreifenden Bürgerenergiegesellschaft, trägt nicht nur zur regionalen Wertschöpfung bei, sondern vermindert das anthropogene Konfliktpotenzial erheblich [20, 21, 22].

4.4 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick

Das Stadtgebiet Winterbergs verfügt über ausreichendes Potenzial zur Errichtung von Windrädern, um einen maßgeblichen Anteil des Stromverbrauchs der Stadt aus erneuerbaren Energien zu produzieren. Drei Windräder sind bereits in einem Vorranggebiet geplant. Für die notwendige Planung von weiteren Kapazitäten ist es von nun an leichter möglich, die zur Verfügung stehenden Waldflächen sinnvoll einzubeziehen. Es ist anzuraten, die negativen Beeinträchtigungen des Stadtgebiets durch den Betrieb der Windräder, bereits frühzeitig einzuplanen und angemessene Kompensations- und Ausgleichsmaßnahmen im Sinne von Natur und Landschaft sowie der Bürger/innen unmittelbar vor

Ort durchzuführen. Neben der Bereitstellung von Flächen für verpflichtende Naturschutzmaßnahmen beinhaltet dies ebenso die Einbettung der Windräder in ein Bürgerenergieprojekt mit Partizipationsmöglichkeiten.

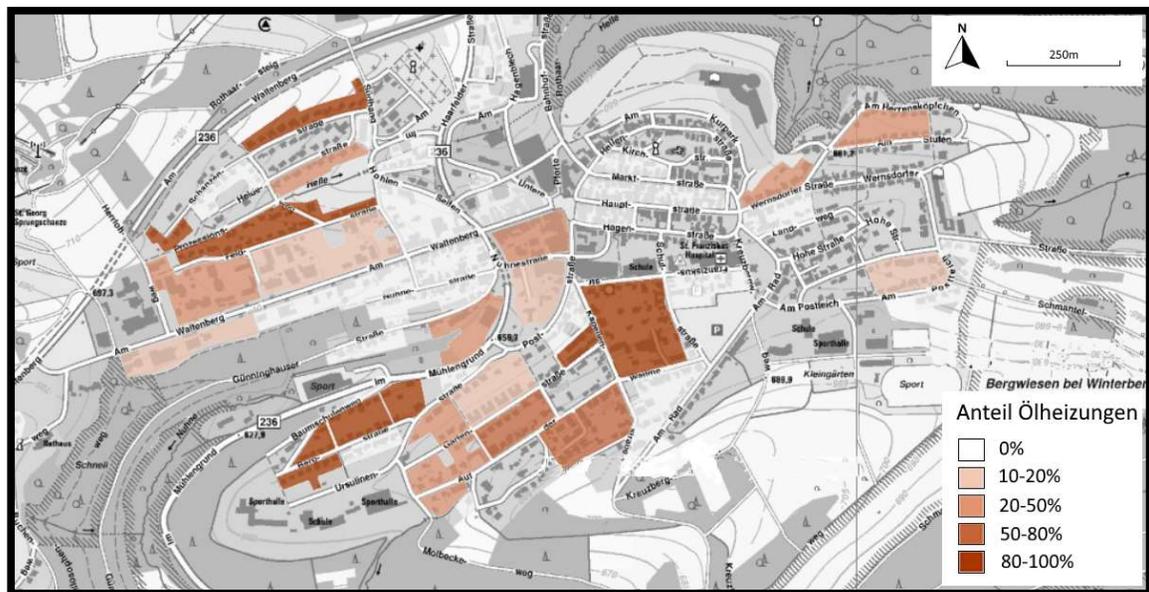
5. Sanierung

Die energetische Sanierung von privaten Immobilien in Deutschland ist trotz umfassender Förderungen sehr kapitalintensiv. Aufgrund der notwendigen Privatinitiativen sind umfassende Sanierungen kaum zentral steuerbar. Das Thema der energetischen Sanierung stellt deutschlandweit das Schlusslicht in der Energiewende dar. Ländliche Räume, so auch Winterberg sind diesbezüglich besonders betroffen [23, 24].

In Winterberg lässt sich kein exakter Gebäudebestand ermitteln, der bereits energetisch saniert wurde. Bemessen am durchschnittlichen Wärmeenergiebedarf der Wohnbebauung, dem Alter des Immobilienbestandes und dem Verbrauch von Heizöl ist der Sanierungsbedarf insgesamt als sehr hoch einzustufen [1]. Eine näherungsweise Betrachtung soll helfen, das Sanierungspotenzial erstmalig gesamtheitlich zu bewerten.

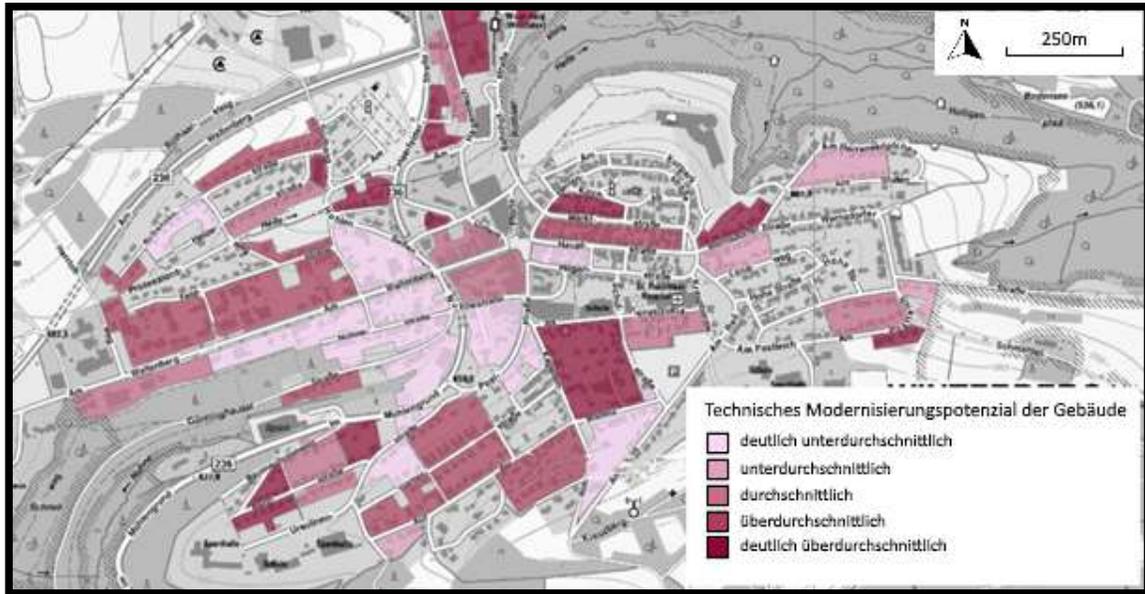
5.1 Baulicher Bestand

Die folgende Darstellung verdeutlicht, dass der Sanierungsbedarf, bemessen an der Verwendung von Ölheizungen in Winterberg, je nach Alter der Wohnblöcke, unterschiedlich stark ausgeprägt ist.



Karte III: Anteil der Gebäude mit einer Ölheizung als Wärmequelle [verändert nach 25]

Die Karte IV berücksichtigt bei der Darstellung des Modernisierungspotenzials der Gebäude, zusätzlich die Verwendung verschiedener, teilweise erneuerbarer, Heizsysteme, sowie das Baujahr der Gebäude.



Karte IV: Darstellung des technischen Modernisierungspotenzials der Wohnbebauung Winterbergs [verändert nach 25]

Insgesamt lässt sich aus der kartographischen Darstellung des Sanierungspotenzial der Gebäude erkennen, dass der Modernisierungsgrad der Bebauung, je nach Wohnblock und Lage im Stadtgebiet, sehr verschieden ausfällt. Gesamtheitlich betrachtet lässt sich das Sanierungspotenzial als flächendeckend hoch bewerten.

5.2 Möglichkeiten der Einflussnahme

Besitzer und Mieter zur energetischen Sanierung ihrer Wohnstätte zu motivieren, stellt eine große Herausforderung der Energiewende dar [26]. Unklare Perspektiven und individuelle Lebenssituationen sind oft Hindernisse für wirtschaftliche Entscheidungen im Sinne der Gebäudesanierung. Hinzu kommt, dass über 50% der Gebäudebesitzer das mögliche Einsparpotenzial ihrer Immobilien in erheblichem Umfang unterschätzen, wie eine Studie der Initiative *Klimaneutrales Deutschland* belegt [27].

Umfängliche Beratungs- und Informationsangebote, die über Einsparungspotenzial, Förderung und Durchführung energetischer Sanierungsmaßnahmen informieren, sind zur Aktivierung von Privatinitiativen von entscheidender Bedeutung.

Städtische Subventionierungen von gezielten Maßnahmen der energetischen Sanierung haben in Winterberg bereits durch ihren Erfolg in der Solarförderung bewiesen, dass sie einen Anreiz zur Aktivierung von Eigenkapital darstellen. Selbst geringe finanzielle Fördermaßnahmen, die befristet gelten, entfalten einen großen Hebeleffekt und maximale Impulswirkung auf das Handeln der Bürgerinnen und Bürger.

5.3 Steuerung durch Ausweisung von Sanierungsgebieten

Zur Durchführung flächendeckender Sanierungen zum Zweck des Klimaschutzes, der Verbesserung der energetischen Beschaffenheit und der Gesamteffizienz von Stadtgebieten sieht das Bundesbaugesetz nach §136 die Ausweisung eines Sanierungsgebiets als Städtebauliche Maßnahme zur Beseitigung von baulichen Missständen vor.

Hierzu ist von der Stadt/Gemeinde eine förmliche Sanierungssatzung gemäß §142 BauGB zu beschließen, in der auch die Dauer der Ausweisung als Sanierungsgebiet geregelt ist (z.B. 12 Jahre).

Durch die Ausweisung eines Sanierungsgebiets z.B. für die nach Karte III und IV energetisch besonders ungünstigen Baublöcke, würde eine energetische Aufwertung des Stadtgebiets erheblich beschleunigt werden. Somit wäre eine grundlegende Sanierung der Stadt bis zum Jahr 2035 realisierbar [28].

Die folgende Auflistung bietet einen Überblick der Vorteile einer umfassenden städtebaulichen Sanierungsmaßnahme nach §136:

1. Finanzielle Förderung durch Städtebauförderung des Landes NRW und der KfW
2. Kostenvorteil durch steuerliche Begünstigung von Privatpersonen im Sanierungsgebiet
3. Vereinfachte Vergabe von Zuschüssen und Darlehen durch Stadt/Gemeinde möglich
4. Erstmalige Schaffung eines zentralen Informationsregisters zu Baubestand und Sanierungsfortschritt durch Auskunftspflicht der Bürger/innen möglich
5. Maximale Sozialverträglichkeit durch vorbereitende Untersuchung und Sozialplan nach § 141 BauGB

Abb. V: Wesentliche Vorteile einer städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen nach §136

Grundlegend sprechen die baulichen Voraussetzungen Winterbergs für eine Ausweisung als städtebauliches Sanierungsgebiet. Die demographische Entwicklung Winterbergs lässt eine städtebauliche Maßnahme, aufgrund eines zu erwartenden Bevölkerungsrückgangs von 10% in den Jahren 2021 bis 2040 [1] nach KfW-Kriterien ebenso wie ein hoher Anteil an Rentnern in der Bevölkerung als nicht sinnvoll erscheinen. Unter der Berücksichtigung der Sonderstellung des Tourismus als Wirtschaftszweig Winterbergs ist die Ausweisung eines städtebaulichen Sanierungsgebiets trotz der Demographischer Entwicklungen als zweckführend zu betrachten.

Die folgende Darstellung dient zur Bewertung der Sinnhaftigkeit einer städtebaulichen Maßnahme nach den Empfehlungen zu Rahmenbedingungen der KfW.

