



INSTITUT FÜR
SYSTEMISCHE ENERGIEBERATUNG



UNSER WASSER
Unser Leben

**Energiekonzept Wasserzweckverband
Rottenburg Gruppe**

Körperschaft des öffentlichen Rechts
Am Wasserwerk 1
84056 Rottenburg a.d.L.

Auftragnehmer:

Institut für Systemische Energieberatung
GmbH an der Hochschule Landshut
Prof. Dr. Petra Denk
Am Lurzenhof 1
Tel: 0871-506-274
E-Mail: info@ise-landshut.de

Hinweis: Dieser Bericht ist nach bestem Wissen und Gewissen erstellt worden. Eine Garantie für die Richtigkeit der Angaben wird nicht übernommen. Eine Haftung jeglicher Art für Schäden und Folgeschäden, insbesondere entgangenem Gewinn wegen Mängeln des Berichts, ist ausgeschlossen.

Gefördert durch:

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie



Copyright:

Die vorliegende Studie unterliegt dem geltenden Urheberrecht. Ohne Zustimmung der Autoren darf diese nicht an Dritte weitergegeben werden. Die nicht-autorisierte Nutzung ist nicht gestattet.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	5
1 Aufgabenstellung.....	6
1.1 Grundlagenermittlung.....	6
1.2 Zielsetzung des Energieeinsparkonzepts	7
2 Endenergie- und CO ₂ -Bilanz	8
2.1 Endenergie- und Primärbilanz des Wasserzweckverbands (2019).....	8
2.2 CO ₂ -Bilanz des Wasserzweckverbands (2019)	13
2.3 Zukünftiger Energieverbrauch im Wasserzweckverband	14
3 Vorhandene Effizienzsteigerungspotenziale	15
4 Vorhandene erneuerbare Energiepotenziale	19
4.1 Optimierung der elektrischen Energieversorgung durch erneuerbare Energien.....	19
4.2 Optimierung der thermischen Energieversorgung durch erneuerbare Energien	32
4.3 Optimierung der mobilen Energieversorgung	34
4.4 Zusammenfassung.....	36
5 Ergebnis	39
6 Quellenverzeichnis	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieformen (2019).....	9
Abbildung 2: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern (2019).....	10
Abbildung 3: Primärenergieverbrauch nach Energieformen (2019)	11
Abbildung 4: Anteile der Standorte des Wasserzweckverbands am elektrischen Endenergieverbrauch	12
Abbildung 5: Gesamte CO ₂ -Emissionen nach Energieformen	13
Abbildung 6: Gesamte CO ₂ -Emissionen nach Standorten	14
Abbildung 7: Veränderung des künftigen Stromverbrauchs unter Berücksichtigung der Effizienzsteigerungspotenziale gemäß Energiestudie.....	18
Abbildung 8: Tatsächliche Energieautarkie (Eigenverbrauchsanteil) vs. bilanzielle Energieautarkie (gesamte erneuerbare Erzeugung mittels Bestandanlagen)	20
Abbildung 9: Monatlicher Vergleich PV-Stromnutzung ohne und mit Batteriespeicher Standort Ramersdorf	25
Abbildung 10: Kumulierter Cashflow ohne und mit Batteriespeicher Standort Ramersdorf ...	25
Abbildung 11: Potenzielle Windenergiestandorte am Standort Burghart.....	29
Abbildung 12: Direkte Abdeckung des künftigen Stromverbrauchs durch erneuerbare Energie (Bestands- und Neuanlagen).....	30
Abbildung 13: Bilanzielle Abdeckung des zukünftigen elektrischen Energieverbrauchs des Wasserzweckverbands.....	31
Abbildung 14: Theoretisch mögliche Reduktion der CO ₂ -Emissionen des Wasserzweckverbands.....	32
Abbildung 15: Einsatz eines Pelletkessel für Wärmeversorgung in Pattendorf	33
Abbildung 16: Zukünftige CO ₂ -Bilanz im Bereich der Wärmeversorgung	34
Abbildung 17: Zukünftige CO ₂ -Bilanz im Bereich der mobilen Energieversorgung	36

Abbildung 18: Zukünftige tatsächliche Deckung des Endenergieverbrauchs	37
Abbildung 19: Künftige CO ₂ -Bilanz des Wasserzweckverbands unter Berücksichtigung sämtlicher Potenziale	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Datenquellen.....	7
Tabelle 2: Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger (auszugsweise) in g/kWh	13
Tabelle 3: Durchgeführte Energieeinsparmaßnahmen	15
Tabelle 4: Weitere Effizienzsteigerungspotenziale und Umsetzungsplanung.....	17
Tabelle 5: Annahmen Potenzialbewertung Bestandsanlagen	20
Tabelle 6: Potenzielle Standorte für weitere PV-Dach- und Freiflächenanlagen im Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe	21
Tabelle 7: Annahmen Wirtschaftlichkeit PV-Projekte	23
Tabelle 8: Ergebnisse Simulation PV-Dachanlage Ramersdorf	24
Tabelle 9: Anlagenauslegungsdaten PV-Projekte (*kleinere Anlagensimulation aufgrund PV*Sol Beschränkung, siehe unten).....	26
Tabelle 10: Ergebnisse PV-Projekte	28
Tabelle 11: Übersicht Fuhrpark Wasserzweckverband	35

1 Aufgabenstellung

Der Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe möchte ein Energieeinsparkonzept erarbeiten lassen. Ziel des Konzepts ist eine umfassende Analyse von technischen Energieeinsparpotenzialen in den einzelnen Liegenschaften des Zweckverbands, wobei der Schwerpunkt der Analyse auf den Möglichkeiten der Bereitstellung des benötigten Energieverbrauchs mittels erneuerbarer Energien liegt. Ferner soll die Frage beantwortet werden, ob für den Wasserzweckverband eine bilanzielle oder sogar zeitaufgelöste Energieautarkie möglich ist.

Das Projekt ist daher in folgende Arbeitspakete unterteilt:

- Grundlagenermittlung
- Analyse des Ist-Zustands mit Potenzialerhebung und Konzeptentwicklung
- Wirtschaftlichkeitsrechnung und Reduktion der Emissionen im Vergleich zum IST-Zustand
- Maßnahmenvorschläge und Zusammenfassung

1.1 Grundlagenermittlung

Die Grundlage für die Erarbeitung des vorliegenden Konzepts stellen verschiedene Daten und Informationen dar, die beim Wasserzweckverband eingeholt oder im Rahmen von Gesprächen/Angeboten oder Vor-Ort-Terminen ermittelt worden sind.

Tabelle 1 stellt die verschiedenen Datenquellen nach Themenfeldern dar.

Tabelle 1: Übersicht Datenquellen

Themenfelder	Datenquelle
Stromverbräuche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasserzweckverband ▪ Abrechnungen Bayernwerk
Stromerzeugungsdaten (Erneuerbare Energien)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasserzweckverband
Wärmeverbräuche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasserzweckverband
Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasserzweckverband ▪ Potenziale gemäß Angeboten
Potenziale (Erneuerbare Energien)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorhandene Anlagen: Wasserzweckverband ▪ PV-Potenzial: Vorortbegehung ▪ Windpotenzial: Abstimmung mit Herrn Weinzierl (GF Wasserzweckverband)
Potenziale (Effizienz)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energiestudie für die Hauptstromverbraucher der Wasserförderung

1.2 Zielsetzung des Energieeinsparkonzepts

Ziel des Energieeinsparkonzepts ist es, auf Grundlage der derzeitigen Versorgungssituation des Wasserzweckverbands, die Realisierbarkeit einer zunächst bilanziellen Energieautarkie des Wasserzweckverbands aufzuzeigen. Zudem soll in einem weiteren Schritt die Wirtschaftlichkeit der einzelnen erneuerbaren Energieprojekte (PV-Anlagen) beurteilt werden. In einer „zukünftigen“ Bilanz sollen abschließend die Auswirkungen der einzelnen Optimierungsmaßnahmen (Steigerung der Energieeffizienz sowie Umsetzung erneuerbarer Energie Potenziale) unter Berücksichtigung neuer Standorte des Wasserzweckverbands für die drei Bereiche elektrische, thermische und mobile Energie aufgezeigt werden, so dass abschließend einerseits eine klare Umsetzungsempfehlung und andererseits eine Aussage zur Machbarkeit des Ziels „bilanzielle Energieautarkie für den Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe“ getroffen werden kann.

2 Endenergie- und CO₂-Bilanz

Mit Hilfe der Energie- und CO₂-Bilanz des Wasserzweckverbands wird die Endenergiemenge (elektrisch, thermisch und mobil) der gesamten Rottenburg Gruppe (auch nach Standorten) sowie die mit dieser benötigten Endenergiemenge verbundenen Treibhausgasemissionen für den Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe bilanziert. Das Bilanzjahr der nachfolgenden Endenergiebilanz ist das Jahr 2019. Aus der vorliegenden Endenergiebilanz kann in einem nächsten Schritt unter Verwendung entsprechender Emissionsfaktoren die CO₂-Bilanz des Wasserzweckverbands berechnet werden.

Für die spezifischen Emissionsfaktoren der fossilen Energieträger werden die Werte des Klimabündnis für Klimaschutzplaner [VGL. KLIMASCHUTZ-PLANER 2021] herangezogen; die der erneuerbaren Energieträger werden Gemis 4.94 entnommen. In der Berechnung der CO₂-Emissionen¹ des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe werden die Vorketten der Energiebereitstellung (Gewinnung, Umwandlung und Transport) berücksichtigt. Folglich verursachen auch erneuerbare Energieträger, wie bspw. die Biomasse oder die Photovoltaik, CO₂-Emissionen, die in der Bilanz berücksichtigt werden.

2.1 Endenergie- und Primärbilanz des Wasserzweckverbands (2019)

Abbildung 1 stellt den Endenergieverbrauch des Wasserzweckverbands nach den Energieformen elektrische Energie, thermische Energie und mobile Energie prozentual dar. Die elektrische Energie² hat dabei den mit Abstand größten Anteil (83 %) am gesamten Endenergieverbrauch in Höhe von 2.028 MWh. Es folgen der thermische Endenergieverbrauch mit 11 % und der mobile Endenergieverbrauch mit einem Anteil von 6 %.

¹ Genauer: CO₂-Äquivalente

² Inkl. der Notstromaggregate.

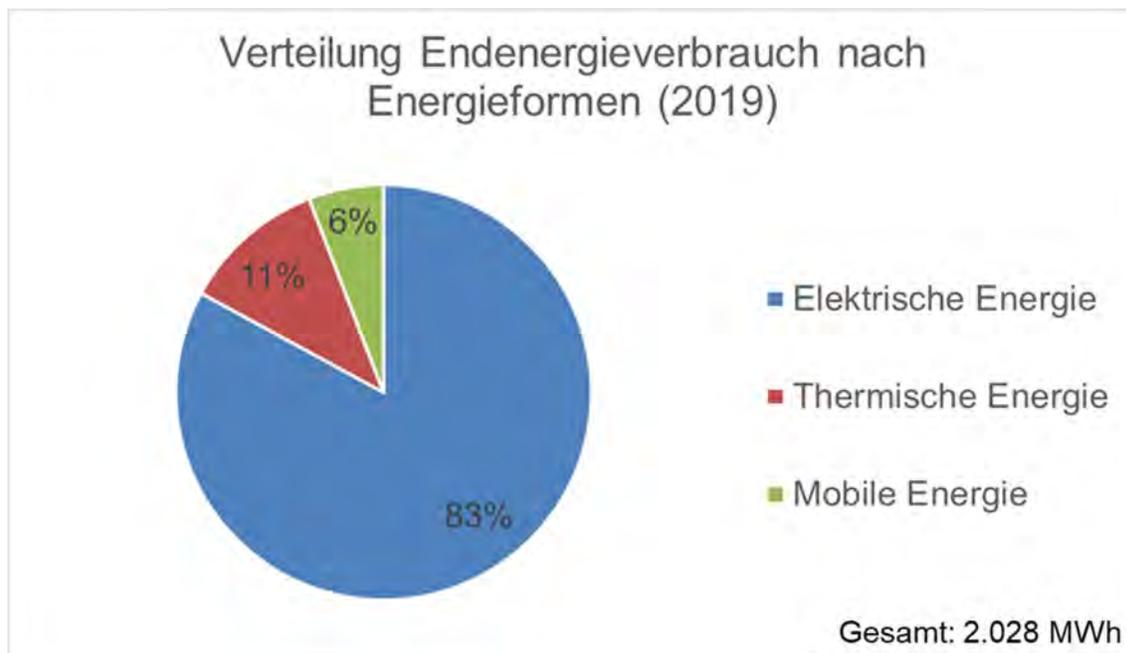


Abbildung 1: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieformen (2019)

Wird der gesamte Endenergieverbrauch des Wasserzweckverbands der Rottenburg Gruppe nach Energieträgern betrachtet, so zeigt sich auch hier die Dominanz der elektrischen Energie. Es wird zudem ersichtlich, dass erneuerbare Energieträger am Endenergieverbrauch des Wasserzweckverbands derzeit eine untergeordnete Rolle spielen (<1 %). Dies liegt vor allem daran, dass die bisher installierten PV-Anlagen zu 100 % in das Stromnetz einspeisen. Einzig die installierte Kleinwindkraftanlage nutzt den erzeugten Strom auch direkt am Standort, dies sind jedoch jährlich „nur“ ca. 2,5 MWh_{el}. Im Bereich der thermischen Energie dominiert beim Wasserzweckverband der Energieträger Heizöl (8 % Anteil am gesamten Endenergieverbrauch) und im Bereich der mobilen Energie der Energieträger Diesel (6 % Anteil am gesamten Endenergieverbrauch). Erneuerbare Energieträger spielen auch in diesen beiden untergeordneten Bereichen derzeit keine Rolle (vgl. Abbildung 2).

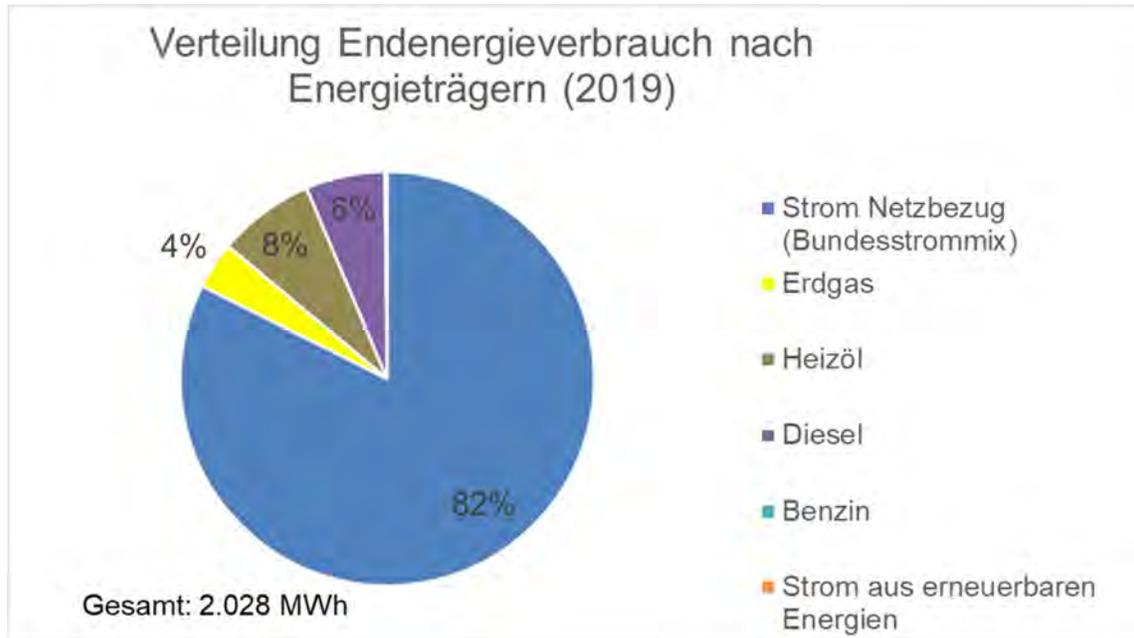


Abbildung 2: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern (2019)

Während mittels des Endenergieverbrauchs diejenige Menge an Energie dargestellt wird, die beim Endverbraucher ankommt, bspw. elektrische Energie, beschreibt der Primärenergieverbrauch diejenige Menge an nicht erneuerbarer Energie, die bereitgestellt werden muss, um die jeweilige Menge an Endenergie zu produzieren. Da die Umwandlung von Primärenergie in Endenergie zum einen je nach Energieträger mit unterschiedlichem Aufwand verbunden ist (notwendiger Energieeinsatz für Förderung, Aufbereitung etc.) und zum anderen mit verschiedenen Wirkungsgraden erfolgt, ist der Primärenergieverbrauch in der Regel deutlich größer als der Endenergieverbrauch.

Mittels Primärenergiefaktoren³ [VGL. DIN V 18599] wird aus dem oben beschriebenen Endenergieverbrauch des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe der Primärenergieverbrauch ermittelt. Der gesamte Primärenergieverbrauch im Jahr 2019 liegt bei 3.400 MWh wobei auch hier die elektrische Energie mit einem Anteil von 89 % dominierend ist und die thermische Energie und mobile Energie mit Anteilen von 7 % bzw. 4 % folgen (vgl. Abbildung 3).

³ Der Primärenergiefaktor gibt an, wie viele Kilowattstunden Primärenergie (Anteil nicht erneuerbarer Energie) eingesetzt werden müssen, um eine Kilowattstunde Endenergie zu erzeugen.

Wird die prozentuale Verteilung der Energieformen (Strom, Wärme, mobile Energie, vgl. Abbildung 2) am Endenergieverbrauch mit den Anteilen am Primärenergieverbrauch (vgl. Abbildung 3) verglichen, so wird ersichtlich, dass die Verhältnisse im Wesentlichen gleichbleiben und die elektrische Energie weiterhin dominant ist.

Des Weiteren ist zu erkennen, dass der Primärenergieverbrauch mit 3.400 MWh höher als der Endenergieverbrauch mit 2.028 MWh ist. Dies kann mit den niedrigen Anteilen erneuerbarer Energien in allen Bereichen erklärt werden.

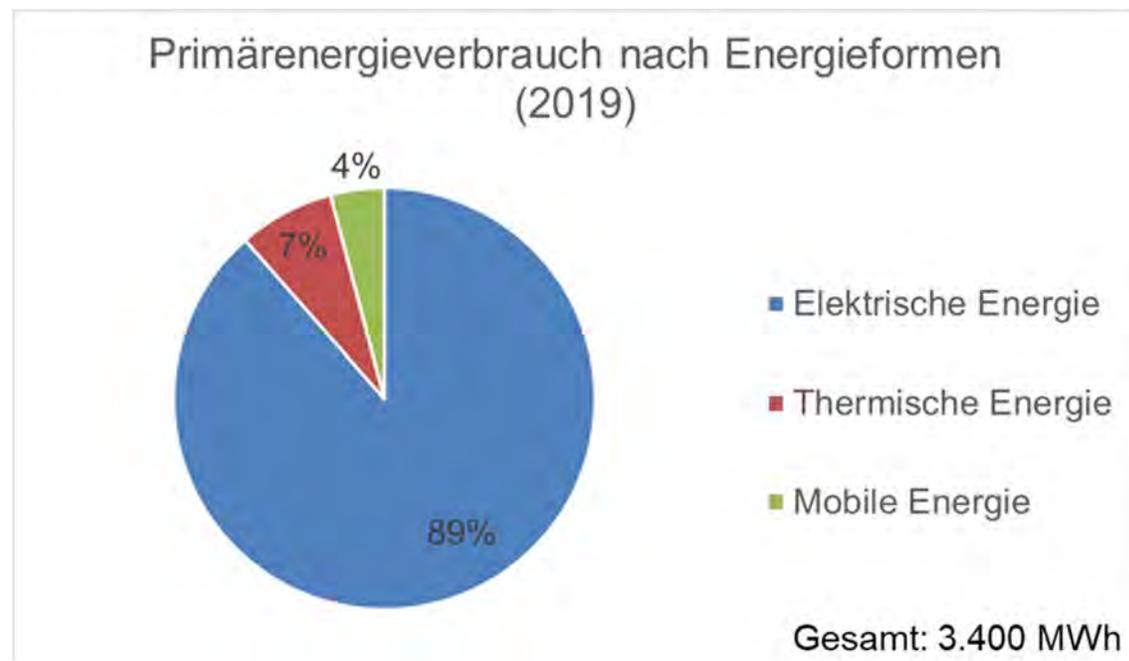


Abbildung 3: Primärenergieverbrauch nach Energieformen (2019)

Wird der elektrische Endenergieverbrauch (Anteil Endenergieverbrauch: 83 %, siehe Abbildung 1) nach Standorten betrachtet, so zeigt sich, dass dieser wiederum durch fünf Standorte des Wasserzweckverbands bzw. deren Anlagentechnik hervorgerufen wird. Diese sind der Hauptstandort Pattendorf mit einem Anteil von 41 % am gesamten elektrischen Endenergieverbrauch (1.682 MWh) sowie die Standorte Burghart, Baldershausen,

Hohenthann und Scharmühle mit Anteilen zwischen 20 % und 6 % am gesamten elektrischen Endenergieverbrauch des Wasserzweckverbands (vgl. Abbildung 4).

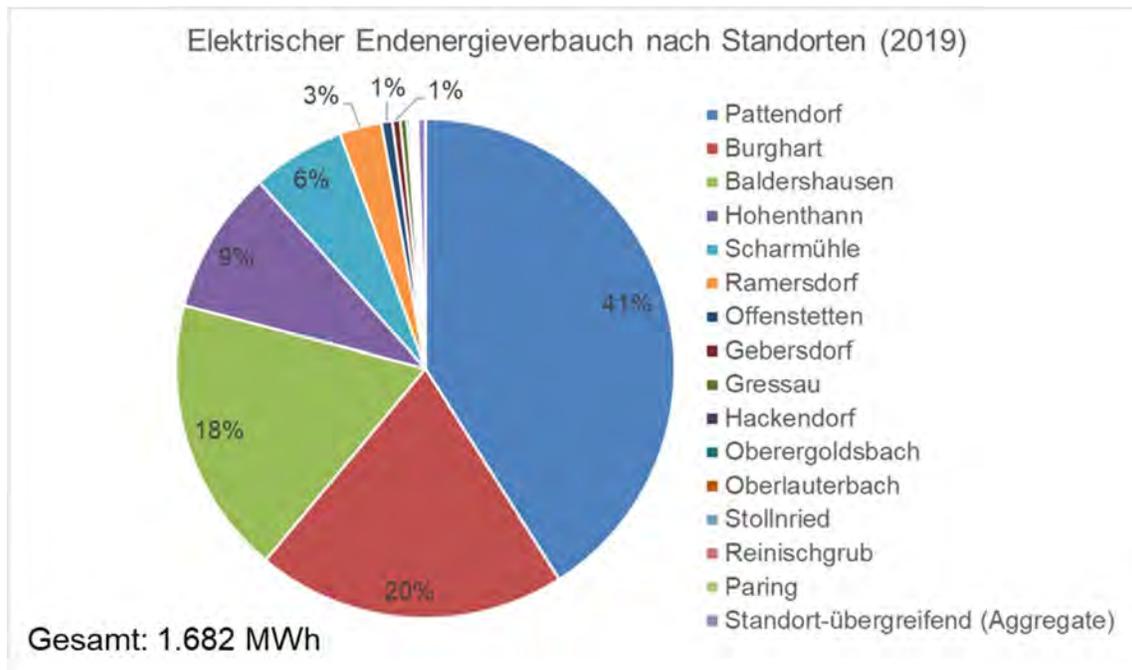


Abbildung 4: Anteile der Standorte des Wasserzweckverbands am elektrischen Endenergieverbrauch

2.2 CO₂-Bilanz des Wasserzweckverbands (2019)

Im Folgenden werden auf Basis der ermittelten Endenergieverbräuche (Kapitel 2.1) die berechneten CO₂-äquivalenten Emissionen des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe dargestellt. Die CO₂-Emissionen werden mit Hilfe spezifischer Emissionsfaktoren (in Abhängigkeit der Endenergieverbräuche) für die jeweiligen Energieträger ermittelt (VGL. Tabelle 2).