Voraussetzung für sinnvolle Maßnahme nach KfW	Situation in Winterberg
Hoher Anteil von selbst genutztem privatem Eigentum	Hoher Anteil an privatem Eigentum. Einschätzung nach Bebauungsart und Zensus 2011 [29]. Begünstige Sonderstellung durch Tourismus.
Schlechter energetischer Ausgangszustand der Gebäude (Emissionen- und Energieverbrauch) zeichnet städtebaulichen Missstand ab	Zustand ist entwicklungsbedürftig und nicht mit Klimaschutzziele vereinbar.
Dominierende Baualtersgruppe vor erster Wärmeschutzverordnung 1977	Dominierende Baugruppe stammt aus den Baujahren 1949-1978 [1].
Hinreichende finanzielle Leistungsfähigkeit der Eigentümer und Eigentümerinnen	Keine präzise Datengrundlage verfügbar. Bemessen an vorherrschenden Eigentumsverhältnissen nach, finanzielle Leistungsfähigkeit vorhanden.
Geringe Anzahl an Einwohnern und Einwohnerinnen, die nicht von steuerlicher Abschreibung profitieren (z.B. Studierende, Rentner, Geringverdienende, Transferleistungsempfänger)	Zu erwartende steigende Anzahl an Rentnern bis 2040. Demographischer Wandel stark ausgeprägt [1]. Begünstigende Sonderstellung durch Tourismus.
Stadtquartier im sich vollziehenden oder absehbaren Generationenwechsel	Absehbarer großer Generationenwechsel gemäß demographischer Entwicklung erst zukünftig zu erwarten. Begünstigende Sonderstellung durch Tourismus.

Tab. II: Bewertung der Sinnhaftigkeit eines städtebaulichen Sanierungsgebiets in Winterberg nach Kriterien der KfW [30]

5.4. Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick

Im Handlungsfeld der energetischen Gebäudemodernisierung zeichnet Winterberg, ebenso wie der Großteil der BRD, ein klares Defizit auf. Das CO²-Einsparpotenzial, das sich aus einer gesamtheitlichen Sanierung der Gebäude Winterbergs ergibt, ist beträchtlich. Desweiteren stellt eine vollständig durchgeführte gebäudetechnische Wärmesanieung eine technische Notwendigkeit für den Betrieb eines zentralen Wärmenetzes dar.

Die Ausweisung eines Sanierungsgebiets als Städtebauliche Maßnahme nach §136 BNatSchG, stellt eine geeignete Möglichkeit dar, um bis 2035 ausreichenden Fortschritt zu ermöglichen. Insgesamt betrachtet bietet ein Sanierungsgebiet viele Vorteile in Bezug auf Förderungen und Steuerbarkeit von Maßnahmen. Für das Handlungsfeld Sanierung ist der Wille privater Immobilienbesitzer in ihre Immobilie zu investieren, entscheidend. Daher kommt der Öffentlichkeitsarbeit der Stadt Winterberg eine besondere Bedeutung für dieses Handlungsfeld zu.

6. Wärme

Eng mit dem Handlungsfeld der Gebäudesanierung verknüpft, stellt auch die Wärmewende in der BRD und speziell in Winterberg ein bislang kaum beachtetes Handlungsfeld dar. Die gegenwärtige Lage der BRD ist durch die Energiekrise und eine Verteuerung von Erdgas geprägt. Da der Sektor Wärmeproduktion maßgeblich auf den Rohstoff Erdgas angewiesen ist und einen erheblichen Anteil

an den gesamten Emissionsausstoß aufweist, zeichnet sich in diesem Handlungsfeld ein besonders großes Modernisierungspotenzial für die nächsten Jahre ab.

6.1 Gegenwärtige Wärmeerzeugung

In Winterberg entfällt etwa ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs auf private Gebäude und Einzelhandelsfilialen. Knapp drei Viertel dieses Verbrauchs setzen sich aus verschiedenen Energieträgern zum Heizen zusammen [1]. In der ortstypischen nass-kalten Witterung und dem, größtenteils aus den 50er bis 80er Jahren stammenden [1], teilweise unsanierten Baubestand, ergibt sich für Winterberg ein überdurchschnittlich hoher Energieaufwand zum Heizen.

Wie Darstellung VI verdeutlicht, stellen Erdgas mit 67% und Heizöl mit 16% die wesentlichen Energieträger zur Warmegewinnung dar. Moderne Methoden der Warmegewinnung wie Wärmepumpen oder Solarthermieranlagen sind mit knapp 3% von nur geringer Bedeutung. Die häufige, energieintensive Nutzung von Strom zur Wärmeerzeugung stellt eine lokale Besonderheit dar [1, 35].

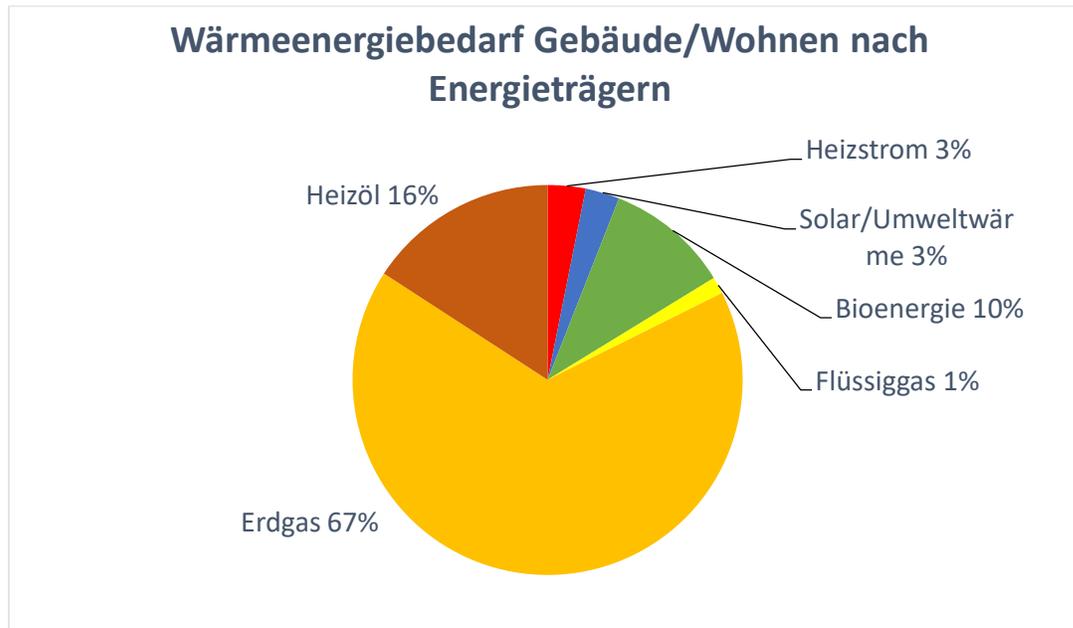


Abb. VI: Relativer Anteil von Energieträgern im Handlungsfeld Gebäude/Wohnen

Wie Abb. VII zu entnehmen ist, wirken sich sowohl die Verwendung von Heizöl als auch die Nutzung von elektrischen Heizsystemen, signifikant nachteilhaft auf die CO²-Bilanz der Stadt Winterberg aus. Ein positives Gegenstück hierzu stellt die Nutzung von Biomasse, die in Winterberg zum Großteil aus hochwertigem Brennholz besteht, dar. Feuerholz ist kein fossiler Brennstoff. Das im Verbrennungsprozess entstehende CO² wird beim Standard nachhaltiger Forstwirtschaft wieder vollständig in Biomasse eingespeist und ist somit nahezu klimaneutral [36].

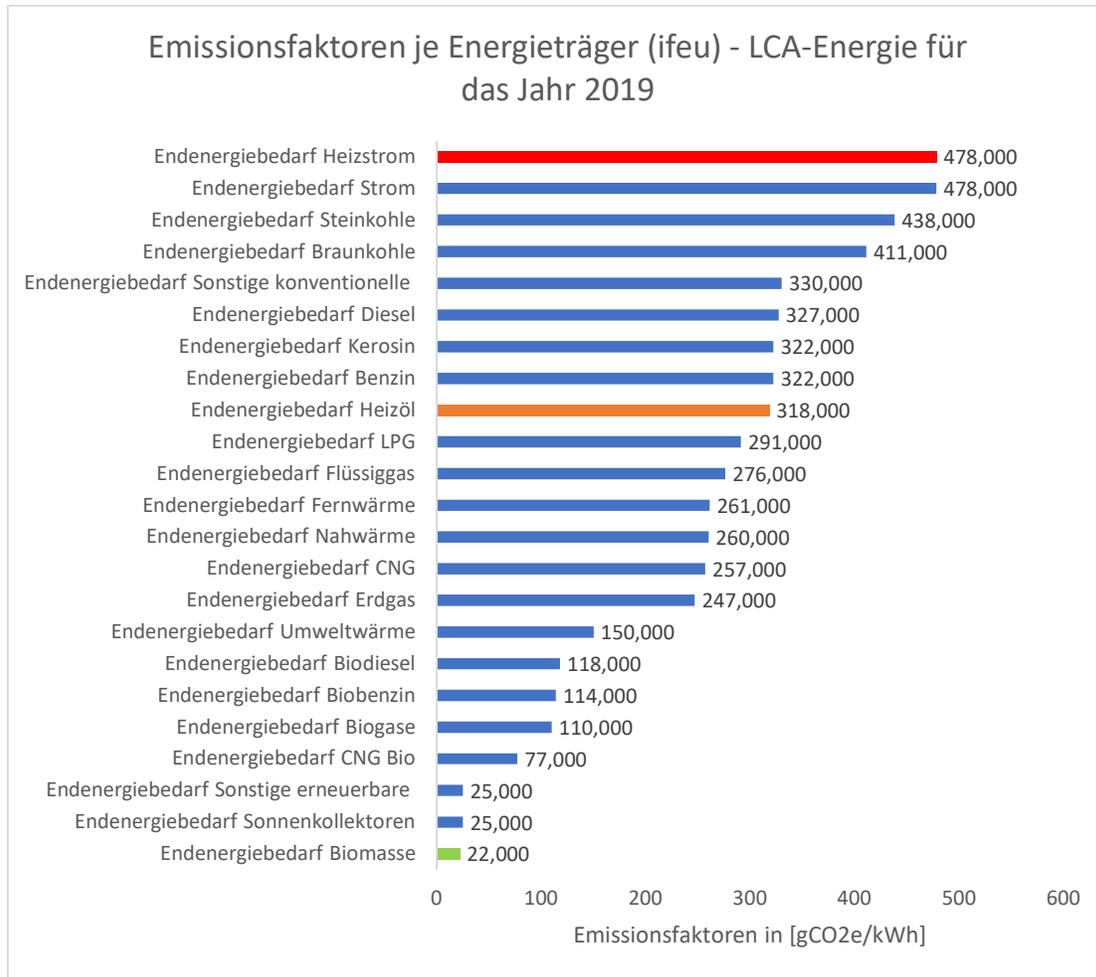


Abb. VII: Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger [verändert nach 1]

6.2 Wärmepumpen

Derzeit stellt die Nachrüstung von Wohngebäuden mit verschiedenen Systemen von Wärmepumpen (besonders Außenluft-Wärmepumpen), als Ergänzung zur Gasheizung, eine beliebte Lösung zur preiswerten und Emissions-sparenden Deckung des privaten Wärmebedarfs dar. Wärmepumpen eignen sich besonders für den Einbau in moderne Gebäude [32].

Die gegenwärtige politische Diskussion um ein Einbau-Verbot von neuen Gasheizungen [33, 34] und die allgemein fragwürdige Zukunft des Brennstoffs Erdgas in Deutschland, verdeutlichen beispielhaft, dass ein politischer Wille existiert, sich vollkommen vom Brennstoff Erdgas zu lösen. Wärmepumpen stellen eine Zwischentechnologie dar, die eine vollkommene Loslösung vom Erdgas gesamtheitlich und strategisch betrachtet um Jahrzehnte verzögern kann.

6.3 Holzfeuerungsstätten

In Winterberg tragen Holzfeuerungsstätten, als ein Teil der Bioenergie, einen Anteil von ca. 7% zur gesamten Heizenergie bei. Hauptbrennstoff ist in Winterberg Buchenholz [37]. Hackschnitzeln und Pellets kommt eine geringere Bedeutung zu. Ein Vergleich von Schornsteinfegerdaten [38] und Daten aus dem städtischen Forstbetrieb zum Brennholz-Verkauf [37] zeigt, dass im Jahresdurchschnitt (2015-2022) etwa 1,7% der benötigten Wärmeenergie durch privaten Erwerb und eigenständige Produktion von Brennholz aus dem städtischen Forstbetrieb generiert wird.

Neben der privaten Brennholzproduktion aus dem Stadtwald stammt weiteres Brennholz aus Privatwäldern im Stadtgebiet und dem überregionalen Handel. Gesamtheitlich und bilanziell betrachtet, decken die Forstflächen Winterbergs den gesamten Brennholzbedarf der Stadt Winterberg ab. Es ist davon auszugehen, dass etwa ein Drittel des verwendeten Brennholzes nicht aus dem Stadtgebiet Winterbergs stammt und durch überregionale Herkunft hunderte Kilometer CO²-intensiver Transportweg entstehen.

In Winterberg finden in den meisten Fällen Einzelraumfeuerungsanlagen geringen Leistungsklassen von unter 25kW Anwendung [35]. Die Holzöfen werden in Kombination mit Gas- oder Ölheizungen eingesetzt und schöpfen somit das energetische Potential des hochwertigen Brennstoffs nicht vollständig aus. Dennoch tragen Sie zu einem erheblich geringeren Verbrauch an fossilen Brennstoffen bei. In Winterberg verfügt jede vierte Wohnung über mindestens einen Holzofen. Statistisch betrachtet teilen sich jeweils fünf Winterberger Bürger/innen einen Holzofen. Im ebenfalls im Sauerland gelegenen aber deutlich verstärkerten Arnsberg entfallen lediglich 13 Bürger pro Holzofen und in Großstädten bis zu mehreren hundert Einwohnern pro Holzofen.

Die Nutzung von Holz als Heizmaterial lässt sich in Winterberg hauptsächlich auf einen Kostenvorteil im Vergleich zu anderen Brennstoffen und der bereits bestehenden baulichen Eigenart der Wohngebäude zurückführen. Ferner verfügt Winterberg über eine kulturelle Nähe zur Nutzung von Brennholz, die eine regionale Tradition darstellt. Die soziale Akzeptanz der Winterberger Bürger/innen Holz als Brennmaterial zu verwenden ist hoch.

Eine Subventionierung für Umrüstung und Erweiterung auf moderne Holzöfen mit hohen Standards für Energieeffizienz und Emissionswerte, besitzt das Potenzial, den Gasverbrauch Winterbergs zu verringern.

Generell ist das Konzept, Holzöfen verstärkt in die Wärmeversorgung mit einzubeziehen, in Winterberg als zukunftssträftig zu bewerten. Das regionale Potenzial hochwertiges Brennholz zu produzieren, stellt eine standorttypische Eigenart dar, die Winterberg im Erreichen der Klimaziele bis 2035 begünstigt.

6.4 Wärmenetze Nah- und Fernwärme

Wärmenetze, Nah- und Fernwärme sind eine Sammelbezeichnung für technisch ähnliche Systeme, die mehrere Gebäude durch eine zentrale Heizanlage mit Wärme versorgen. Wie aus der obigen Darstellung VII zu entnehmen ist, liegen Nah- und Fernwärme in ihrer CO²- Effizienz im Mittelfeld. In Deutschland werden gegenwärtig 47% aller Wärmenetze durch Erdgas und 19% durch Kohle betrieben [39, 40]. Bioenergie und besonders Geothermie, die in Wärmenetzen nahezu CO²- neutrale Wärme produzieren sind bislang von bundeweit geringer Bedeutung.

In der Stadt Winterberg herrscht trotz der geringen Einwohnerzahl von 12637 (Stand 2022) [1], mit Ausnahme von Außenbereichen, eine kompakte Bebauung vor. Ein grundsätzliches Einbinden der

Mehrheit an Wohngebäuden in ein Wärmenetz ist somit möglich. Die geringe Einwohnerzahl wirkt sich jedoch, ebenso wie die zum Wärmetransport zu überwindenden Höhenunterschiede im Stadtgebiet nachteilhaft auf die Kosteneffizienz eines Wärmenetzes aus [41].

Grundlegend besteht in Winterberg die Möglichkeit ein CO²-neutrales Wärmenetz in verschiedenen Größenordnungen zu etablieren. Ein überwiegender Anteil an energetisch sanierten Gebäuden, unter den ans Netz angeschlossenen Gebäuden, ist eine Voraussetzung zur Inbetriebnahme eines Wärmenetzes, da andernfalls eine technische Überlastung droht und das System nicht kostengünstig arbeitet.

Die folgende Tabelle informiert über mögliche Ausbau-Zustände für ein Wärmenetz in Winterberg.

	Kosten- und Bauaufwand	Besonderheiten	CO²-Einsparpotenzial Stadt Winterberg
Netzwerke und Einzelanlagen für kommunale Einrichtungen	Gering	Netzwerkdenken nur eingeschränkt sinnvoll bei weiten Distanzen zwischen Gebäuden	ca. 1,6%
Kommunale Einrichtungen und angrenzende (Wohn-) Bebauung	Hoch	Sozial ungerechte Bevorteilung von Anwohnern führt zu hohem Konfliktpotenzial [42]	ca. 3-10%
Flächendeckende Kommunale Wärmeplanung inkl. öffentlicher Gebäude, GHD, und Wohnbebauung	Sehr hoch	Flächendeckende, kommunale Wärmeplanung durch zukünftige Gesetzeslage mit hoher Wahrscheinlichkeit verpflichtend [43]	Bis zu 29%

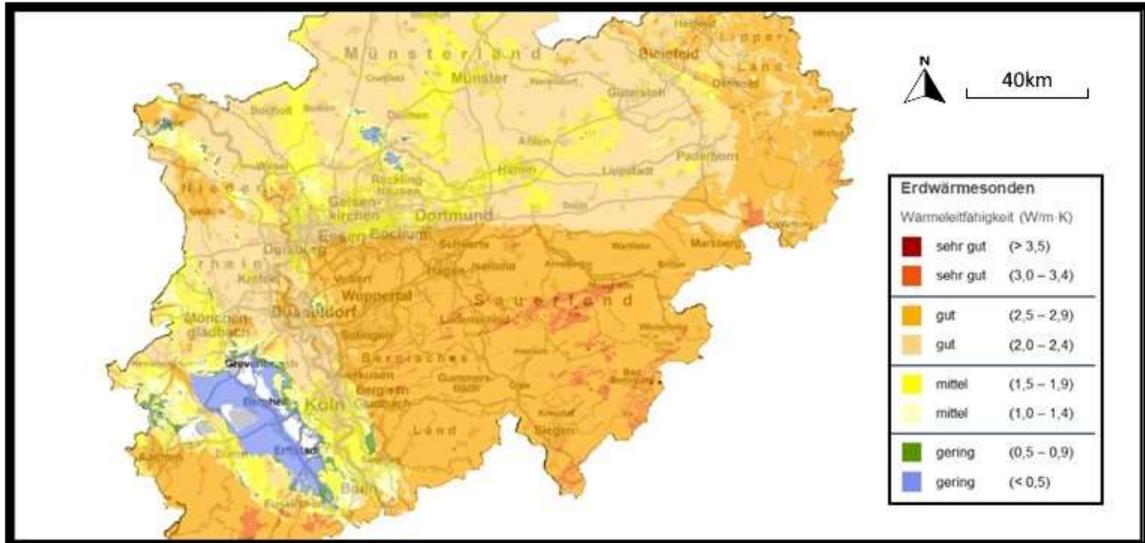
Tab. III: Besonderheiten verschiedener Ausbau- Endstadien eines Wärmenetzes

6.5 Zentrale Wärmeproduktion

Um das in Wärmenetzen transportierte Wasser zentral zu erhitzen, bieten sich grundsätzlich verschiedene technische Möglichkeiten an. Durch Nutzung von fossilen Brennstoffen wie Erdgas, Kohle oder Heizöl ist hierbei keine Verbesserung der CO²-Bilanz Winterbergs zu erreichen. Als potenzielle regenerative Energieträger bieten in Winterberg lokale Geothermie, Biomasse, oder grüner Wasserstoff Chancen auf zukünftige Realisierbarkeit.

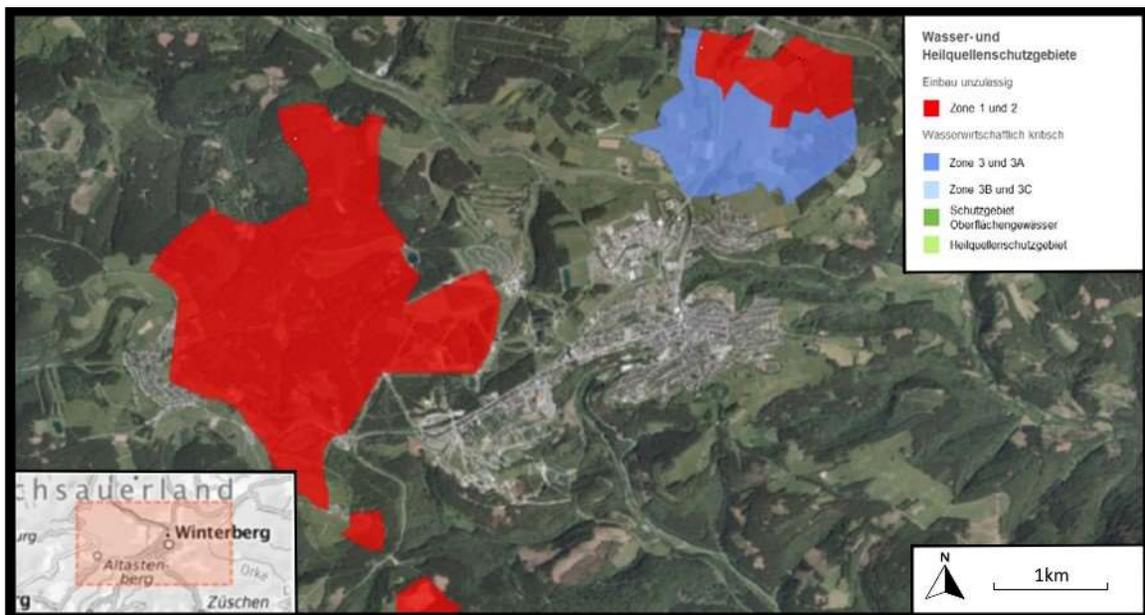
6.5.1 Geothermie

Grundsätzlich verfügt das gesamte Sauerland über eine, für die Nutzung von Geothermie, günstige geologisch Ausgangslage. Karte V stellt die Nutzbarkeit von Geothermie für oberflächennahe Erdwärmesonden (bis 100m Tiefe) dar und bewertet diese für die Gemeinde Winterberg mit dem Ergebnis gut bis sehr gut. Zur Potentialabschätzung der Erschließbarkeit durch mitteltiefe Erdwärmesonden (bis 1000m Tiefe) und tiefer Erdwärmesonden (>1000m Tiefe) sind geologische Fachstudien nötig, deren Erstellung die Ersteinschätzung eines grundlegenden Potenzials in Kosten und Aufwand deutlich übersteigt.



Karte V: Geologische Ausgangslage zur Erschließung oberflächennaher Geothermie in NRW [verändert nach 26]

Da die Nutzung von Geothermie die hydrologischen Eigenschaften eines Standorts beeinträchtigen kann, können Wasserschutzgebiete eine lokale Nutzung ausschließen. Die folgende Karte VI verdeutlicht, dass wasserwirtschaftliche Schutzzonen, nahe dem Stadtgebiet Winterbergs, eine Einschränkung für die freie räumliche Planung von Geothermie darstellen. Trotz der Schutzgebiete steht ausreichend Umland zur Verfügung, das eine grundlegende Machbarkeit gewährleistet.



Karte VI: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete im Umland der Stadt Winterberg [verändert nach 26]

Zur Feststellung der lokalen Sinnhaftigkeit der Nutzung von Geothermie als Wärmequelle, verwendet das LANUV NRW ein standardisiertes Verfahren. Berechnet wird das Verhältnis vom Wärmebedarf einer Stadt/Gemeinde zum Geothermischen Potenzial des Umlands [44].

Da der Wärmebedarf in Winterberg besonders hoch liegt und das geothermische potential vor Ort günstig ausfällt, liegt der technische Nutzen, der sich auch als Mehrwert bezeichnen lässt, sehr hoch. Das Verhältnis von Bedarf zu Verfügbarkeit liegt für das Gemeindegebiet bei über 65% - ein sehr hoher Wert für NRW.

6.5.2 Blockheizkraftwerke und Energieholzanbau

Der Wald, mitsamt der darin befindlichen Schutzgebiete, ist gemeinsam mit den Skigebieten und der Mittelgebirgslandschaft die bedeutendste landschaftliche Eigenart Winterbergs. Etwa 65% der Gemeindefläche Winterbergs bestehen aus verschiedenen Formen von Wald [45].