Tabelle 2: Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger (auszugsweise) in g/kWh

Energieträger/Technologie	Emissionsfaktoren (g/kWh _{Endenergie}) in Form von CO ₂ -Äquivalenten
Heizöl	318
Erdgas	247
Pellets	22
Bundesstrommix 2019	401
Photovoltaik	40
Windkraft	10

Insgesamt wird im Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe im Jahr 2019 ein Endenergieverbrauch in Höhe von 2.028 MWh verursacht. Dies wiederum entspricht einem Primärenergieverbrauch von 3.400 MWh und gesamten CO₂-Emissionen in Höhe von ca. 779 t (vgl. Abbildung 5). Wie aus unten stehender Abbildung 5 ersichtlich wird, trägt die Energieform „elektrische Energie“ mit 86 %, der Verteilung beim End- und Primärenergieverbrauch entsprechend, den größten Anteil am gesamten CO₂-Ausstoß des Wasserzweckverbands.

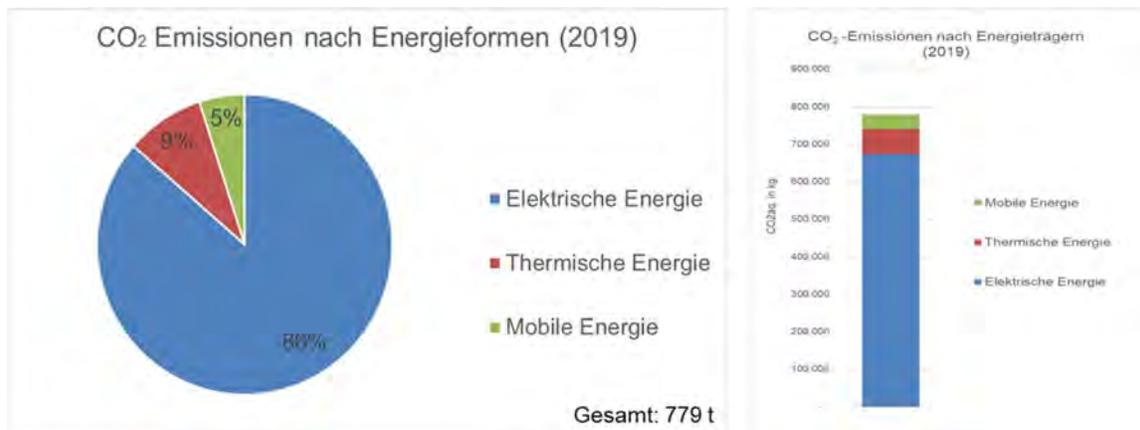


Abbildung 5: Gesamte CO₂-Emissionen nach Energieformen

Auch bei Betrachtung der CO₂-Emissionen nach Standorten ergibt sich ein der Verteilung des Endenergieverbrauchs entsprechendes Bild, das eine Dominanz der fünf Standorte Pattendorf, Burghart, Baldershausen, Hohenthann und Scharmühle zeigt. Daneben ist der Verkehr (Standort-übergreifend) mit einem Anteil von 5 % an den gesamten CO₂-Emissionen erwähnenswert.

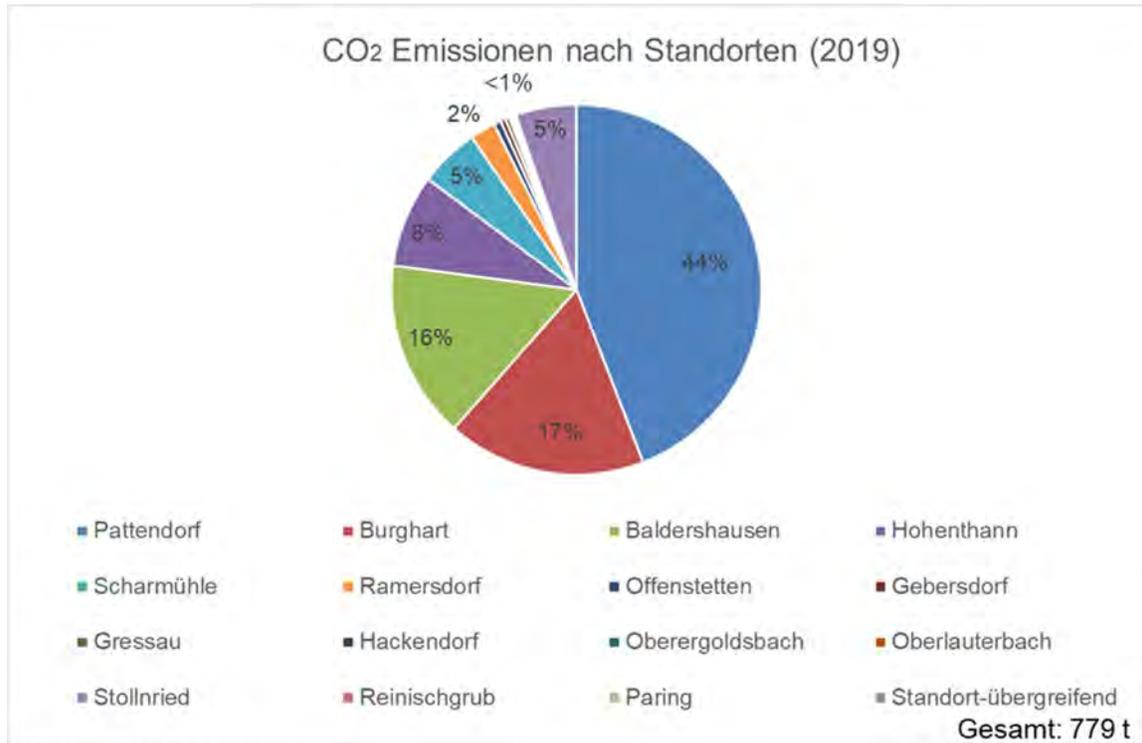


Abbildung 6: Gesamte CO₂-Emissionen nach Standorten

2.3 Zukünftiger Energieverbrauch im Wasserzweckverband

Der zukünftige Stromverbrauch des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe wird sich aufgrund zusätzlicher neuer Standorte verändern. Gemäß Angaben des Wasserzweckverbands kommen zwei weitere Standorte – der Standort in Ergoldsbach sowie der Standort in Neufahrn – dazu. Gemäß den derzeit vorliegenden Unterlagen wird der künftige Stromverbrauch der beiden Standorte auf ca. 373 MWh_{el}/a geschätzt und in den nachfolgenden Ausführungen berücksichtigt.

3 Vorhandene Effizienzsteigerungspotenziale

Im Rahmen einer Energiestudie aus dem Jahr 2017 sind durch das Büro Reißnecker und Eberhart die Hauptstromverbraucher der Wasserförderung untersucht und die vorhandenen Effizienzsteigerungspotenziale nach Standorten ermittelt worden [VGL. REIßNECKER & EBERHART 2017].

Zu diesem Zweck sind in Rahmen der Studie die einzelnen elektrischen Verbraucher (Pumpen) sowie deren technische Daten aufgenommen und in einem weiteren Schritt die Möglichkeiten einer energetischen Modernisierung dieser (Steigerung des Pumpenwirkungsgrads, Überprüfung Pumpendimensionierung) untersucht worden. Für jeden Hauptstandort konnte so der derzeitige Stromverbrauch nach Verbrauchern sowie der mögliche zukünftige Stromverbrauch nach energetischer Modernisierung einzelner Stromverbraucher und damit die mögliche Endenergieeinsparung aufgezeigt werden. Für die einzelnen Optimierungsmöglichkeiten ist zudem die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme ausgewiesen und eine Empfehlung ausgesprochen worden.

Von den identifizierten Energieeffizienzsteigerungspotenzialen gemäß der Studie aus dem Jahr 2017 sind in den vergangenen Jahren bereits vier Maßnahmen umgesetzt worden, die zu einer Energieeinsparung in Höhe von ca. 107 MWh_{el}/a geführt haben (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Durchgeführte Energieeinsparmaßnahmen

Standort	Maßnahme	Einsparung in kWh
Baldershausen Tiefbrunnen 2	Neue Pumpe mit Synchronmotor	23.572
Hohenthann Tiefbrunnen 2	Neue Pumpe mit Synchronmotor	14.121
ÜPW 1 Hohenthann – WT Stollnried	Konstruktive Förderhöhe höher als der Bedarf, sehr alte Pumpen, neue Pumpstation	31.341
Tiefbrunnen Burghart	Keine optimale Auslegung auf den betrieb von 20 l/s, Optimierung der Bestandspumpe, Neue Pumpe	38.421

Im Rahmen der Studie sind noch weitere Potenziale zur Effizienzsteigerung aufgezeigt worden, die im Zuge des vorliegenden Einsparkonzeptes mit dem Wasserzweckverband besprochen und die Planung und Möglichkeiten der Umsetzung je Maßnahme festgehalten worden sind. Die Ergebnisse sind in den nachfolgenden beiden Tabellen dargestellt.

Durch Umsetzung aller verbleibenden im Energiebericht ausgewiesenen Effizienzsteigerungsmaßnahmen könnten weitere 154 MWh/a elektrische Energie eingespart werden.

Tabelle 4: Weitere Effizienzsteigerungspotenziale und Umsetzungsplanung

Standort	Maßnahme	Einsparung in kWh
Pattendorf Hauptförderung	Energieeinsparung durch Pumpentausch, Steigerung des Gesamtwirkungsgrads	61.000
Pattendorf Tiefbrunnen 1	Neue Pumpe mit Synchronmotor, Steigerung des Gesamtwirkungsgrads	9.587
Pattendorf Tiefbrunnen 2	Neue Pumpe mit Synchronmotor, Steigerung des Gesamtwirkungsgrads	19.133
Pattendorf Tiefbrunnen 3	Neue Pumpe mit Synchronmotor, Steigerung des Gesamtwirkungsgrads	12.226
Pattendorf Tiefbrunnen 4	Neue Pumpe mit Synchronmotor und Einsatz einer kleineren Pumpe	11.154
Baldershausen Tiefbrunnen 1	Neue Pumpe mit Synchronmotor	18.183
Tiefbrunnen Hohenthann	Neue Pumpe mit Synchronmotor	15.203
ÜPW 2 Hohenthann – WT Hinterhaid Stollnried od. Gebersdorf	Konstruktive Förderhöhe höher als der Bedarf, sehr alte Pumpen, neue Pumpstation	2.172
Pumpwerk Hochzone Rottenburg	Keine optimale Auslegung der Hauptpumpen, HP 3: Nachrüstung Frequenzumrichter, HP 1 und 2: neue Fördereinrichtung	5.300

Der Stromverbrauch des Wasserzweckverbands wird sich jedoch trotz der bereits umgesetzten und noch möglichen Effizienzsteigerungspotenziale (261 MWh_{el}/a) in Zukunft aufgrund der neu hinzukommenden Standorte (siehe Kapitel 3.2, 373 MWh_{el}/a) auf ca. 1.793 MWh_{el}/a erhöhen. Diese Entwicklung ist auch in nachfolgender Abbildung 7 dargestellt. Insgesamt wird sich der Stromverbrauch des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe damit um 7 % unter Berücksichtigung der Umsetzung aller in der Energiestudie aufgezeigten Maßnahmen erhöhen.