Besonders der 4500ha große Stadtwald und landwirtschaftliche Grünlandflächen besitzt ein großes Potenzial, um einen entscheidenden Teil im Erreichen der Klimaneutralität beizutragen. Neben der Möglichkeit ein zentrales Wärmenetzwerk durch Geothermie zu betreiben, besteht die Option zum Betrieb eines Blockheizkraftwerks, das regional produziertes Holz und Holzprodukte in Wärmeenergie umsetzt. Die folgende Betrachtung informiert über das Potenzial, Holz aus Winterberg als nachhaltigen Brennstoff in einem Blockheizkraftwerk zu nutzen.

Die folgende Darstellung verdeutlicht die Zusammenhänge verschiedener Potenzialperspektiven in einem vielseitigen und umfassenden Planungsprozess.

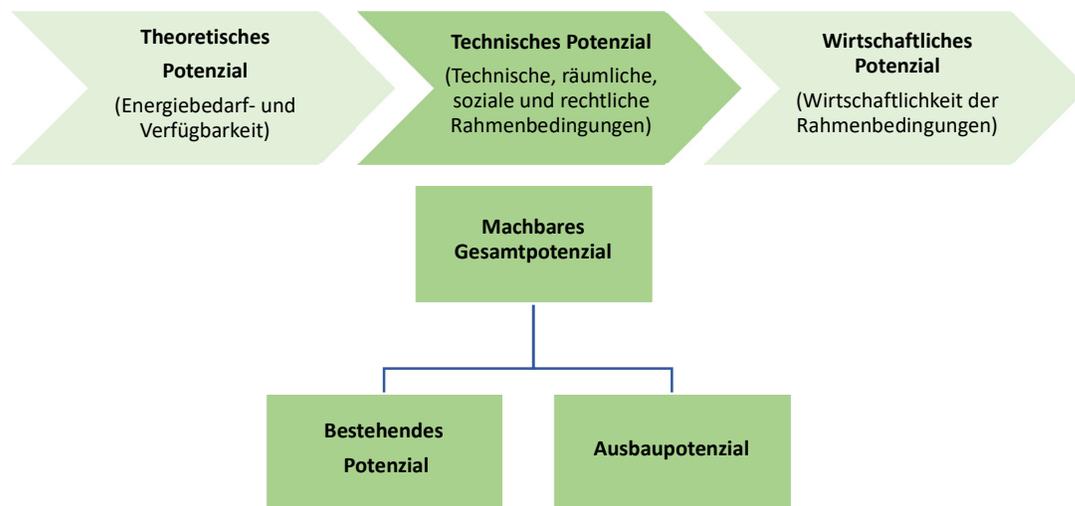


Abb. VIII: Zusammenhänge verschiedener Potenzialbegriffe im Kontext der Potenzialanalyse zur Bioenergiebeschaffung für ein Blockheizkraftwerk

Im Jahr 2019 betrug der Wärmeenergiebedarf Winterbergs, der aus Heizöl, Erdgas, Flüssiggas und Heizstrom stammt, insgesamt 169.751 MWh [1]. Durch eine umfassende energetische Gebäudesanierung bis 2035 können weitere 30-70% Energie eingespart werden [46]. In folgender Betrachtung wird ein für Winterberg passender Mittelwert von 50% Einsparung verwendet, der den Energiebedarf auf ca. 85.000 MWh/a korrigiert.

Durch die technische Bauart von Blockheizkraftwerken sind generell verschiedene Holzrohstoffe zur Energieerzeugung verwendbar. Üblicherweise werden bei Großfeuerungsanlagen ca. 10% des Energiebedarfs durch Landschaftspflegeholz und weitere 10-20% durch forstliches Restholz gedeckt [47]. Pessimistischen Schätzungen nach, ist in Winterberg von 5% Deckung durch Landschaftspflegeholz und weiteren 20% durch Restholz auszugehen.

Es verbleiben 63.750 MWh/a, die durch den Anbau von ausschlagkräftigen Pappeln und Weiden, in Kurzumtriebsplantagen, gedeckt werden können. Im Durchschnitt lassen sich aus einem Hektar Pappel/Weiden-Mix pro Jahr 50 MWh/a Energie gewinnen. Es wären folglich 1300 ha für den Energieholzanbau nötig, um den zukünftigen Wärmebedarf Winterbergs zu decken. Dies entspricht ca. 44% der auf dem Gemeindegebiet insgesamt zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Fläche [45].

Generell ist das oben genannte Konzept der Kurzumtriebsplantagen ein Agro-Forst System, das nicht dem klassischen Waldbau entstammt. Rechtlich betrachtet ist kein Umbau von Wald in eine derartige Plantage möglich [48]. Auch für vollwertige Forstflächen existieren Anbaumethoden, die zur maximalen Nutzung der Energieholzproduktion konzipiert wurden [49].

Kurzumtriebsplantagen stellen primär für die Landwirtschaft eine zukunftssträchtige Option dar. Die naturschutzfachlich hochwertigen Flächen werden im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen der EU (Greening) anerkannt und können insbesondere unter den klimatischen und bodenkundlichen Verhältnissen Winterbergs eine lukrative Einkommensquelle für regionale landwirtschaftliche Betriebe darstellen [50].

Neben der energetischen Perspektive lässt sich der Energieholzanbaus ebenso als potenzielle Maßnahme zur CO²-Einspeisung, Naturschutzmaßnahme und Möglichkeit zur Sicherstellung einer lokalen Wertschöpfungskette verstehen.

Grundlegend ist ein Landschaftsnutzungskonzept, das sowohl Forst-, als auch Agrarflächen in den Energieholzanbau einbezieht, für die Stadt Winterberg denkbar. Das Ausbaupotenzial ist aufgrund der gegenwärtigen Flächennutzung hoch. Der hierfür notwendige Flächenverbrauch ist ebenso wie die Menge an eingespartem CO² beträchtlich. Das Konfliktpotenzial, das aus einer derartig umfassenden Änderung der Flächennutzung hervorgeht, ist jedoch ebenfalls sehr groß. Die Chance auf eine gesamtheitliche Akzeptanz der Maßnahmen seitens der Winterberger Bürger/innen ist gering.

6.5.3 Grüner Wasserstoff

Ein weiteres visionäres Konzept für die Wärmewende stellt die Nutzung von grünem Wasserstoff dar. Grüner Wasserstoff wird nahezu CO²-neutral synthetisiert und kann in flüssiger Form oder als Gas transportiert werden. Eine Versorgung der Häuser durch die bereits vorhandenen Erdgas-Leitungen mit anschließender dezentraler Verbrennung in neuen Heizgeräten ist theoretisch ebenso möglich wie eine zentrale Heizanlage, die Gebäude über ein Wärmenetze versorgt [51]. Aufgrund der noch nicht etablierten Technologie und des geringeren technischen Aufwands, ist eine zentrale Verbrennung von Wasserstoff für ein Wärmenetz am ehesten realisierbar.

Die notwendigen Technologien hierzu sind zum Großteil bereits erforscht, jedoch existieren kaum Erfahrungswerte über deren Anwendbarkeit. In Anbetracht der bundesweiten Energiewende, die auf Wasserstoff beruhen soll [52], aber nur mittelfristig und nicht bis 2035 umsetzbar ist, ist es besonders sinnvoll, Technologien zu nutzen, die zum späteren auf einen Betrieb mit Wasserstoff umrüstbar sind. Die Errichtung eines Wärmenetzes, das mehrere Möglichkeiten der Energieeinspeisung vorsieht, stellt eine Möglichkeit dar, die Klimaziele bis 2035 zu erreichen, ohne eine Ausschlusswirkung für die Nutzung weiterer technologischer Meilensteine zu beinhalten.

6.5.4 Weitere Möglichkeiten der Wärmeproduktion

Auf dem Stadtgebiet Winterbergs werden derzeit zwei Biogasanlagen betrieben. Beide Anlagen befinden sich in Altenfeld und tragen nicht zur Wärmeversorgung der umliegenden Gebäude bei. Eine Maximierung des Nutzungspotenzials der Anlagen auf die umliegenden Wohngebäude ist grundlegend technisch realisierbar. Die Ausweitung der Gebäudeversorgung auf das Stadtgebiet Winterbergs ist aufgrund der weiten Entfernungen technisch nicht denkbar [53].

Solarthermie wird in Winterberg bereits parallel zu Solarkraftwerken in privater Wohnbebauung genutzt um fossile Brennstoffe, vorwiegend Erdgas, einzusparen. Ebenso wie Solarkraftwerke stellen die Anlagen eine sinnvolle Ergänzung zur energetischen Optimierung der Gebäude dar und entfalten keine Ausschlusswirkung für eine parallele Nutzung zu einem zentralen Wärmenetz. Ein Trend zum weiteren Ausbau ist erkennbar [1, 39].

6.6 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick

Gesamtheitlich betrachtet liegt im Handlungsfeld Wärme ein erhebliches Umbau- und Verbesserungspotenzial für die Stadt Winterberg. Die Perspektive der Eingliederung energetisch sanierter Gebäude in ein zentrales Wärmenetz schließt den Einsatz erneuerbarer Wärme-Technologien wie Holzfeuerungsstätten oder Solarthermie auf Gebäudeebene nicht aus. Die bereits durchgeführten energetischen Modernisierungsmaßnahmen lassen sich in ein Wärmenetz-Konzept, das die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl ersetzt, integrieren.

Grundlegend sind mehrere Technologien dazu geeignet in einem zentralen Wärmekraftwerk, Heizenergie zu erzeugen. Auch wenn die Verwendung von regionalem Holz als Heizmaterial durch einen hohen Nachhaltigkeitsstandard in der deutschen Forstwirtschaft, als CO²-Neutral gilt, ist zu berücksichtigen, dass hierdurch die Kapazität des Waldes, CO² aus der Atmosphäre zu entziehen und dauerhaft in organischem und anorganischem Material zu speichern, nachteilhaft beeinträchtigt wird.

Die Nutzung von Geothermie hingegen, erhält das volle Potenzial des Waldes, positiv auf den globalen CO²-Kreislauf einzuwirken und ist durch die praktischen Machbarkeitserwägungen und den geringen Flächenbedarf als die gesamtheitlich sinnvollste Option zu bewerten.

In der gegenwärtigen Situation ist die technologische Unsicherheit in Bezug auf die zukünftige Nutzbarkeit von Wasserstoff und das Risiko, das sich durch Ertragsschwankungen eines Naturprodukts (Geothermie oder Biomasse) ergibt, in der Planung aktiv zu berücksichtigen. Die Versorgungssicherheit darf nicht gefährdet werden. Daher ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, mehrere erneuerbare Energien zur Speisung des Wärmenetzes sinnvoll miteinander zu kombinieren oder parallel zu nutzen.

7. Mobilität

Im Jahr 2019 entfallen 28% des Endenergiebedarf der Stadt Winterberg auf den Sektor Verkehr [1]. Mit einer Bevölkerungsdichte von 84 Einwohnern auf einen Quadratkilometer ist Winterberg der ländlichen Peripherie zuzuordnen [54].

Eine energetische Optimierung von Winterbergs Verkehrssektor gestaltet sich durch die Grundproblematiken des ländlichen Raums (Demographie, geringe Einwohnerzahl, weite Distanzen, Zentralisierung von Einrichtungen etc.) schwierig. Auf dieser geographischen Basis ist es im oberen HSK nur begrenzt möglich, ein ÖPNV-Verkehrssystem zu etablieren, das in der Lage ist den energieintensiven motorisierten Individualverkehr zu verdrängen. Selbst moderne Verkehrssysteme des ÖPNV können aufgrund der geographischen Struktur des oberen HSK, keinen qualitativ adäquaten

Ersatz darstellen. Die Nutzung des ÖPNV ist für die meisten und größten Benutzergruppen durch unzureichende Gebietsabdeckungen, geringe Taktung und eingeschränkte Bedienzeiten unattraktiv.

Eine Verlagerung des Individualverkehrs auf den ÖPNV, mit dem Ziel Emissionen einzusparen, gestaltet sich als grundlegend problematisch und wäre mit deutlichen Einschränkungen in der persönlichen Mobilität verbunden [55].

7.1 Mobilitätsbedarf Winterberg

Der Mobilitätsbedarf zum Erreichen der Arbeitsstätte, lässt sich anhand der Anzahl von Ein- und Auspendlern im Jahr 2019 (1448 Einpendler und 2937 Auspendler) als insgesamt hoch bewerten [1]. Die Mehrheit an Pendlern benutzt hierzu das Auto. Der Tourismus trägt ebenfalls zur Dominanz des Autos als bedeutendstes Verkehrsmittel in Winterberg bei. Insbesondere Skifahrer und Mountainbiker nutzen, ebenso wie die Mehrheit an sonstigen Tagesgästen, primär das Auto zur Anreise. Der motorisierte Individualverkehr stellt in Winterberg die wesentliche Verkehrsgröße dar. Bus- und Bahnverkehr sind in räumlich umfassende Systeme integriert (RLG und DB), und werden primär von nicht werktätigen sozialen Gruppen wie Schüler/innen und Rentner/innen genutzt.