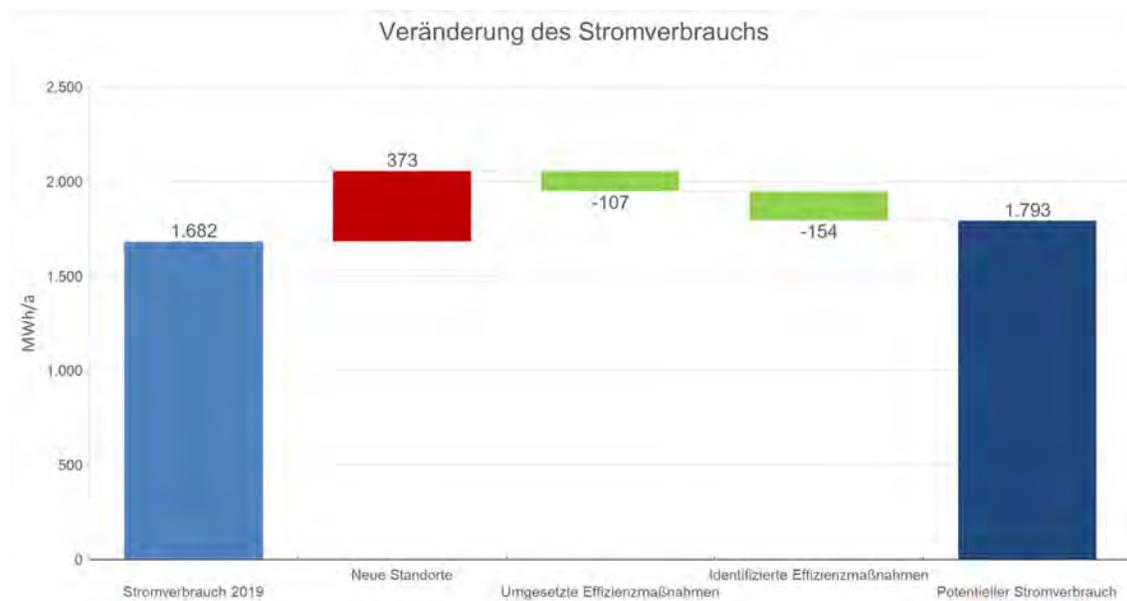


Abbildung 7: Veränderung des künftigen Stromverbrauchs unter Berücksichtigung der Effizienzsteigerungspotenziale gemäß Energiestudie

4 Vorhandene erneuerbare Energiepotenziale

Auf Grundlage des Kapitels 2.3 sowie des Kapitels 3 soll in Kapitel 4 geklärt werden, ob und in welcher Form der zukünftige elektrische Endenergieverbrauch sowie der mobile und thermische Endenergieverbrauch des Wasserzweckverbands der Rottenburg Gruppe mittels erneuerbarer Energien abgedeckt werden kann und damit eine bilanzielle Energieautarkie möglich wäre.

4.1 Optimierung der elektrischen Energieversorgung durch erneuerbare Energien

In einem ersten Schritt werden dazu die beim Wasserzweckverband bereits installierten erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen, die jedoch teilweise erst Ende 2019 oder 2020 in Betrieb genommen worden sind, berücksichtigt.

Folgende Anlagen sind bereits installiert und werden in die zukünftige Bilanz aufgenommen:

- **Bestandsanlagen 2019:**
 - 7 Anlagen (1 WKA, 1 BHKW, 5 PV-Dachanlagen)
 - Gesamtleistung von **ca. 270 kW_{el}**.
 - Vollständige Einspeisung in das öffentliche Netz
- **Weitere Anlagen seit 2020:**
 - Drei weitere PV-Dachanlagen mit ca. 63 kW sind in Betrieb genommen worden.
 - Eine PV-Anlage (17,25 kW) und das BHKW (8,5 kW_{el}) sind bereits auf Überschusseinspeisung umgestellt worden.

Um die Möglichkeiten einer bilanziellen Energieautarkie im Bereich der elektrischen Energieversorgung des Wasserzweckverbands zu analysieren, wird in einem ersten Schritt angenommen, dass sämtliche bereits vorhandenen erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen (siehe Bestandsanlagen 2019 und 2020, oben) auf eine Überschusseinspeisung umgestellt werden. Zu diesem Zweck werden für die Potenzialbewertung der Bestandsanlagen die in nachfolgender Tabelle dargestellten Annahmen getroffen.

Tabelle 5: Annahmen Potenzialbewertung Bestandsanlagen

	Annahme
PV-Dachanlagen – Bestandsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> Volllaststunden: 1.000 VLh (wenn nur die installierten kWp vorliegen) Annahme Eigenverbrauch: 50%
Windkraftanlage Ramersdorf	<ul style="list-style-type: none"> Eigenverbrauch 2019 ist bekannt.
BHKW	<ul style="list-style-type: none"> Einspeisung 2019 ist bekannt. Annahme Eigenverbrauch: 80%

In nachfolgender Abbildung 8 wird entsprechend der Annahmen aus Tabelle 5 einerseits die tatsächliche Energieautarkie (Eigenverbrauchsanteil, Abbildung 8 links) und andererseits die bilanzielle Energieautarkie (gesamte erneuerbare Stromerzeugung des Wasserzweckverbands mittels Bestandsanlagen, Abbildung 8 rechts) in Bezug auf den zukünftigen Stromverbrauch (1.793 MWh_{el}/a) des Wasserzweckverbands aufgezeigt. Es zeigt sich, dass durch die bereits vorhandenen erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen ca. 10 % (Abbildung 8 links) des künftigen Stromverbrauchs tatsächlich abgedeckt werden können. Aus rein bilanzieller Sicht ist es bereits 2021 möglich ca. 20 % des künftigen Stromverbrauchs des Wasserzweckverbands mittels erneuerbarer Energien aus den Bestandsanlagen des Wasserzweckverbands bereitzustellen (siehe Abbildung 8 rechts).

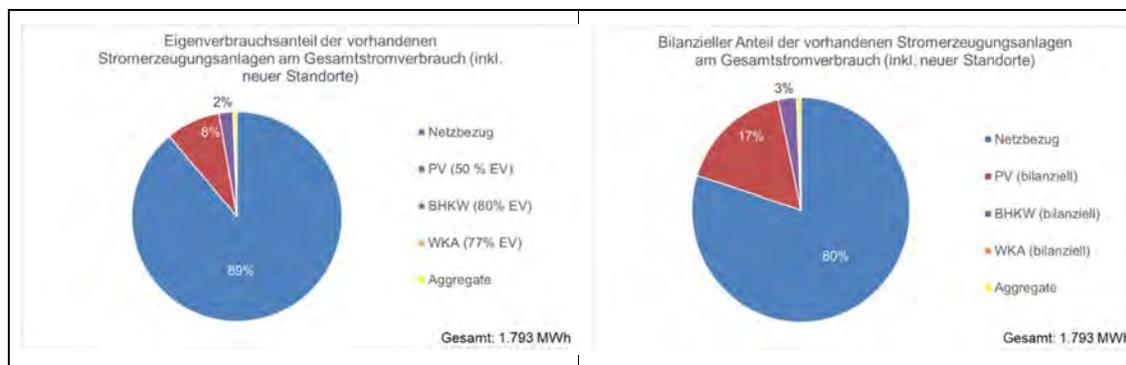


Abbildung 8: Tatsächliche Energieautarkie (Eigenverbrauchsanteil) vs. bilanzielle Energieautarkie (gesamte erneuerbare Erzeugung mittels Bestandsanlagen)

In einem weiteren Schritt wird das an den einzelnen Standorten des Wasserzweckverbands der Rottenburg Gruppe vorhandene PV-Dachpotenzial und PV-Freiflächenpotenzial untersucht.

Um das noch vorhandene PV-Potenzial des Wasserzweckverbands der Rottenburg Gruppe detailliert bestimmen zu können, sind zunächst anhand von Luftbildern und Plänen potenziell geeignete Dach- und Freiflächen an den einzelnen Standorten identifiziert worden. Diese Standorte sind dann in einem zweiten Schritt vor Ort besichtigt worden, um abschließend eine Liste potenzieller Standorte sowie Standorte ohne Potenzial erstellen zu können. Das Ergebnis dieses Prozesses wird in nachfolgender Tabelle 6 dargestellt. Es konnten insgesamt vier weitere Möglichkeiten zur Installation von PV-Dachanlagen sowie zwei Möglichkeiten zur Realisierung von PV-Freiflächenanlagen identifiziert werden. An den übrigen Standorten wird aus unterschiedlichen Gründen (z.B. Verschattung, Grundstücksgröße oder Eigentumsverhältnisse) die Umsetzung von PV-Anlagen nicht weiterempfohlen (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Potenzielle Standorte für weitere PV-Dach- und Freiflächenanlagen im Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe

Standort	PV-Dachanlage	PV-Freiflächenanlage	Kein (weiteres) Potential	Hinweis
Pattendorf	(x) 2025			
Pattendorf Brunnen		x		
Hohenthann (Pumpwerk)	x			
Ramersdorf	x			
Baldershausen			x	Wald-Standort
Scharmühle			x	Zu kleine Dachfläche, keine Freifläche (Brunnen)
Offenstetten			x	Bestandsdachanlage, Wald-Standort
Gressau			x	Starke Verschattung
Gebersdorf			x	Wasserturm, zu kleines Grundstück
Hackendorf	x			
Reinischgrub			x	Wasserturm, Wald-Standort
Oberergoldsbach			x	Unterirdische Anlage, zu kleines Grundstück
Oberlauterbach			x	Wald-Standort
Stollnried			x	Wasserturm, zu kleines Grundstück
Paring			x	Unterirdische Anlage, zu kleines Grundstück
Burghart		x		
Ergoldsbach Pumpwerk			x	Nicht im Besitz des WZV
Neufahrn Brunnen			x	Nicht im Besitz des WZV
Summe	4	2	10	

Auf dieser Grundlage werden in einem nächsten Schritt die PV-Projekte der potenziellen sechs Standorte mittels der Software PV-Sol simuliert. Die Software bestimmt anhand der Klimadaten und Einstrahlungsenergie am Standort, der Anlagenbauform, der Anlagenausrichtung und -größe sowie des Jahresstromverbrauchs und verfügbarer Lastgangdaten das technisch nutzbare Stromerzeugungspotenzial (Simulation der Einstrahlungswerte). Auf Basis der Ergebnisse wird über das Softwareprogramm auch eine Wirtschaftlichkeitsabschätzung vorgenommen.

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beispielhaft für den Standort Ramersdorf dargestellt – diese ist auf alle anderen Projekte übertragbar.

Folgende Annahmen und Prämissen liegen der Wirtschaftlichkeitsrechnungen der PV-Projekte für den Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe zu Grunde (Tabelle 7):

Tabelle 7: Annahmen Wirtschaftlichkeit PV-Projekte

Annahmen	
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Fremdkapitalanteil	90 %
Eigenkapitalanteil	10 %
Förderungen	KfW „Erneuerbare Energien“
Preissteigerung Strom	4 % p.a.
Stromtarif	gemäß vorliegenden Stromrechnungen
EEG-Vergütung	April 2021
Lastgänge	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Für Pattendorf wurde der Lastgang beim Bayernwerk abgefragt. ➤ Bei den anderen Liegenschaften wurde auf Standard-Lastprofile von PV*Sol zurückgegriffen. ➤ Bei den Standorten Burghart und Pattendorf wurde die angenommene Stromerzeugung der Bestands-PV-Anlagen vom Stromverbrauch 2019 abgezogen.

Die Ergebnisse der Simulation der PV-Dachanlage Ramersdorf sind in Tabelle 8 dargestellt. Durch die zusätzliche Errichtung eines Batteriespeichers am Standort kann einerseits der Eigenverbrauchsanteil von ca. 78 % auf ca. 90 % erhöht und eine Autarkiequote von ca. 35 % an Stelle von ca. 30 % (ohne Batteriespeicher) erzielt werden, andererseits ergeben sich um ca. 9 Tausend Euro erhöhte Investitionskosten im Vergleich zu einer PV-Dachanlage ohne Batteriespeicher (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Ergebnisse Simulation PV-Dachanlage Ramersdorf

<ul style="list-style-type: none">➤ Projektierte PV Modulleistung: 16,8 kWp➤ Jahresstromerzeugung: ca. 16.500 kWh/a ➤ Investitionskosten PV (brutto): ca. 23.500 €➤ Investitionskosten inkl. Batterie (brutto): ca. 32.500 € ➤ Jährl. Kosten: 253 €/a / 318 €/a (ohne/mit Batterie)➤ Jährl. Kosten (Steuerberater, Versicherung): 180 €/a ➤ Autarkiequote (ohne Batterie): 29,9 %➤ Autarkiequote (mit Batterie): 34,6 % ➤ Eigenverbrauchsanteil PV-Strom: 77,6 %➤ Eigenverbrauchsanteil PV-Strom (mit Batterie): 91 %	
--	---

Nachfolgende Abbildung 9 stellt die Simulation der Dachanlage Ramersdorf ohne (Abbildung 9, links) und mit Batteriespeicher (Abbildung 9, rechts) monatsweise dar. Das bedeutet es wird monatsweise einerseits die Nutzung des erzeugten PV-Stroms (Einspeisung/Eigenverbrauch/Speicherung) sowie die monatliche Stromerzeugung durch die PV-Dachanlage dargestellt und einander gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass durch den Batteriespeicher die Eigenverbrauchsquote um ca. 10 % über das Jahr gesehen erhöht werden kann.