7.2 Handlungsräume für städtische Einflussnahme

Wie bereits beschrieben wurde, sind die verschiedenen Mobilitätsformen in Winterberg nur schwer beeinflussbar. Die folgende Darstellung listet Mobilitätsformen und potenziell steuerbare Entwicklungsmöglichkeiten bis 2035 auf.

	Maßnahme	Beteiligte Akteure	Einflussnahme und Umsetzbarkeit	Co ² -Einsparpotenzial Winterberg gesamt
Motorisierter Individualverkehr (Pkw, Lkw, Reisebusse etc.)	<p>Verbotzonen für veraltete Abgasnormen.</p> <p>Schaffung von ausreichend Elektroauto-Ladesäulen mit Kostenvorteilen und Inbetriebnahme einer Tankstelle für Wasserstoff</p>	<p>Stadtverwaltung Winterberg,</p> <p>Einwohner Winterbergs,</p> <p>Touristen und Gäste,</p> <p>Sonstige Pendler und Durchfahrende</p>	<p>CO²-Emissionen privater Fahrzeuge sind nur indirekt beeinflussbar.</p> <p>Ladesäulen und Wasserstoff Tankstellen bis 2035 umsetzbar.</p>	<p>Je nach Szenario, politischen und ökonomischen Ausgangsbedingungen 10-20% Einsparung bis 2035 [56, 57].</p>
Linienbusverkehr	<p>Modernisierung der RLG-Flotte auf Wasserstoff-Fahrzeuge nach Vorbild Wuppertal oder Münster [58].</p>	<p>Stadtverwaltung Winterberg,</p> <p>RLG-Verkehrsbetrieb,</p>	<p>Entscheidungen der RLG bezüglich Flottenplänen nur indirekt mit Klimazielen Winterbergs verknüpft.</p>	<p>Je nach Angebots-Ausgestaltung und Bereitschaft zur Nutzung von Bus- und Bahnverkehr 2-10% CO²-Reduktion möglich.</p>

	Durchsetzung von Maßnahmen, um Linienverkehr attraktiver zu gestalten wie z.B. engere Taktung und verbesserte Preismodelle	Sämtliche Fahrgäste aus dem HSK, Pendler, Touristen und Gäste	Umsetzbarkeit abhängig von anderen Kreisen und Städten des HSK	
Bahnverkehr	Erweiterung der Bahn-Trasse auf zweigleisigen Betrieb. Modernisierung der Bahn auf Wasserstoff-Betrieb oder Elektrifizierung des Schienennetzes	Stadtverwaltung Winterberg, DB-Betrieb, Sämtliche Fahrgäste aus dem HSK, Pendler, Touristen und Gäste	Einflussnahme auf DB-Betrieb gering.	Je nach Angebots-Ausgestaltung und Bereitschaft zur Nutzung von Bus- und Bahnverkehr 2-10% CO ² -Reduktion möglich.
Rad- und Fußverkehr	Erweiterung und Ausbau der Wegemöglichkeiten. Kostenfreie Ladestationen für E-Bikes in der Öffentlichkeit.	Stadtverwaltung Winterberg, Einwohner Winterbergs, Touristen	Schnelle stadtinterne Umsetzbarkeit möglich	CO ² -Einsparpotenzial begründet sich hauptsächlich auf Sommerhalbjahr. CO ² -Einsparung bis zu 1% möglich.

Tab. IV: Mobilitätsformen, Möglichkeiten und Effekte der städtischen Einflussnahme

7.3 Erneuerbare Tank- und Lademöglichkeiten

Durch die geringe Größe der Stadt Winterberg und die fortwährende Tendenz zu höheren Spezialisierungen auf dem Arbeitsmarkt, wird sich auch in Zukunft ein hohes Aufkommen an Berufspendlern ergeben [59, 60]. Der Pendlerverkehr in Kombination mit dem, durch beträchtliche Steigungen charakterisierbaren Relief Winterbergs, führt zu einem Endenergiebedarf des Verkehrssektors in Winterberg, der mit 28% am Gesamtenergiebedarf, 5% über dem Durchschnitt des HSK liegt [1].

Das Auto wird bei Berufspendlern in der ländlichen Peripherie, auch im Szenario einer maximal positiven Entwicklung des ÖPNV, das beliebteste Beförderungsmittel bleiben. Eine Studie zur Wahl von Verkehrsmitteln in ländlichen Regionen der Schweiz belegt, dass die kulturelle Nähe zum Auto, ebenfalls eine große Bedeutung in der Wahl des Verkehrsmittels zukommt [61]. Das Ergebnis der Studie ist in Teilen ebenso für den oberen HSK gültig.

Der Ausbau von Infrastruktur für CO²-neutralen, motorisierten Individualverkehr ist in Winterberg umso bedeutender.

7.3.1 Elektroauto-Ladesäulen und (Solar-) Ladepark

Durch die, für das Erreichen der CO²-Neutralität ungünstige Verkehrssituation, ergibt sich in Winterberg eine besondere Handlungsnotwendigkeit, um der Elektrifizierung des Straßenverkehrs

Vorschub zu leisten. Ein attraktives und ausreichendes Angebot an Elektroauto-Ladesäulen, das sowohl für Winterberger als auch für Durchreisende und Touristen zentral gelegen, gut ersichtlich und preiswert ist, stellt Notwendigkeit und Anreiz für die private Anschaffung eines Elektroautos dar. Private Ladeinfrastruktur stellt keine ausreichende Grundlage für einen umfassenden Wandel des Straßenverkehrs dar, weil ein großer Teil relevanter Akteure, wie z.B. Durchreisende, Mieter, Tagesgäste und Gäste, die über keine Lademöglichkeit verfügen, von der Nutzung ausgenommen sind.

Eine Lösungsmöglichkeit zur Deckung des Bedarfs an Ladesäulen besteht im Bau eines zentralen (Schnell)-Ladeparks. Eine effiziente Flächennutzung kann durch eine Überdachung der Ladeplätze mit Solarzellen gewährleistet werden.

7.3.2 Wasserstoff-Tankstelle

Bereits die Wasserstoff-Strategie der Bundesregierung von 2020 sieht grünen Wasserstoff mittelfristig als die bedeutendste Technologie im Kontext der Verkehrswende an [62]. Durch die energiepolitische Neuausrichtung in Folge der Energiekrise von 2022, wird grüner Wasserstoff fortan für die Sektoren Industrie, Wärme und Mobilität als anzustrebende Musterlösung betrachtet und in Zukunft mit großer Sicherheit forciert gefördert werden.

In NRW sind derzeit (Stand Februar 2023) 21 Wasserstoff-Tankstellen, die für private Pkw nutzbar sind, im Betrieb. Die räumlich am nächsten an Winterberg gelegene Tankstellen befinden sich in Siegen und Dortmund [63]. Da im gesamten Raum Südwestfalen noch keine Erschließung realisiert oder geplant ist, bietet sich für Winterberg die Möglichkeit, eine Vorreiterrolle für die infrastrukturelle Neuausstattung einzunehmen.

7.4 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick

Modernisierung und Ausbau des ÖPNV sind im Kontext der CO²-Reduktionsziele und vieler weiterer strategischer Erwägungen, zur Aufwertung des Raums Winterberg und des oberen HSK, grundlegend zweckführend. Eine bedeutende Umverteilung der Transportstrukturen vom motorisierten Individualverkehr auf den ÖPNV ist aufgrund der geographischen Beschaffenheit des ländlichen Raums dennoch nicht zu erwarten.

Umso bedeutender ist es, die infrastrukturelle Basis zu schaffen, die für die Verkehrswende auf Grundlage der privaten Elektromobilität notwendig ist. Insbesondere die Gewährleistung einer ausreichenden Anzahl an öffentlichen Ladesäulen und Wasserstoff-Zapfsäulen, sowie eine attraktive preisliche Ausgestaltung der Angebote, die regional produzierten Strom beanspruchen, beinhaltet großes Potenzial zur CO²-Reduktion.

8. Verwaltung/öffentliche Aufgaben

Insgesamt nimmt der Betrieb der öffentlichen Gebäude in Winterberg 2,34% des gesamten Energieverbrauchs in Anspruch (Stand 2019) [1]. Der Sektor Verwaltung/öffentliche Aufgaben beinhaltet, in Bezug auf den klimaneutralen Umbau, folgende Eigenschaften, durch die er eine Sonderstellung erlangt:

1. Anteil an den Gesamt-Emissionen Winterbergs ist sehr gering.
2. Öffentliche Dienste und Aufgaben haben besondere Vorbildfunktion und Strahlkraft.
3. Datengrundlage zu kommunalen Einrichtungen ist lückenlos, präzise und umfangreich.
4. Maßnahmen und Reformen sind durch zentrale Steuerbarkeit schnell umsetzbar.

Abb. IX: Aspekte der Sonderstellung des Handlungsfelds Verwaltung/öffentliche Aufgaben im klimaneutralen Umbau

8.1 Gebäudesanierung

Über 50% des Endenergiebedarfs der städtischen Einrichtungen, einschließlich der Fahrzeugflotte Winterbergs, entfallen in Form von Erdgas und Heizöl zum Beheizen von Gebäuden [64]. Der hohe Anteil erklärt sich durch die Tatsache, dass viele Gebäude, wie Schulen, Verwaltungsgebäude oder Feuerwachen fortwährend und teilweise bis zu 24h am Tag besetzt sind. Ein weiterer Grund für den hohen Bedarf an Wärmeenergie liegt im schlechten energetischen Sanierungszustand vieler Gebäude begründet, der besonders bei durchgängigem Betrieb einen hohen Energiebedarf begründet.

Die folgende Darstellung verdeutlicht, dass ein überwiegender Anteil der städtischen Gebäude nicht umfassend oder gar nicht energetisch saniert ist. Häufig beschränken sich Sanierungsmaßnahmen bei städtischen Gebäuden auf einen Austausch von Fenstern oder die Ergänzung durch modernes Isoliermaterial bei der Erneuerung des Daches. Lediglich 12% des gesamten Gebäudebestandes sind nach zeitgemäßen Standards (EnEV) saniert worden.

Die umfassende Sanierung der Gebäude stellt, wie bereits im Kapitel zur Wärme erwähnt, eine Notwendigkeit zum Anschluss an ein zentrales Wärmenetz dar. Folgende Darstellung veranschaulicht den gegenwärtigen energetischen Sanierungsbedarf der Gebäude in kommunaler Verwaltung.

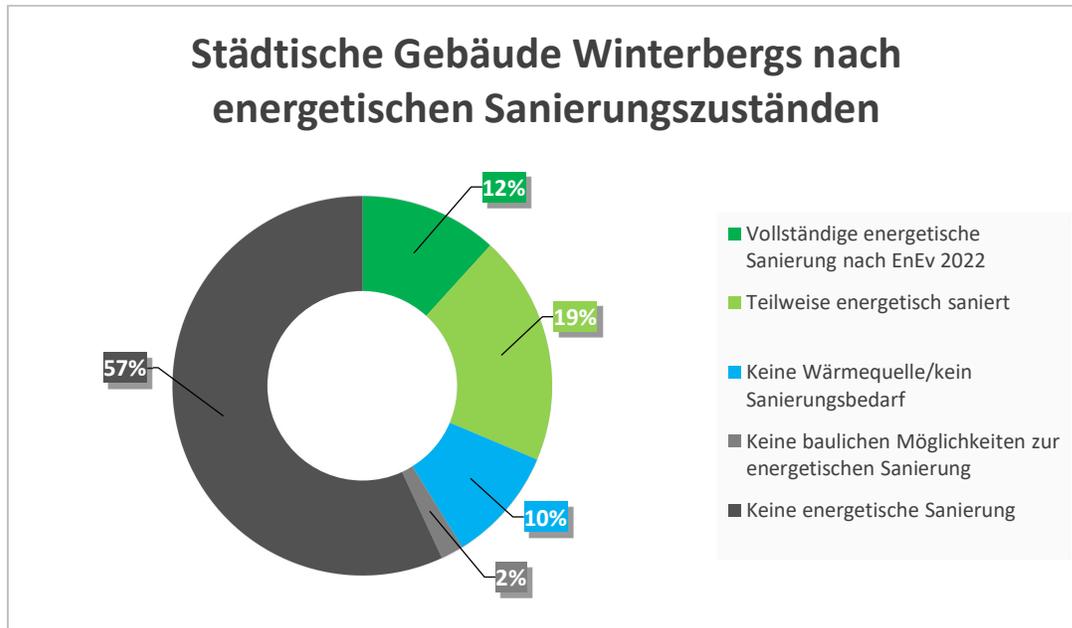


Abb. X: Anteil der städtischen Gebäude Winterbergs nach energetischen Sanierungszuständen (Stand Februar 2023)

8.2 Fuhrparkmanagement und Ladeinfrastruktur

Insgesamt verursacht die gesamte Fahrzeugflotte der Stadt Winterberg ca. 0,1% des gesamten Energiebedarfs der Stadt Winterberg. Der größte Energieverbrauch (> 90%) entfällt in Form von Diesel auf schwere Forst- und Baufahrzeuge. Fahrzeuge mit emissionsfreundlicheren Otto-Motoren sind in der Fahrzeugflotte eine Seltenheit. Hybrid oder Elektrofahrzeuge sind in noch geringerer Anzahl vertreten [65].