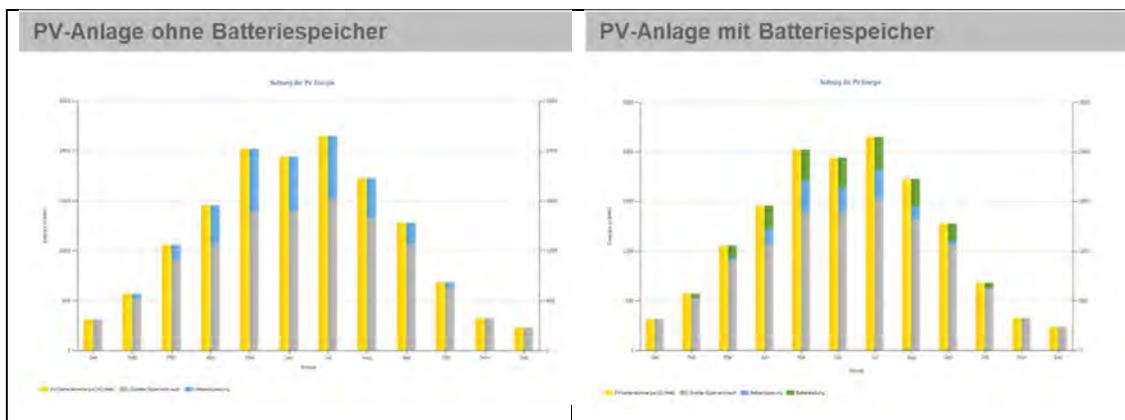


Abbildung 9: Monatlicher Vergleich PV-Stromnutzung ohne und mit Batteriespeicher Standort Ramersdorf

Auf Basis der ermittelten Investitionskosten und der gegebenen Energiekosten lässt sich eine Amortisation der Anlage ohne Batteriespeicher innerhalb von 9,4 Jahren bei einer Eigenkapitalrendite in Höhe von 11,4 % erreichen (Abbildung 10, links).

Bei zusätzlicher Errichtung eines Batteriespeichers mit 15,7 kWh Speicherkapazität ergibt sich eine leicht verschlechterte Amortisationszeit von 11,5 Jahren bei einer Eigenkapitalrendite in Höhe von 8,6 % (Abbildung 10, rechts).

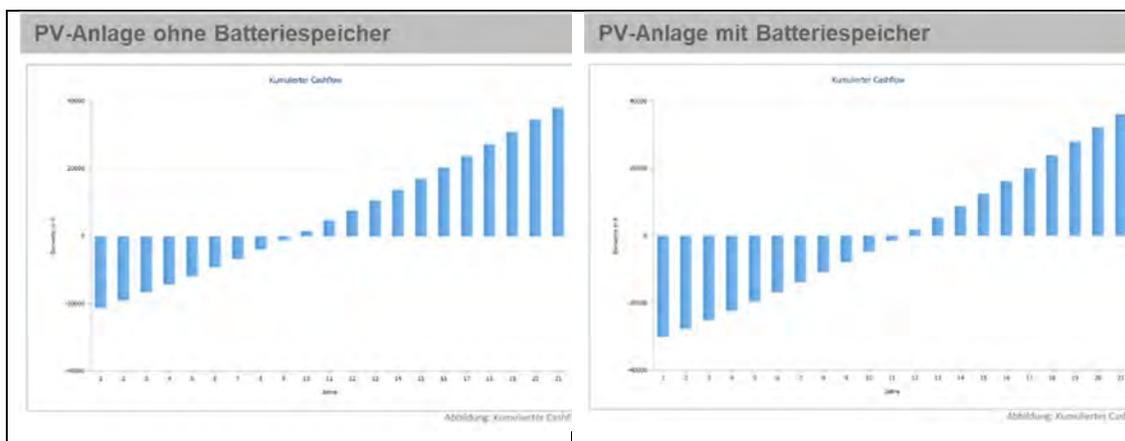


Abbildung 10: Kumulierter Cashflow ohne und mit Batteriespeicher Standort Ramersdorf

Analog dieser Vorgehensweise sind ebenfalls PV- Anlagen an den Standorten Hackendorf, Hohenthann, Pattendorf und Burghart dimensioniert worden.

Für die Freifläche am Standort Pattendorf ist eine leicht geänderte Vorgehensweise gewählt worden, da PV-Sol Freiflächenanlagen nur bis zu einer maximalen Modulgröße von 7.500 Modulen simulieren kann. Die Freifläche in Pattendorf ist daher nur teilweise (kleinere Anlage zur Ermittlung des Eigenverbrauchs) simuliert worden. Für die vollständige Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Fläche und damit die Berücksichtigung einer größeren Anlage in der bilanziellen Energieautarkiebetrachtung sind Annahmen hinterlegt worden, um den elektrischen Energieertrag dieser Anlage entsprechend hochrechnen zu können.

Insgesamt werden Batteriespeicher ausschließlich bei den vier simulierten Dachanlagen berücksichtigt. Nachfolgende Tabelle 9 zeigt zusammenfassend den Stromverbrauch am jeweiligen Standort (unter Berücksichtigung bestehender Anlagen) sowie die Anlagenauslegungsdaten (installierte Leistung, Anlagenart sowie Batteriespeicherkapazität).

Tabelle 9: Anlagenauslegungsdaten PV-Projekte (*kleinere Anlagensimulation aufgrund PV*Sol Beschränkung, siehe unten)

Allgemeine Daten		Anlagenauslegungsdaten		
Liegenschaft	Stromverbrauch	PV Modulleistung	Anlagenart	Batteriespeicherkapazität
	kWh/a	kWp		kWh
Hackendorf	3.399	4,2	Aufdach	0
Hackendorf-Batterie	3.399	4,2	Aufdach	5,1
Hohenthann	157.085	18,9	Aufdach	0
Hohenthann-Batterie	157.085	18,9	Aufdach	19,3
Ramersdorf	42.759	16,8	Aufdach	0
Ramersdorf-Batterie	42.759	16,8	Aufdach	15,7
Pattendorf - Dachanlage	629.659	19,2	Aufdach	0
Pattendorf - Dachanlage-Batterie	629.659	19,2	Aufdach	19,3
Burghart - Freifläche	315.469	743,4	Freifläche	0
Pattendorf - Freifläche	620.816	831,6*	Freifläche	0

Entsprechend der am Beispiel der PV-Dachanlage Ramersdorf sowie der Freiflächenanlage Pattendorf beschriebenen Vorgehensweise könnten im Wasserzweckverband durch Installation dieser sechs PV-Projekte weitere 2.807 MWh⁴ erneuerbare elektrische Energie erzeugt und ca. 435 MWh direkt selbst genutzt werden.

⁴ Unter Berücksichtigung der gesamten zur Verfügung stehenden Freifläche am Standort Pattendorf.

Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung der einzelnen Standorte ohne und mit Batteriespeicher anhand des Anteils des Eigenverbrauchs, des solaren Deckungsanteils, der Mindestlaufzeit der Anlage sowie der Eigenkapitalrendite auf. Die Anlagen Hohenthann und Ramersdorf sollten weiterverfolgt werden. Die Dachanlage Pattendorf ist wirtschaftlich ebenfalls interessant. Eine Installation - nach Auslaufen der Gewährleistung des Daches - wird grundsätzlich empfohlen. Auf Grund des geringen Eigenverbrauchsanteils ist die Wirtschaftlichkeit der Freiflächenanlagen aktuell nicht interessant für die Umsetzung. Dieser resultiert aus der Zielsetzung des WZV eine größtmögliche erneuerbare Energieerzeugung durch den WZV zu berücksichtigen. Die Wirtschaftlichkeit der Freiflächenanlagen könnte durch eine Anpassung der Größe der Anlagen (reduzierte Leistung) deutlich verbessert werden.

Tabelle 10: Ergebnisse PV-Projekte

Allgemeine Daten	Kostenschätzung	Ergebnisse			
		Liegenschaft	Investitions - kosten PV	Eigenverbauchsanteil PV Strom	Solarer Deckungsanteil
	€	%	%	a	
Hackendorf	5.880 €	30,5%	43,3%	>20 a	0,0%
Hackendorf-Batterie	12.663 €	55,8%	75,4%	>20 a	0,0%
Hohenthann	26.460 €	100,0%	12,2%	8,00	14,3%
Hohenthann-Batterie	40.145 €	100,0%	12,2%	11,50	8,6%
Ramersdorf	23.520 €	77,6%	29,9%	9,40	11,4%
Ramersdorf-Batterie	32.520 €	91,0%	34,6%	11,50	8,6%
Pattendorf - Dachanlage	26.880 €	99,3%	2,9%	8,60	13,1%
Pattendorf - Dachanlage-Batterie	40.565 €	99,8%	2,9%	12,20	7,8%
Burghart – Freifläche ²	966.420 €	18,3%	45,4%	>20 a	0,0%
Pattendorf - Freifläche ⁵	1.081.080 €	26,5%	38,2%	18,60	2,4%

Des Weiteren wird das Potenzial möglicher Windkraftanlagen bzw. die Nutzung eines Teils der elektrischen Energieerzeugung dieser potenziellen Anlagen durch den Wasserzweckverband abgeschätzt und aufgezeigt. Abbildung 11 zeigt, dass die potenziellen Windenergiestandorte in der Nähe des Standorts Burghart des Wasserzweckverbands zwar keine Vorrang-, jedoch auch keine Ausschlussgebiete gemäß Regionalplan des Planungsverbands Landshut sind [VGL. REGIONALER PLANUNGSVERBAND LANDSHUT].

⁵ Über die Direktvermarktung sind Erlöse von 4 ct/kWh hinterlegt.

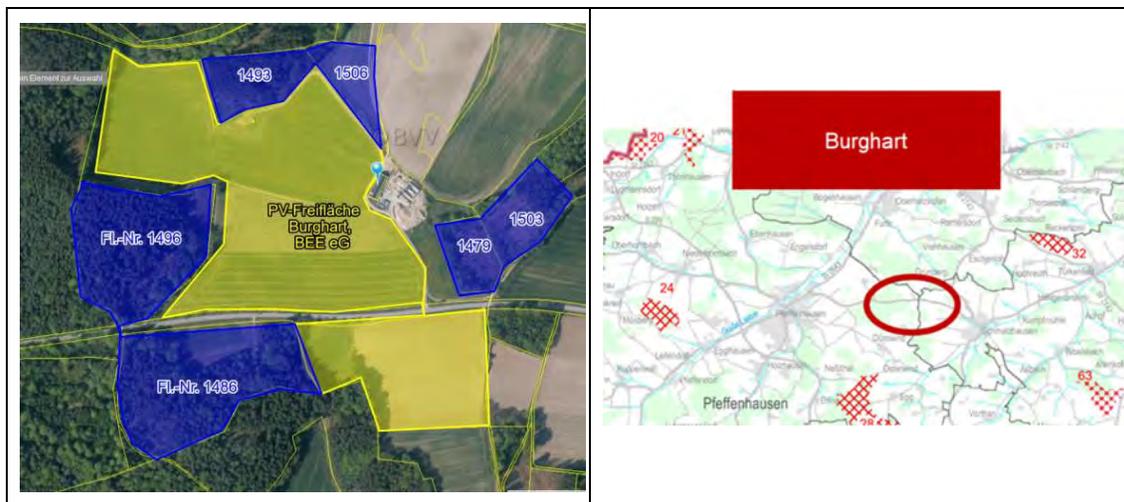


Abbildung 11: Potenzielle Windenergiestandorte am Standort Burghart

Eine entsprechende Machbarkeitsstudie zum vorliegenden Windenergiepotenzial, die die Realisierung von zwei Windenergieanlagen durch die BEG Essenbach vorsieht, läuft derzeit. Grundsätzlich orientiert sich die Größenordnung der potenziellen Anlagen an der Anlagengröße der Bestandsanlagen in der näheren Umgebung, die bei je 4,7 MW elektrischer Leistung liegen. Ziel ist es, einen Teil der dort erzeugten elektrischen Energie über einen Direktvermarkter direkt am Standort Burghart des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe zu nutzen. Errichtet werden sollen die beiden Anlagen in Zusammenhang mit einem geplanten Wasserstoffzentrum und damit mit der Errichtung eines Elektrolyseurs. Es wird angenommen, dass ca. 25 % der erzeugten elektrischen Energie der beiden Windkraftanlagen mittels Direktvermarktung verkauft werden und damit potenziell zur Nutzung durch den Wasserzweckverband zur Verfügung stehen. Dies entspricht einer elektrischen Energiemenge in Höhe von 4.230 MWh_{el}. In der nachfolgenden Darstellung der tatsächlichen erneuerbaren Stromabdeckung durch Stromerzeugungsanlagen wird die Windenergie am Standort Burghart nicht berücksichtigt. Es wird angenommen, dass diese elektrischen Energiemengen mittels Direktvermarktung verkauft werden und damit dem Wasserzweckverband nur bilanziell zur Verfügung stehen.