Eine Umrüstung von Traktoren, Unimogs und anderen Baugeräten auf alternative Antriebe gestaltet sich aufgrund der eingeschränkten Nutzbarkeit und der hohen wirtschaftlichen Risiken in der Anschaffung von unausgereifter Technik oder Zwischentechnologien für Städte und Gemeinden als besonders schwierig.

6 x Ford Transit

4 x VW Caddy

3 x Suzuki Vitara

2 x VW Bulli T5 und T6

1 x VW Amarok

Bei anderen Fahrzeugklassen wie Pkw, Transportern und Geländefahrzeugen ist eine Umstellung auf Elektrofahrzeuge bereits ohne erhebliche Einschränkungen im Nutzwert möglich. Ein vollwertiger Ersatz durch ein äquivalentes Elektrofahrzeug betrifft die aufgelisteten Fahrzeuge.

Abb. XI: Fahrzeuge der städtischen Flotte Winterbergs, die bereits durch Hybrid- oder Elektrofahrzeuge ersetzbar sind.

Wie bereits beschrieben sind die Auswirkungen einer Modernisierung der städtischen Fahrzeugflotte auf die gesamte CO²-Bilanz Winterbergs sehr gering.

Durch die Anschaffung der benannten 16 neuen Hybrid- und Elektrofahrzeugen, die leicht ersichtlich der Stadt Winterberg zuzuordnen sind und als innovativ gelten, lässt sich ein Domino-Effekt, der zu privaten Bemühungen zur Klimaneutralität beiträgt, ableiten.

Entscheidend für das Ausmaß der Strahlkraft, ist die Ausgestaltung einer zentralen „Klima-Botschaft“ Winterbergs. Es besteht z.B. die Möglichkeit, durch eine einheitliche Ausgestaltung und Beklebung der Fahrzeuge mit Aussagen wie z.B. „Zero Emission“ oder „Klimaneutral bis 2035 – Stadt Winterberg“, Aufmerksamkeit zu erzeugen.

Zur Verstärkung dieses Effekts bietet es sich ebenfalls an, die elektrische Fahrzeugflotte Winterbergs, an den, im Kapitel Mobilität bereits skizzierten, öffentlichen Ladestationen aufzuladen oder städtische Ladestationen im Bereich des Rathauses und des Bauhofs bewusst groß auszulegen und für die Öffentlichkeit zugänglich zu gestalten. Die Durchmischung von privaten Fahrzeugen und der elektrisch fahrenden städtischen Flotte, ermöglicht eine effizienteste Nutzung des vorhandenen Ladenetzes und kann Synergieeffekte bestärken.

8.3 CO²-Minderungspotenziale der modernen Arbeitswelt

Studien belegt, dass für den primär nicht- und semiurbanen Raum das größte CO²-Einsparpotenzial der Verkehrssektors in der individuellen Vermeidung von Verkehr liegt [66]. Wie bereits im Abschnitt zum Handlungsfeld Verkehr erwähnt, verursacht der Pendlerverkehr zum Arbeitsplatz einen Großteil der im Verkehrssektor entstehenden Emissionen.

Als Arbeitgeber liegt es daher im besonderen Interesse der Stadt Winterberg eine Klima-Verantwortung für den Arbeitsweg seiner Beschäftigten zu übernehmen. Die folgende Auflistung möglicher Maßnahmen entfaltet einen positiven Einfluss auf die CO²-Bilanz Winterbergs.

Preisliche Begünstigung beim Laden privater Pkw an städtischen Ladesäulen

Dienstrad-Angebote für (Elektro-) Fahrräder

Akzeptanz und Förderung von Arbeitstagen im Homeoffice

Bezuschussung oder Übernahme von ÖPNV-Tickets

CO²-Kompensationsmaßnahmen des Arbeitgebers für Arbeitswege der Beschäftigten

Abb. XII: CO²-reduzierende Maßnahmen des Sektors moderne Arbeitswelt

7.4 Zusammenfassung, Ergebnisse, Ausblick

Der Anteil des Handlungsfeldes Verwaltung/öffentliche Aufgaben an den Gesamtemissionen Winterbergs ist sehr gering. Dennoch ergeben sich insbesondere durch die zentrale Planbarkeit von Maßnahmen Einsparpotenziale. Ein Großteil der CO²-Verringerungen ist durch die energetische Modernisierung von Gebäuden zu erreichen.

8. Öffentlichkeitsarbeit

Zum Erreichen der Klimaziele Winterbergs kommt der Öffentlichkeitsarbeit eine Schlüsselfunktion zu. Die Kernaufgabe der Öffentlichkeitsarbeit der Stadt Winterberg besteht darin, Bürger/innen über Ziele und Effekt von Maßnahmen seitens der Stadt Winterberg zu informieren. Ebenso müssen

Bürger/innen und weiteren Akteure aktiv in die Ausgestaltung von Maßnahmen mit einbezogen werden. Zu diesem Zweck wurde bereits 2022 das *Klimabündnis Winterberg* gegründet.

Das Klimabündnis bietet eine Plattform, die es Bürgern und Bürgerinnen ermöglicht, gemeinsam an Ideen und Projekten zu arbeiten, sich auszutauschen und gegenseitige Unterstützungen zu arrangieren [67]. Parallel zum Klimabündnis findet 2023 erstmals ein *Schüler-Klimagipfel* statt, bei dem Schüler verschiedener Jahrgangsstufen mit Fachexperten aus der Stadtverwaltung über Ideen, Maßnahmen und Probleme diskutieren und Gelegenheit finden, eigene Klima-Projekte vorzustellen [68].

Es ist sinnvoll, bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt, Kommunikationsplattformen aufzubauen, die zukünftig einen wesentlichen Beitrag zur Vermittlung des energetischen Umbaus leisten müssen. Die Stadt Winterberg benennt auf ihrer Homepage bereits wertvolle Hinweise und Möglichkeiten um Bürger/innen anzuleiten, täglich Energie einzusparen. Der zukünftige Informationsbedarf der Bürger wird das gegenwärtige Angebot noch deutlich übersteigen. Im Aufbau einer eigenen Internetpräsenz zum Thema klimaneutraler Umbau besteht die Möglichkeit den massiven Informationsbedarf der Zukunft zu decken.

In der Folgenden Abbildung werden Handlungsbereiche dargestellt, für die die Öffentlichkeitsarbeit der Stadt Winterberg zukünftig essentiell sein wird, da ein aktives Mitwirken der Bürger für den Erfolg von Projekten entscheidend ist.

Neben der Nutzung des Internets zur Informationsvermittlung stellen regionale Zeitungen, Flyer und Informationsveranstaltungen geeignete Medien dar, um verschiedene Zielgruppen zu erreichen.

	Bedeutung der Öffentlichkeitsarbeit für Akzeptanz und Erfolg von Maßnahmen	Maßnahmen mit besonderem Potenzial
Bürgerenergieprojekte	Absolut entscheidend	Werbende Maßnahmen für Beteiligung
Sanierungsgebiete	Absolut entscheidend	Erklärende und informierende Maßnahmen
Wärmenetze	Wichtig	Informierende Maßnahmen
Öffentliche (Schnell-) Ladeinfrastruktur	Wichtig	Informierende Maßnahmen
Energetische Sparmaßnahmen	Mittel- und langfristig wesentlich	Informierende Maßnahmen für Erwachsene und Kinder z.B. pädagogisches Schulprogramm zur Erläuterung der Haustechnik

Tab. V: Bedeutung der Öffentlichkeitsarbeit für verschiedene Teilbereiche des energetischen Umbaus

9. Zusammenfassung, Fazit und Ausblick

Die folgende Darstellung fasst das Potenzial zur CO²-Einsparung für die jeweiligen Sektoren zusammen.

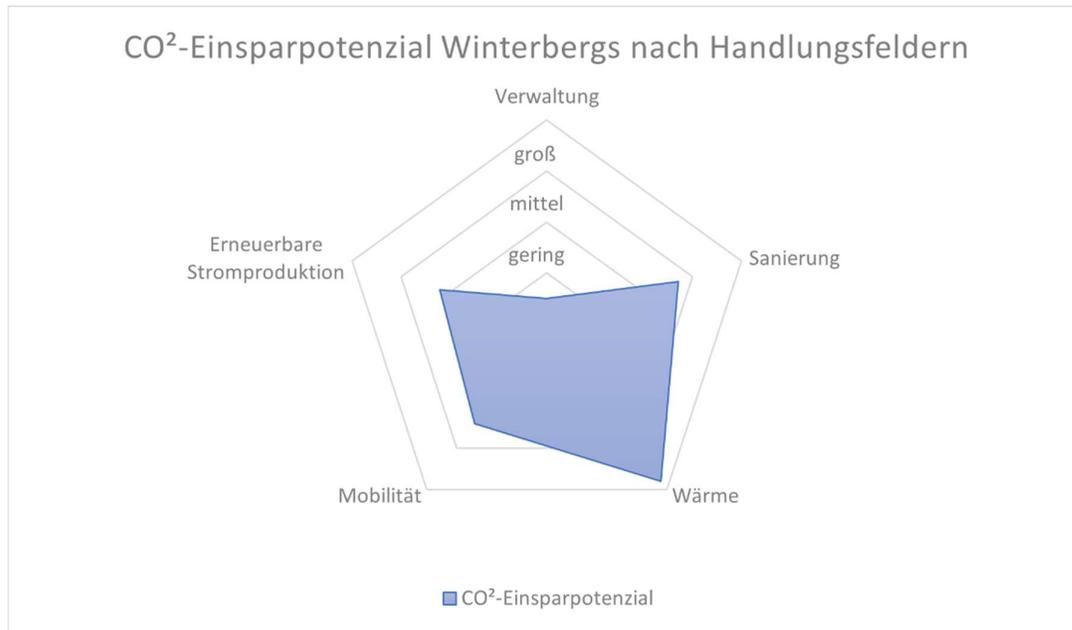


Abb. XIII: CO²-Einsparpotenzial Winterbergs nach Handlungsfeldern

Die Darstellung berücksichtigt ausdrücklich keine Synergieeffekte zwischen den Sektoren. Die Bereiche Wärme und Sanierung, die besonders stark miteinander verknüpft sind, werden hier voneinander losgelöst betrachtet. In der praktischen Umsetzung von Maßnahmen ist diese theoretische Perspektive nicht anwendbar. Der Sektor Öffentlichkeitsarbeit ist von gesamtheitlich zentraler Bedeutung, senkt jedoch nur durch Einflussnahme auf andere Sektoren Emissionen und wird daher in der Darstellung nicht beachtet.

Abb. XIII verwendet bewusst keine numerischen Werte zur Darstellung der Sparpotenziale, sondern eine Ordinalskala (gering, mittel, groß). Durch diese Art der Darstellung, sollen die Handlungsfelder mit dem größten CO²-Einsparpotenzial lediglich benannt und in Bezug auf generelles Entwicklungspotenzial begutachtet werden. Eine genaue Einschätzung, der notwendigen Einsparpotenziale aus den jeweiligen Handlungsfelder erfolgt im nächsten Teil des *Masterplans Klimaneutralität 2035*, durch die Ermittlung von Zielszenarien.

Neben den bedeutenden Handlungsfeldern Wärme, Sanierung, Mobilität und dem ohne Synergieeffekte betrachteten, kaum relevanten Sektor Verwaltung, ist die erneuerbare Stromproduktion zur Verbesserung der CO²-Bilanz wesentlich.

Hierbei gilt es zu beachten, dass in der THG-Bilanz der *energielenker projects GmbH*, die dieser Analyse zugrunde liegt, der bundesweite Durchschnittswert an erneuerbarem Strom als Berechnungsgrundlage dient. Im Strommix der BRD wird mit 42% ein deutlich höherer Anteil an erneuerbarem Strom verwendet als auf dem Stadtgebiet Winterbergs mit 9% produziert wird [1].

Im Kontext der notwendigen Dezentralisierung der Stromproduktion innerhalb der Energiewende muss Winterberg zuerst den Anteil an erneuerbarem Strom erreichen, um dem Bundesdurchschnitt zu

entsprechen (+33%). Damit ist der, in der THG-Bilanz dargestellte CO²-Fußabdruck, erstmalig, uneingeschränkt als für das Stadtgebiet repräsentativ, anzuerkennen.

Das Ziel Winterbergs besteht nicht nur darin, den gegenwärtigen Bundesdurchschnitt an erneuerbarem Strom zu erreichen, sondern darüber hinausreichende erneuerbare Strommengen zu produzieren, um die angestrebte Treibhausgasreduktion bis 2035 zu erfüllen. In einem zweiten Schritt zur Anhebung der produzierten Strommenge, sollte Winterberg seinen gesamten derzeitigen Strombedarf vollständig mit erneuerbarem Strom decken können (+55%). Anschließend muss die Strommenge in einer dritten Stufe erneut angehoben werden um den zu erwartenden, deutlich höheren Strombedarf bis 2035 vollständig decken zu können (je nach Szenario bis +150%).

Natürlich lässt sich der komplex zusammengestellte Strommix der BRD nicht vollkommen auf die kommunale Ebene reduzieren. Dennoch sollte der Anspruch jeder Gemeinde oder Stadt darin bestehen, den eigenen Strombedarf maximal regional zu bewältigen. Dies entspricht einem grundlegend sinnvollen Autarkie-Konzept und ferner den strategischen Leitplänen des Bundes und des Landes NRW (69, 70, 71).

Nach der Erschließung der Leistungsfähigkeit relevanter Sektoren folgt im nächsten Teil des *Masterplans Klimaneutralität 2035* eine Ausarbeitung von Zielszenarien für den energetischen Umbau. Hierbei wird das Potenzial der Sektoren sinnvoll in eine Gesamtstrategie eingebunden, die das Ziel der Klimaneutralität Winterbergs verfolgt.

10. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] energienlenker GmbH (2022): Energie- und THG-Bilanz 2017-2019 Stadt Winterberg.
- [2] Deutscher Wetterdienst (2023): Globalstrahlung (mittlere 30-jährige Monats- und Jahressummen). Online unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergien/strahlungskarten_mvs.html?nn=16102 (zuletzt abgerufen am 13.3.2023).
- [3] Stadt München (2019): Integriertes Handlungsprogramm Klimaschutz in München (IHKM) Klimaneutrales München / Klimaschutzprogramm 2019. München 2019
- [4] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2023): Energieatlas NRW. Online unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster (zuletzt abgerufen am 13.3.2023).
- [5] Institut für Technologie- und Wissenstransfer Kreis Soest e.V. (2013): Integriertes Klimaschutzkonzept für den Hochsauerlandkreis und die kreisangehörigen Städte und Gemeinden. Soest 2013
- [6] Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme (2022): Nettostromerzeugung in Deutschland 2021: Erneuerbare Energien witterungsbedingt schwächer. Online unter: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/news/2022/nettostromerzeugung-in-deutschland-2021-erneuerbare-energien-witterungsbedingt-schwaecher.html#:~:text=Solare%20Energiesysteme%20ISE-,Fraunhofer%20Institut%20f%C3%BCr%20Solare%20Energiesysteme%20ISE,-Energy%20Charts> (zuletzt abgerufen am 13.3.2023).
- [7] Agentur für Erneuerbare Energien (2018): Die Grundprinzipien des EEG. Online unter: <https://www.unendlich-viel-energie.de/themen/politik/erneuerbare-energien-gesetz-eeeg/erfolgsgeschichte-eeeg-das-erneuerbare-energien-gesetz> (zuletzt abgerufen am 13.3.2023).
- [8] KAPPEN, RABEA (2023): Stadt Winterberg. Informationen zur erneuerbaren Stromproduktion auf Anfrage per E-Mail.
- [9] Information und Technik Nordrhein-Westfalen (2023): OpenGeodataNRW. Infrastruktur_Bauen_Wohnen. Online unter: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/infrastruktur_bauen_wohnen/ (zuletzt abgerufen am 13.3.2023).
- [10] KAPPEN, RABEA (2023): Stadt Winterberg. Informationen auf Anfrage per E-Mail.
- [11] RAFFALSKI, NIKLAS; BAHRS, ANDREA; ESSEN, KATJA; GROTHUES, ELLEN; HEEK, MARKUS; KEHNEN, FABIAN (2022): Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Potenzialstudie Windenergie NRW LANUV-Fachbericht 124. Recklinghausen
- [12] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2023): Energieatlas NRW. Windhöufigkeit. Online unter: <https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarten/wind> (zuletzt abgerufen am 13.3.2023).
- [13] Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2022): Klima- und Energieministerium erweitert Möglichkeiten zum Ausbau der Wind-, der Freiflächen-Solar- und der Bio-Energie. Online unter: <https://www.land.nrw/pressemitteilung/klima-> (zuletzt abgerufen am 13.3.2023).
- [14] §13 Bundesnaturschutzgesetz (BnatSchG) 2019
- [15] FACHAGENTUR WINDENERGIE AN LAND (2022): Windparks und ihre Maßnahmen. Online unter: <https://ae-beispiele.fachagentur-windenergie.de/massnahmen/windpark-rastenbergl/> (zuletzt abgerufen am 13.3.2023).

- [16] Naturschutzzentrum – Biologische Station – Hochsauerlandkreis e.V. (2022): Europäische Projekte. Online unter: <https://biostation-hsk.de/> (zuletzt abgerufen am 15.5.2023).
- [17] §200a Baugesetzbuch (BauGB) 2019
- [18] Gemeinde Morbach (2023): Informationen aus Gespräch mit Gemeindemitarbeitern.
- [19] Verband der BürgerEnergiegenossenschaften in Baden-Württemberg (2022): DIE IDEE. Online unter: <https://buerger-energie.de/die-idee> (zuletzt abgerufen am 15.5.2023).
- [20] STAAB, JÜRGEN (2018): Erneuerbare Energien in Kommunen. Energiegenossenschaften gründen, führen und beraten. 4. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden
- [21] SCHRÖDER, CAROLIN U. WALK, HEIKE (2014): Genossenschaften und Klimaschutz. Akteure für zukunftsfähige, solidarische Städte, Wiesbaden
- [22] VIARDOT, ERIC (2013): The role of cooperatives in overcoming the barriers to adoption of renewable energy. In: Energy Policy. Band 63, S. 756–764
- [23] LUHMANN, HANS-JOCHEN (2019): Wirtschaftliche Auslegung der Energieeffizienz von Gebäuden im Gebäude-Energie-Gesetz. In: ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE TAGESFRAGEN, Bd. 69 Heft 3, S. 15-17
- [24] VON HEBEL, ELISABETH; JAHN, KARIN; CLAUSNITZER, KLAUS-DIETER (2011): Bremer Energie Institut. Der energetische Sanierungsbedarf und der Neubaubedarf von Gebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur. Abschlussbericht. Online unter: <https://www.kfw.de/PDF/DownloadCenter/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Sonderpublikationen/Energetischer%20A0Sanierungsbedarf-und-Neubaubedarf-Geb%C3%A4ude-kommunale-und-soziale-Infrastruktur.pdf> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [25] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2023): Energieatlas NRW. Planungskarte Wärme. Online unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarte_waerme (zuletzt abgerufen am 13.3.2023).
- [26] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2019): Quartierskonzepte als erster Schritt zur Ausweisung von Sanierungsgebieten. Finanzielle Anreize für private Hauseigentümer erschließen. Arbeitshilfe für die Praxis. Begleitforschung Energetische Stadtsanierung. Online unter: www.energetische-stadtsanierung.info/infothek/arbeitshilfen/ (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [27] Initiative klimaneutrales Deutschland (2023): Energetische Gebäudesanierung: ein unsichtbarer Schatz. Online unter: <https://initiative-klimaneutral.de/publikationen/factsheet-sanierung-einsparpotenzial-ezfh> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [28] §163 Baugesetzbuch (BauGB) 2019
- [29] Zensus DATENBANK (2023): Ergebnisse des Zensus 2011. Gebäude. Online unter: <https://ergebnisse.2011.zensus2022.de/datenbank/online/> (zuletzt abgerufen am 15.3.23).
- [30] KfW Bank aus Verantwortung (2023): Merkblatt. Energetische Stadtsanierung – Zuschuss Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier. Kommunale und soziale Infrastruktur. Online unter: [https://www.kfw.de/PDF/DownloadCenter/F%C3%B6rderprogramme\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002110_M_432_Energetische_Stadtsanierung_Zuschuss.pdf](https://www.kfw.de/PDF/DownloadCenter/F%C3%B6rderprogramme(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002110_M_432_Energetische_Stadtsanierung_Zuschuss.pdf) (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [31] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2023): Energieatlas NRW. Potenziale Windenergie. Leistung. Online unter: <https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarten/wind.leistung> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).

- [32] Bundesverband Wärmepumpen e.V. (2022): Normen und Technik. Online unter: <https://www.waermepumpe.de/politik/> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [33] SPIEGEL Wirtschaft (2023): Geplantes Aus für Öl- und Gasanlagen. Habeck will Heizungsumstieg mit Milliardenprogramm fördern. Online unter: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/oel-und-gasanlagen-robert-habeck-will-heizungs-umstieg-mit-milliarden-programm-foerdern-a-f0193098-0528-4e93-ae63-def7f44c9552> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [34] Frankfurter Allgemeine Zeitung (2023): Neuer Gesetzesentwurf. Was das Heizungsgesetz für Eigentümer bedeutet. Online unter: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/neues-heizungsgesetz-das-bedeutet-der-entwurf-fuer-hauseigentuemmer-18715714.html> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [35] SCHOLTES, JÖRG U. BONTEMPI, ALESSANDRO (2013): Integriertes Klimaschutzkonzept für den Hochsauerlandkreis und die kreisangehörigen Städte und Gemeinden. Hochsauerland Schützt Klima. Soest
- [36] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2014): Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW. Teil 3 - Biomasse-Energie. LANUV-Fachbericht 40. Recklinghausen
- [37] KAPPEN, RABEA (2023): Stadt Winterberg. Informationen zum Städtischen Forstbetrieb auf Anfrage per E-Mail.
- [38] Schornsteinfegerinnung Arnsberg (2023): Informationen zur Nutzung von Brennholz auf Anfrage.
- [39] ESCH, THOMAS; TAUBENBÖCK, HANNES; GEIß, CHRISTIAN; SCHILLINGS, CHRISTOPH; NAST, MICHAEL; METZ, ANNEKATRIN; HELDENS, WIEKE; KEIL, MANFRED (2010): Endbericht zum Vorhaben: Potenzialanalyse zum Aufbau von Wärmenetzen unter Auswertung siedlungsstruktureller Merkmale. Online unter: https://elib.dlr.de/76816/1/Waermetzpotenzial_DLR_Endbericht_final.pdf (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [40] WEIDLICH, INGO (2020): Wärmenetze. In: Erneuerbare Energien. Systemtechnik Wirtschaftlichkeit Umweltaspekte, Springer Vieweg, S. 1203–1226, Wiesbaden
- [41] BRUNS, ELKE; FUTTERLIEB, MATTHIAS; OHLHORST, DÖRTE U. WENZEL, BERND (2012): Erneuerbare Energien in Wärmenetzen – eine realistische Perspektive? In: Interdisziplinäre Aspekte der Energiewirtschaft, Springer Vieweg, S. 267–280, Wiesbaden
- [42] Gemeinde Morbach (2023): Informationen aus Gespräch mit Gemeindemitarbeitern zur Perspektive der Wärmenetze.
- [43] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinierungsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung. Berlin
- [44] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2015): Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW Teil 4 – Geothermie LANUV-Fachbericht 40. Recklinghausen
- [45] Information und Technik Nordrhein-Westfalen Statistisches Landesamt (2022): Kommunalprofil Winterberg, Stadt Hochsauerlandkreis, Regierungsbezirk Arnsberg, Gemeindetyp: Größere Kleinstadt. Online unter: <https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/I05958048.pdf> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [45] energielenker GmbH (2023): Integriertes Klimaschutzkonzept. Hochsauerlandkreis.