Auf Basis dieser Ergebnisse ist es möglich, ca. 35 % des zukünftigen elektrischen Energieverbrauchs des Wasserzweckverbands durch erneuerbare elektrische Energie direkt (Eigenverbrauch) abzudecken (siehe Abbildung 12).

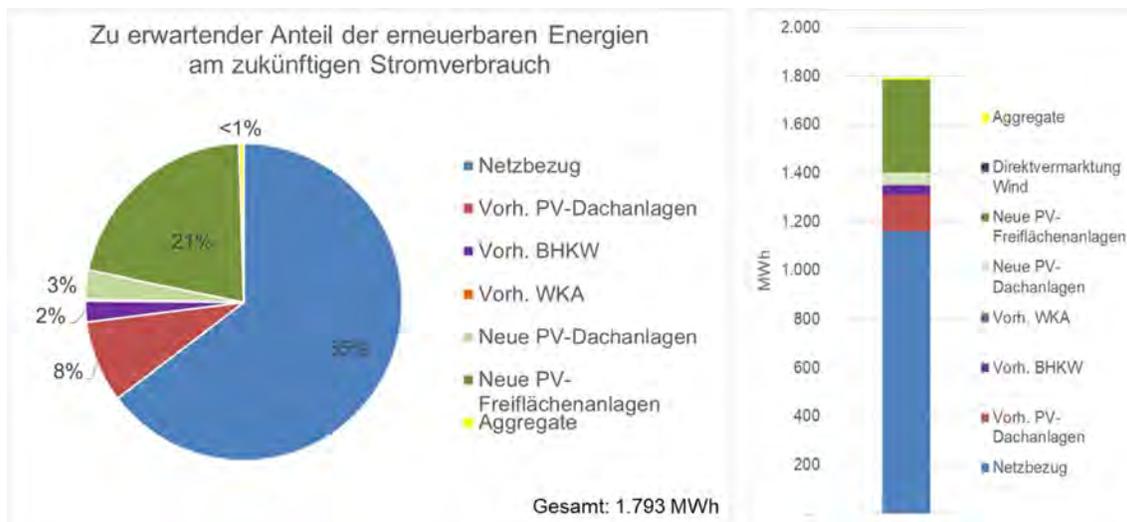


Abbildung 12: Direkte Abdeckung des künftigen Stromverbrauchs durch erneuerbare Energie (Bestands- und Neuanlagen)

Wird die bilanzielle Autarkie betrachtet, so zeigt sich anhand der obigen Erkenntnisse, dass der Wasserzweckverband perspektivisch vor allem durch Realisierung der PV-Freiflächenanlagen sowie der Windenergieanlagen bzw. der Direktabnahme der dort erzeugten elektrischen Energie eine bilanzielle Energieautarkie bzw. theoretisch eine Überdeckung erreichen kann (siehe Abbildung 13). In nachfolgender Darstellung wird angenommen, dass zu den derzeitigen Bestandsanlagen zunächst die drei wirtschaftlich sinnvollen (Amortisationszeit < 10 a ohne Batteriespeicher) PV-Dachanlagen realisiert werden. In einem zweiten Schritt wird der restliche elektrische Endenergieverbrauch über die Direktvermarktung des Windenergiestroms der BEG gedeckt. Eine bilanzielle Überdeckung ist schließlich durch Realisierung der beiden PV-Freiflächenstandorte denkbar. Bei tatsächlicher Umsetzung der PV-Freiflächenstandorte ist jedoch von einer geringeren Überdeckung auszugehen, da dieser aus wirtschaftlicher Sicht anders dimensioniert werden sollten (siehe oben).

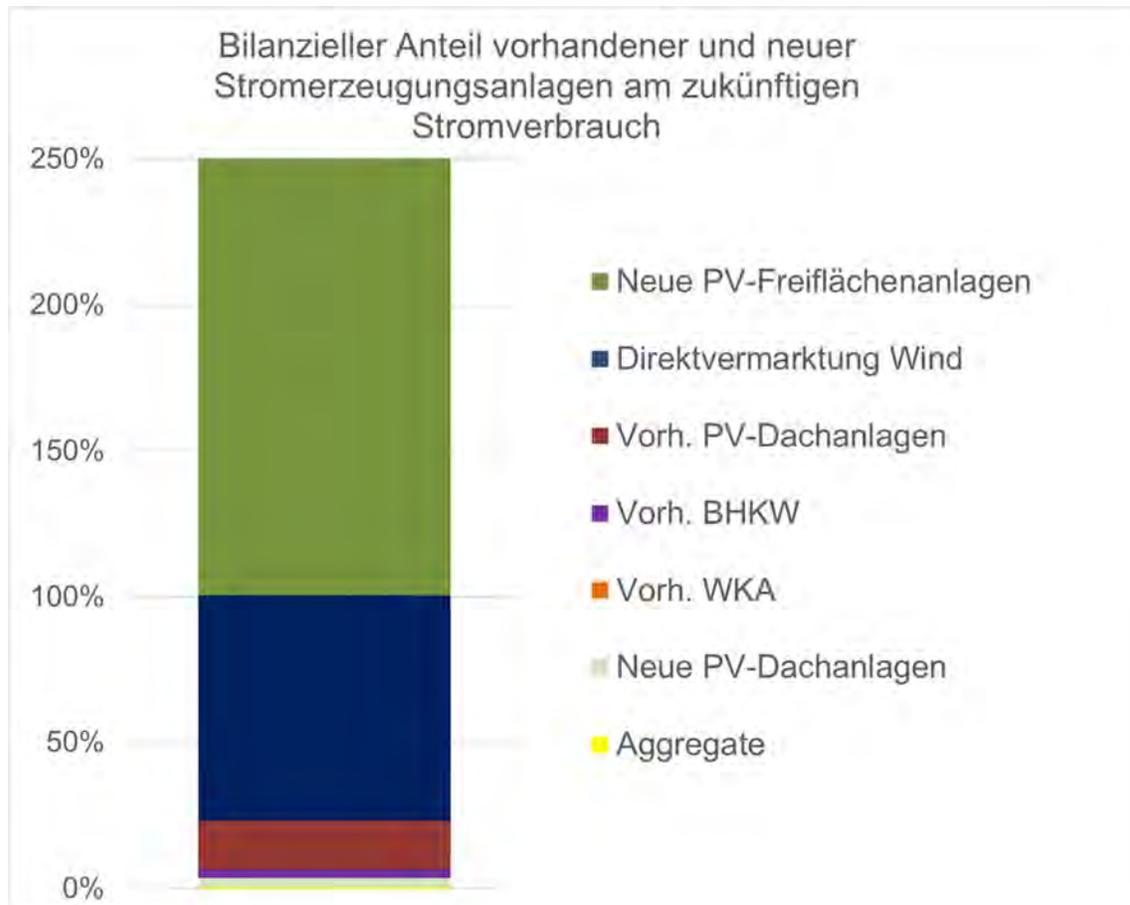


Abbildung 13: Bilanzielle Abdeckung des zukünftigen elektrischen Energieverbrauchs des Wasserzweckverbands

Diesen Ergebnissen entsprechend ist auch eine deutliche Reduktion der stromverursachten CO₂-Emissionen je nach Umsetzung unterschiedlicher erneuerbarer Energieprojekte denkbar (siehe Abbildung 14).

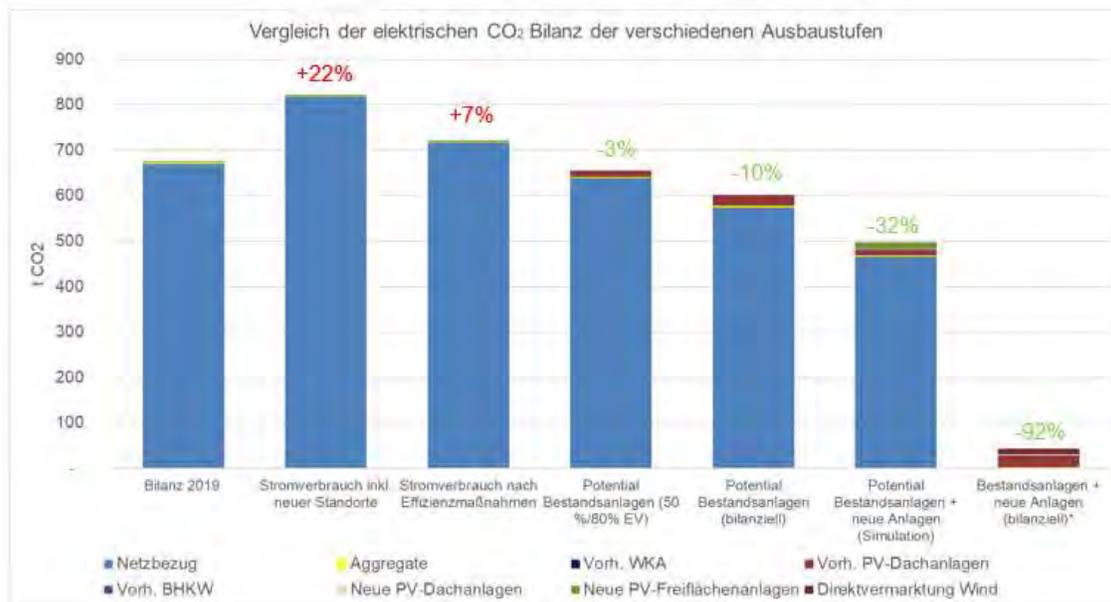


Abbildung 14: Theoretisch mögliche Reduktion der CO₂-Emissionen des Wasserzweckverbands

4.2 Optimierung der thermischen Energieversorgung durch erneuerbare Energien

Der thermische Endenergieverbrauch hat am gesamten Endenergieverbrauch (2.028 MWh) des Wasserzweckverbands, der durch den elektrischen Endenergieverbrauch der Anlagentechnik der einzelnen Standorte dominiert wird, einen untergeordneten Anteil von 11 %. Dennoch sollen in diesem Kapitel auch mögliche Optimierungspotenziale für diesen Bereich aufgezeigt werden. Wichtig ist hierbei, dass der thermische Endenergieverbrauch einzig durch den Öl- und Gasverbrauch am Standort Pattendorf – dem Hauptstandort des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe – verursacht wird.

Zu diesem Zweck wird folgendermaßen vorgegangen:

- Schritt 1: Das vorhandene BHKW wird zur Grundlastabdeckung verwendet.
- Schritt 2: Zur Spitzenlastabdeckung / Ausfallsicherheit fungiert ein Pelletkessel.
- Schritt 3: Im BHKW kommt Biomethan zum Einsatz.

Abbildung 15 zeigt die Abdeckung des derzeitigen Wärmeverbrauchs am Standort Pattendorf bei Einsatz eines Pelletkessels und Betrieb des BHKWs in Grundlast. Es zeigt sich, dass perspektivisch die beiden Erzeuger einen Anteil von je 50 % einnehmen könnten.

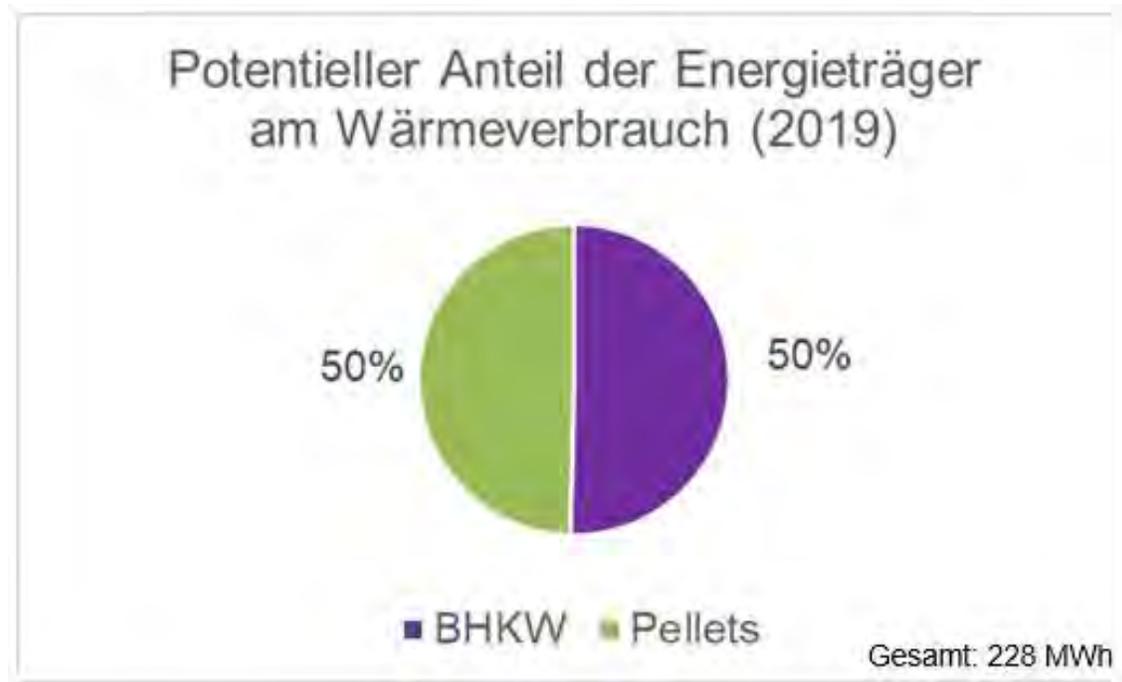


Abbildung 15: Einsatz eines Pelletkessel für Wärmeversorgung in Pattendorf

Nach Umstellung des Spitzenlastkessels von Gas auf Pellets wäre hinsichtlich der Optimierung der Wärmeversorgung des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe noch der Ersatz des Erdgases zum Betrieb des BHKWs durch Biomethan denkbar. Hierfür ist keine technische Veränderung am BHKW notwendig, lediglich die Umstellung des Bezugstarifs auf einen Biomethantarif. Damit könnte die Wärmeversorgung am Standort Pattendorf zu 100 % aus erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Dies hätte auch positive Auswirkungen auf die durch die Wärmebereitstellung verursachten CO₂-Emissionen. Diese würden sich, wie in Abbildung 16 dargestellt bereits durch den Einsatz eines Pelletkessels um ca. 62 % reduzieren. Wird schließlich das BHKW noch mit Biomethan betrieben, so könnten die CO₂-Emissionen in der Wärmebereitstellung um insgesamt 86 % verringert werden.

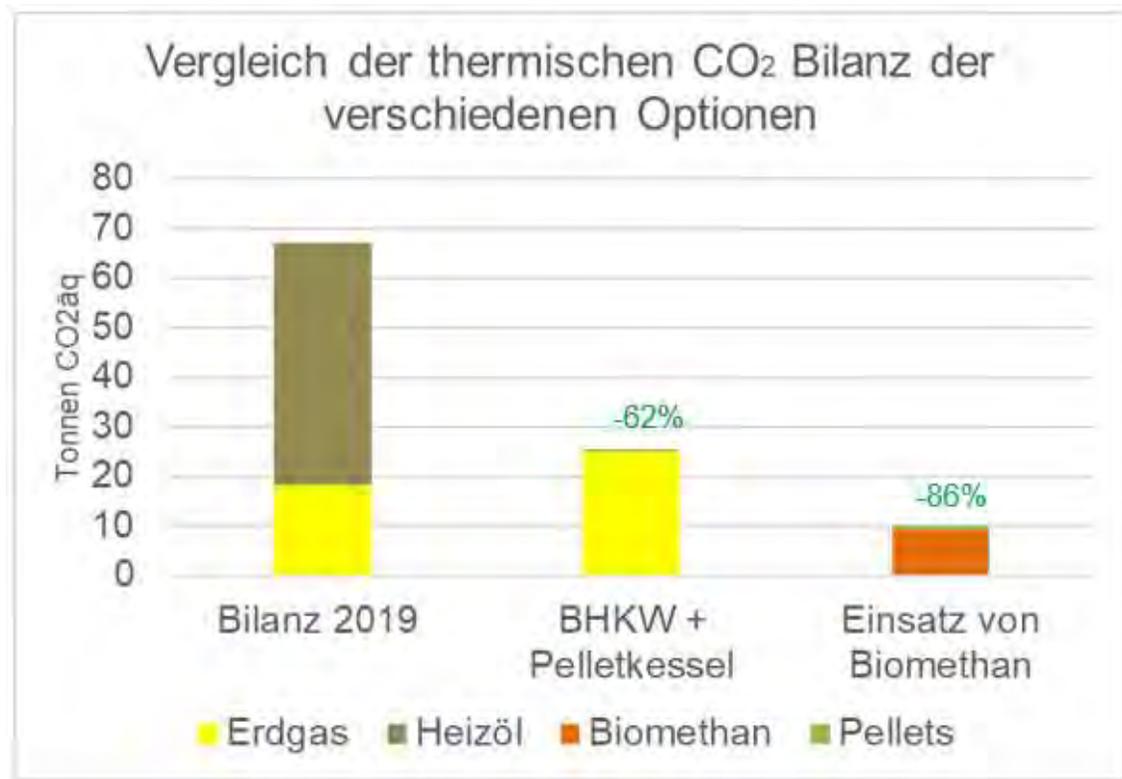


Abbildung 16: Zukünftige CO₂-Bilanz im Bereich der Wärmeversorgung

4.3 Optimierung der mobilen Energieversorgung

Auch der Bereich der mobilen Energieversorgung spielt in der Betrachtung des gesamten Endenergieverbrauchs des Wasserzweckverbands mit einem Anteil von 6 % eine untergeordnete Rolle. Dennoch sollen in diesem Kapitel auch die Möglichkeiten der Optimierung durch Umstellung eines Teils des Fuhrparks auf Elektroautos dargestellt werden. Ausgehend vom derzeitigen Fuhrpark und damit den im Einsatz befindlichen Fahrzeugtypen, wird unterstellt, dass von den 14 im Einsatz befindlichen Fahrzeugen insgesamt neun auf einen Elektroantrieb umgestellt werden könnten (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Übersicht Fuhrpark Wasserzweckverband

Kfz-Kennzeichen	Fahrzeugtyp	Kilometer od. Betriebsstunden pro Jahr	Ersetzt durch	Erwarteter Stromverbrauch in kWh
LA-ZV 102	LKW	4.693 km	keine Umrüstung	
LA-DJ 587	Vivaro	10.024 km	Opel	2.396
LA-ZV 101	Transporter	9.914 km	Opel	2.369
LA-ZV 103	Caddy	23.132 km	Opel	5.529
LA-ZV 104	Caddy	18.662 km	Opel	4.460
LA-ZV 105	Tiguan	4.636 km	VW	797
LA-ZV 106	Transporter	10.908 km	Opel	2.607
LA-ZV 107	Transporter	9.246 km	Opel	2.210
LA-ZV 108	Transporter	9.946 km	Opel	2.377
LA-ZV 109	Transporter	10.280 km	Opel	2.457
LA-ZV 100	Baggerlader	95,94 Std.	keine Umrüstung	
- ISEKI -	Kompaktschlepper	9,0 Std.	keine Umrüstung	
- ISEKI -	Kompaktschlepper	142,30 Std.	keine Umrüstung	
LA-DN 956	Kompressor	2,49 Std.	keine Umrüstung	
LA-HD 586	Fahrb.Dieselstrome	2,71 Std.	keine Umrüstung	
Dieselpumpe Hackendorf			keine Umrüstung	
Hochdruckreiniger Waschhalle			keine Umrüstung	
Notstromaggregat OFS			keine Umrüstung	
Notstromaggregat Gressau			keine Umrüstung	

Auf Grundlage der aktuellen jährlichen Fahrleistung sowie des durchschnittlichen Stromverbrauchs für die beiden angesetzten Elektrofahrzeugtypen (Opel Vivaro-e Doppelkabine M (I) und VW ID.4 Pro Performance), wird der Stromverbrauch bei Umstellung dieser neun Fahrzeuge auf Elektroantrieb berechnet. Abbildung 17 zeigt auf Basis dieser Annahmen die mögliche Entwicklung bei Umstellung eines Teils des Fuhrparks auf Elektrofahrzeuge auf. Es zeigt sich, dass allein durch die Umstellung auf Elektrofahrzeuge die durch die mobile Energie bedingten CO₂-Emissionen des Wasserzweckverbands um 56 % reduziert werden könnten (verringertes mobiler Endenergieverbrauch). Erfolgt dann noch die Umstellung des Strombezugs im Wasserzweckverband auf erneuerbare Energien bspw. durch die Direktvermarktung „Windenergie/PV-Anlagen“, so lassen sich die CO₂-Emissionen im Bereich der mobilen Energie um 81 % im Vergleich zum Ist-Zustand verringern.

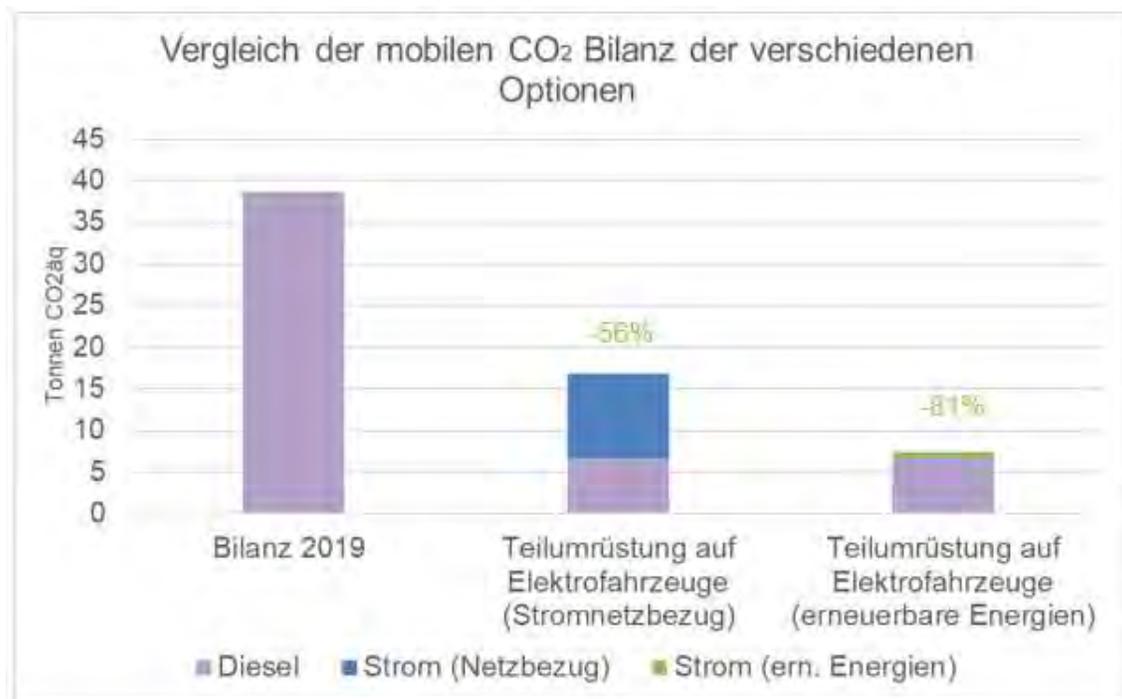


Abbildung 17: Zukünftige CO₂-Bilanz im Bereich der mobilen Energieversorgung

4.4 Zusammenfassung

Auf Grundlage der Ausführungen in den Kapiteln 4.1-4.3 wird sich der Endenergieverbrauch des Wasserzweckverbands durch die zusätzlichen neuen Standorte und den damit verbundenen erhöhten Stromverbrauch, der wiederum teilweise durch die Umstellung des Fuhrparks auf Elektroautos kompensiert werden könnte, leicht (um 2 %) erhöhen. Wie Abbildung 18 zeigt, ist es unter der Annahme, dass auch die Elektroautos tatsächlich mit PV-Strom aus den Bestandsanlagen des Wasserzweckverbands versorgt werden können, möglich, 43 % des Endenergieverbrauchs tatsächlich aus erneuerbaren Energien sowie nachwachsenden Rohstoffen bereitzustellen.