- [47] ALTER, NIELS; FISCHER, MAREIKE; HELD, MATTHIAS U. TRUMPA, MALTE (2020): Fachverband Holzenergie im BBE. Fakten zur Holzenergie – Wir forsten Ihr Wissen auf! Online unter: <https://www.fachverband-holzenergie.de/downloads/publikationen> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [48] §2 Bundeswaldgesetz (BWaldG) 2019
- [49] Fachverband Holzenergie im BBE (2022): Holzenergie und Klimaschutz: Beides kombinierbar!? Online unter: <https://www.fachverband-holzenergie.de/downloads/publikationen> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [50] Fachverband Holzenergie im BBE (2022): Energieholz aus der Landwirtschaft. Umweltfreundlich wirtschaftlich regional. Online unter: <https://www.fachverbandholzenergie.de/downloads/publikatione> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [51] Umweltbundesamt (2023): Wasserstoff – Schlüssel im künftigen Energiesystem. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/wasserstoff-schluessel-im-kuenftigen-energiesystem> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [52] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021) Bericht der Bundesregierung zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie. Online unter: <https://www.bundesregierung.de/bregde/suche/bericht-der-bundesregierung-zur-umsetzung-der-nationalen-wasserstoffstrategie-1963338> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [53] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2023): Energieatlas NRW. Planungskarte Wärme. Online unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarte_waerme Leistung (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [54] HENKEL, GERHARD (2020): Der ländliche Raum. Gegenwart und Wandlungsprozesse seit dem 19. Jahrhundert. 5. Aufl., Borotraeger, Stuttgart
- [55] KLINGE, ALEXANDER (2021): Bundeszentrale für politische Bildung. Ländliche Räume. Ländliche Mobilität. Online unter: <https://www.bpb.de/themen/stadt-land/laendlicheraeume/335912/laendlich-e-mobilitaet/> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [56] Umweltbundesamt (2022): Klimaschutz im Verkehr. Klimaschutzziele im Verkehrssektor. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/klimaschutz-im-verkehr#ziele> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).
- [57] §1 Bundesklimaschutzgesetz (KSG) 2021
- [58] EBERHART, MARTINA (2020): Klimafreundliche Mobilität im nicht-urbanen Raum. Fallstudie Appenzell Ausserrhoden. Online unter: https://www.ar.ch/fileadmin/user_upload/Departement_Bau_Volkswirtschaft/Amt_fuer_Umwelt/Energie/Masterarbeit_Martina_Eberhart.pdf (abgerufen am 15.3.2023).
- [59] GUTH, DENNIS; SIEDENTOP, STEFAN; HOLZ-RAU, CHRISTIAN (2012): Erzwungenes oder exzessives Pendeln? Zum Einfluss der Siedlungsstruktur auf den Berufspendelverkehr. In: Raumforschung Raumordnung, Springer, Bd. 70, S. 485-499, Berlin, Heidelberg
- [60] SIEDENTOP, STEFAN (2007): Auswirkungen der Beschäftigungssuburbanisierung auf den Berufsverkehr Führt die Suburbanisierung der Arbeitsplätze zu weniger Verkehr? In: Informationen zur Raumentwicklung, Franz Steiner Verlag, Bd. 2/3, S. 105-124, Münster
- [61] SCHERER, ROLAND; ZUMBUSCH, KRISTINA; SCHWANKE, KATJA U. WALSER, MANFRED (2010): Die raumwirtschaftliche Bedeutung des Pendelns in der Schweiz. Kurzgutachten im Auftrag des BAV zum aktuellen Stand der Forschung. Online unter: <https://www.alexandria.unisg.ch/226856/1/Die%20rau>

mwirtschaftliche%20Bedeutung%20des%20Pendelns%20in%20der%20Schweiz%20-%20Kurzgutachten.pdf (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).

[62] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020): Die Nationale Wasserstoffstrategie. Online unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/die-nationale-wasserstoffstrategie-1759080> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).

[63] Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2023): H2Land NRW. Wasserstoffkarte NRW. Online unter: <https://www.h2land-nrw.de/> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).

[64] KAPPEN, RABEA (2023): Stadt Winterberg. Informationen zum Städtischen Fuhrpark auf Anfrage per E-Mail.

[65] KAPPEN, RABEA (2023): Stadt Winterberg. Informationen zum städtischen Energieverbrauch auf Persönliche Anfrage per E-Mail.

[66] dena Deutsche Energie Agentur (2021): dena-GEBÄUDEREPORT 2021 Fokusthemen zum Klimaschutz im Gebäudebereich. Online unter: <https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/gebäude/> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).

[67] Winterberg (2022): Winterberg gründet Klimabündnis. Online unter: <https://www.rathaus-winterberg.de/buerger-service/pressestelle/aktuelles/detail/news/winterberg-gruendet-klimabuendnis/> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).

[68] KAPPEN, RABEA (2023): Stadt Winterberg. Informationen zur Planung des Klima-Schülergipfels im März 2023. Anfrage per E-Mail.

[69] Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2023): Landesplanung Nordrhein-Westfalen. Änderung des Landesentwicklungsplans – Unterrichtung der Öffentlichkeit. Online unter: <https://landesplanung.nrw.de/aenderungdes landesentwicklungsplans-unterrichtung-der-oeffentlichkeit> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).

[70] Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2023): Geltende Fassung des Landesentwicklungsplans NRW. Online unter: <https://landesplanung.nrw.de/landesentwicklungsplan/aktuelle-fassung-deslandesentwicklungsplans> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).

[71] Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2023): Energie und Klimaschutz. EEG 2023. Ausbau erneuerbarer Energien massiv beschleunigen. Online unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/novelle-eeg-gesetz-2023-2023972> (zuletzt abgerufen am 15.3.2023).

11. Anhang

Verbrauchsdaten der Fahrzeugflotte Winterbergs

	jährlicher Energiebedarf (Liter Diesel)	jährlicher Verbrauch (Benzin in Liter)	jährlicher Energiebedarf (in kWh)
Rathaus			
VW Caddy	758		
Ford Transit Pritschenbulli	1545		
Toyota Yaris (hybrid)		605	
VW ID3 (Elektro)			965
VW UP (Elektro)			509
Summe	2303	605	1474
Bauhof			
Fendt 210 (HSK BW 807)	1750		
Fendt 313 (HSKBW830)	5207		
Ford Transit (HSK BW 827)	1698		
Ford Custom (HSK BW 804)	1055		
Ford Transit (HSK BW 802)	2510		
Ford Transit (HSK BW 831)	1369		
Ford Transit (HSK BW832)	1015		
Goupil (HSK BW 43E)	12		
John Deere (HSK BW821)	413		
Lindner (HSK BW813)	5652		
Unimog (HSK 2974)	343		
Unimog (HSK BW817)	2006		
Unimog (HSK BW895)	3932		
Unimog (HSK BW819)	1616		
LKW (HSK BW 805)	2350		
VW T5 (HSK BW823)	1899		
VW t6 (HSK BW806)	516		
VW (HSK BW801)	899		
VW Caddy (HSK BW800)	579		
Valtra (HSK BW811)	3588		
Baggerlader JCB	1578		
Minibagger Tb219	161		
Hacker (HSK BW824)	277		
Pfau Transporter		107	
Radlader Wacker Neuson WL60	100		
Gabelstapler	31		
Summe	40556	107	
Forst			
Suzuki Vitara 3x			

VW Caddy 2x			
VW Amarok			
Valtra			
Fendt Vario 312			
Summe	6662	574	
Gesamtsumme	49521	1286	1474

Auflistung öffentlicher Gebäudebestand Winterbergs mit energetischen Sanierungszuständen

Name	Bau/Umbau	Hauptnutzung	Sanierungsmaßnahmen
Rathaus	1991	Verwaltungsgebäude	Denkmalschutz
Feuerwehrhaus WG	1976/2018	Feuerwehrgerätehaus	
Grundschule WG	1981	Schule	Austausch der Fenster 2020-2023
Grundschule WG 3-fach Sporthalle	1981	Sporthalle	
Sekundarschule WG	1912	Schule	Anbau nach EnEv - Altbau keine Maßnahmen
Gymnasium	1970	Schule	2010/2011 Sanierung der Fenster Südseite (Rückfront)
Gymnasium WG Sporthalle	2014	Sporthalle	Neubau mit 24 cm WDVS
Gymnasium WG Wohnung Hausmeister	1972	Wohnung	
Mattenschanze	1980	Sportbauten	unbeheizt
St. Georg Schanze	1957	Sportbauten	unbeheizt
Friedhofskapelle WG	1965	Friedhof	unbeheizt
Bauhof	1983	Baubetriebshof	Dachsanierung in 2005 (Trapezblech inkl. Wärmedämmung) Erneuerung der Heizungsanlage in 2018
Kurpark Pavillion	1974	Versammlungsstätte	unbeheizt
Feuerwehrhaus SH	2010	Feuerwehrgerätehaus	Neubau nach EnEv
Grundschule SH	1923	Schule	
Grundschule SH Wohngebäude	1923	Wohnung	
Verbundschule SH	1970	Schule	
Sporthalle SH	1970	Sporthalle	
Friedhofskapelle SH	1930	Friedhofskapelle	
Haus des Gastes SH	1974	Gemeinschaftshäuser	
Nahwärmenetz SH	2004	Technik	
Feuerwehrhaus AF	2003	Feuerwehrgerätehaus	
Feuerwehrhaus ZÜ	1912/1970	Feuerwehrgerätehaus	Neubau in Planung nach EnEv Mindeststandart
Sporthalle ZÜ	1986	Sporthalle	
Kindergarten ZÜ	1974	Kindergarten	Neu Dacheindeckung mit

			Dämmung geplant für 2023
Gemeindehalle ZÜ	1919	Versammlungsstätte	
Haus des Gastes ZÜ	1974	Versammlungsstätte	
Feuerwehrhaus SI	1952	Feuerwehrgerätehaus	
Feuerwehrhaus SI	2016	Feuerwehrgerätehaus	Neubau nach EnEv
Friedhofskapelle SI	1974	Friedhofskapelle	unbeheizt
			Dachsanierung in 2005; Eigenleistung Schützenverein (Trapezblech inkl. Wärmedämmung ???)
Gemeindehalle SI	1956	Versammlungsstätte	
Bauhofgarage SI	1973	Baubetriebshof	unbeheizt
			Neubau 2022 / altes KG nicht gedämmt
Feuerwehrhaus NF	2022	Feuerwehrgerätehaus	
			2010/2011 Sanierung der Fenster inkl. WDVS Vorderfront in den Folgejahren restl. Fenster erneuert
Grundschule NF	1963	Schule	
Grundschule NF			
Sporthalle	1987	Turnhalle	
Friedhofskapelle NF	1971	Friedhofskapelle	unbeheizt
Josefshaus	1955	Versammlungsstätte	
Seehütte Hillebachsee	1985	Verkaufsstätten	
Feuerwehrhaus LW	1967	Feuerwehrgerätehaus	
Friedhofskapelle LW	1973	Friedhofskapelle	
Bauhofgarage LW	1974	Baubetriebshof	
Feuerwehrhaus Nab	1965	Feuerwehrgerätehaus	
Feuerwehrhaus Aab	1997	Feuerwehrgerätehaus	
Gemeindehalle Aab	1967	Versammlungsstätte	
			Anbau 2023 nach EnEv – Altbau nicht gedämmt worden
Haus des Gastes Aab	1980	Versammlungsstätte	
Feuerwehrhaus GB	2015	Feuerwehrgerätehaus	Neubau nach EnEv
Gemeindehalle GB		Versammlungsstätte	
Feuerwehrhaus EK	1952	Feuerwehrgerätehaus	
Haus des Gastes EK	1980	Versammlungsstätte	
Feuerwehrhaus HF	1950	Feuerwehrgerätehaus	
Friedhofskapelle HF	1974	Friedhofskapelle	
Friedhofskapelle MO	1971	Feuerwehrgerätehaus	
Öffentliche WC-Anlage		Technik	
Lagerhalle Skiklub Winterberg	2008	Lager	unbeheizt