Rein bilanziell betrachtet, ist es, wie in Kapitel 4.1 dargestellt, möglich auch den elektrischen Endenergieverbrauch zu 100 % aus erneuerbaren Energien bereitzustellen. Insgesamt betrachtet, ist somit bilanziell eine Deckung von 99 % des Endenergieverbrauchs des Wasserzweckverbands durch erneuerbare Energien und nachwachsende Rohstoffe möglich. Es verbleibt 1 % konventionelle Energie aufgrund der Notstromaggregate, den sonstigen dieselbetriebenen Maschinen sowie eines im Einsatz befindlichen LKWs.

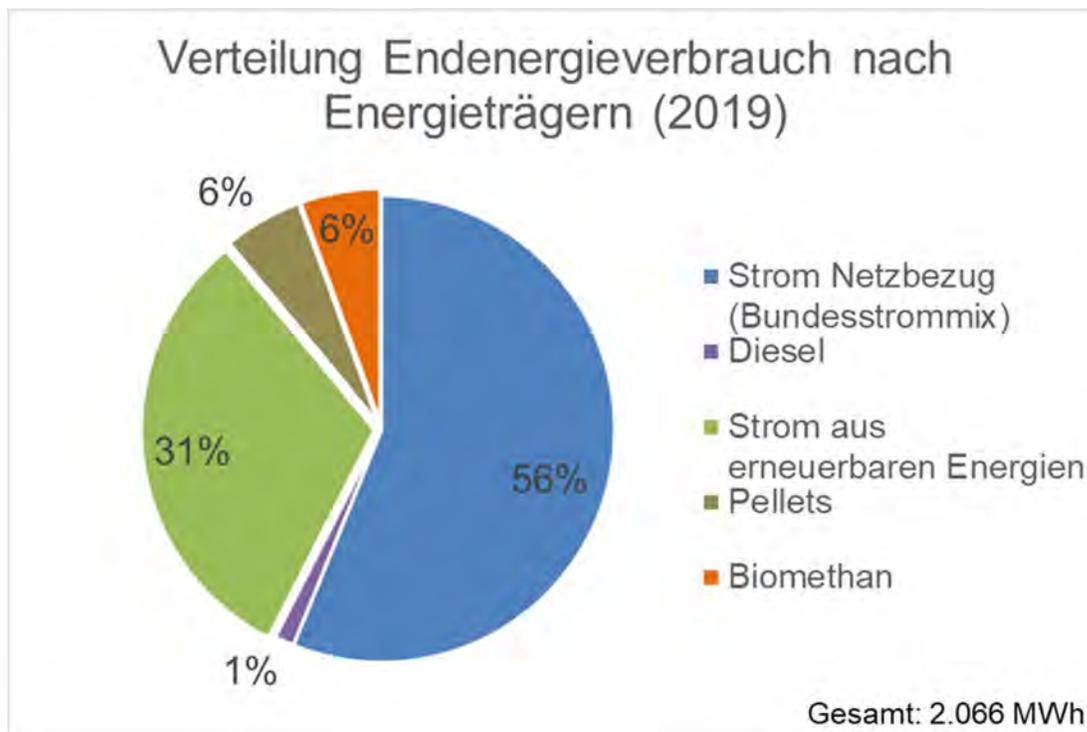


Abbildung 18: Zukünftige tatsächliche Deckung des Endenergieverbrauchs

Im Hinblick auf die jährlichen CO₂-Emissionen des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe könnte eine Reduktion von ca. 90 % bei Umsetzung sämtlicher dargestellter Potenziale (Kapitel 3 und 4.1-4.3) realisiert werden. Abbildung 19 zeigt die Veränderung der jährlichen CO₂-Emissionen des Wasserzweckverbands unter Berücksichtigung der Erhöhung des Endenergieverbrauchs und damit der CO₂-Emissionen durch die neuen Standorte sowie der Reduktion dieser Werte durch die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen, der erneuerbaren Energiepotenziale im Bereich der elektrischen Energie sowie der Optimierungsmaßnahmen in den Bereich der thermischen und mobilen Energieversorgung. Es zeigt sich auch in dieser Darstellung nochmals deutlich, dass entscheidend für eine signifikante Reduktion der jährlichen CO₂-Emissionen die Realisierung der erneuerbaren Energiepotenziale sowie der Direktbezug von Windenergiestrom sein wird.

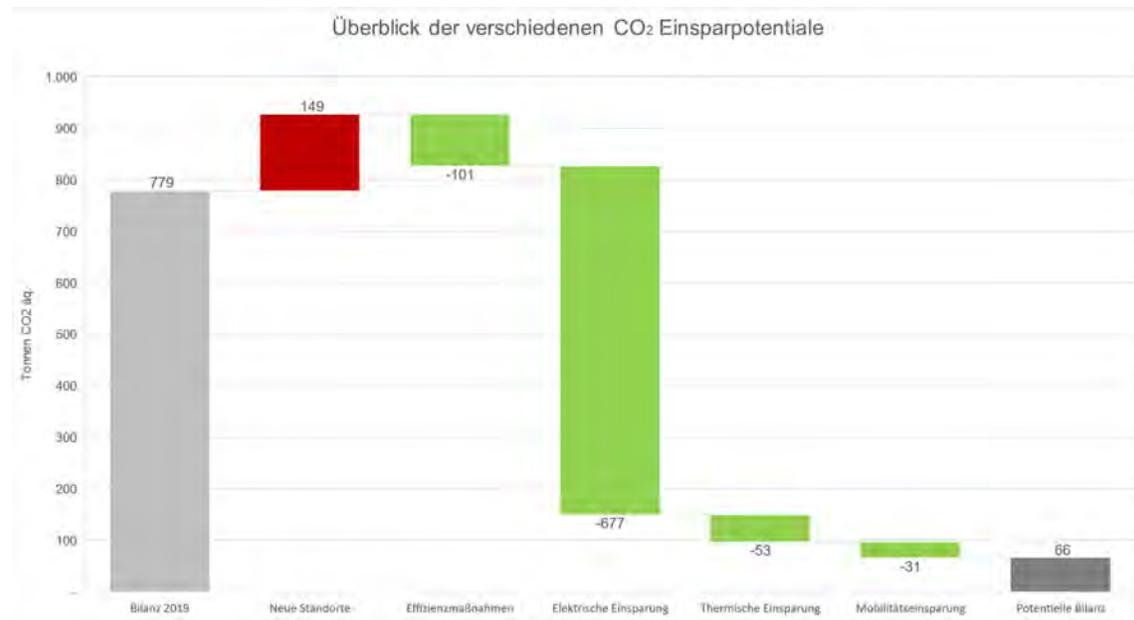


Abbildung 19: Künftige CO₂-Bilanz des Wasserzweckverbands unter Berücksichtigung sämtlicher Potenziale

5 Ergebnis

Der Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe hat im Jahr 2019 einen Endenergieverbrauch von insgesamt 2.028 MWh. Die elektrische Energie ist hierbei mit einem Anteil von 83 % dominierend. Es folgen der thermische sowie der mobile Endenergieverbrauch mit Anteilen von 11 % bzw. 6 %. Aus der durchgeführten Endenergiebilanz resultieren im Jahr 2019 CO₂-Emissionen in Höhe von 779 t.

Auf Basis der in Kapitel 3 und 4 durchgeführten Potenzialanalyse konnten einerseits Energieeinspar- und Effizienzpotenziale in der Anlagentechnik und andererseits Potenziale für den Einsatz erneuerbarer Energien in allen drei Bereichen – der elektrischen, der thermischen sowie der mobilen Endenergieversorgung des Wasserzweckverbands identifiziert werden.

Folgende Ergebnisse aus der Potenzialanalyse sind entscheidend:

- **Effizienzmaßnahmen:** Nach Umsetzung sämtlicher identifizierter Effizienzmaßnahmen ist dennoch ein Anstieg des künftigen Stromverbrauchs des Wasserzweckverbands (+ 6 %) aufgrund der hinzukommenden Standorte zu erwarten.
- **Potenziale erneuerbare Energien:**
 - o **Elektrische Energie:** Es wird unterschieden zwischen einer tatsächlichen Eigennutzung der elektrischen Energie und einer bilanziellen Energieautarkie.
 - *Bestandsanlagen:* Unter den in Kapitel 4.1 beschriebenen Rahmenbedingungen kann mit den Bestandsanlagen ca. 10 % des künftigen Stromverbrauchs durch erneuerbare abgedeckt werden. Rein **bilanziell** liegt der Anteil bereits heute bei **20 % des künftigen Stromverbrauchs**.
 - *Neuanlagen:*
 - Es ist ein Potenzial für vier weitere Dach- und zwei weitere PV-Freiflächenanlagen identifiziert worden. Diese Anlagen sind mittels PVSol simuliert worden und könnten insgesamt ca. 2.800 MWh_{el}/a erzeugen.
 - Zudem existiert ein Windenergiepotenzial welches mittels Direktvermarktung über die BEG Essenbach direkt beim Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe genutzt werden könnte. Es wird davon ausgegangen, dass ein Direktvermarktungspotenzial von ca. 2.538 MWh_{el} zur Verfügung steht.

Dementsprechend könnten im Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe durch Nutzung der erneuerbaren Energiepotenziale einerseits aus den Bestandsanlagen und andererseits aus potenziellen Neuanlagen perspektivisch tatsächlich 35 % des künftigen Stromverbrauchs gedeckt werden. **Rein bilanziell** betrachtet ist unter den in Kapitel 4.1 beschriebenen Annahmen eine **Überdeckung um 250 %⁶** des **künftigen Stromverbrauchs** theoretisch denkbar. Auch die stromverursachten CO₂-Emissionen könnten damit deutlich um 92 % reduziert werden.

- **Thermische Energie:** Thermische Energie wird im Wasserzweckverband Rottenburg Gruppe ausschließlich am Hauptstandort Pattendorf benötigt. Eine Optimierung ist dabei einerseits durch den Einsatz eines Biomassekessels und andererseits durch den Einsatz von Biomethan an Stelle von Erdgas im BHKW möglich. Durch diese beiden Maßnahmen könnten die CO₂-Emissionen im Bereich der thermischen Energie um ca. 85 % verringert werden.
- **Mobile Energie:** Durch Umstellung eines Teils des Fuhrparks (siehe Kapitel 4.3) auf Elektrofahrzeuge und die Nutzung erneuerbarer Energien zur Betankung dieser, ergibt sich auch in diesem Bereich eine Möglichkeit die CO₂-Emissionen signifikant (um ca. 81 %) zu reduzieren.

Insgesamt betrachtet, sind somit die Maßnahmen im Bereich der elektrischen Energie, aufgrund des hohen Anteils am gesamten Endenergieverbrauch (83 %) entscheidend. Bei Realisierung aller beschriebenen Maßnahmen wäre eine **tatsächliche Deckung** des gesamten **Endenergieverbrauchs von 43 %** durch erneuerbare Energien möglich. **Bilanziell** ist eine **99 %ige Energieautarkie** bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch möglich, da einige Notstromaggregate, dieselbetriebene Maschinen und ein LKW bestehen bleiben.

Die CO₂-Emissionen des Wasserzweckverbands Rottenburg Gruppe könnten dadurch um ca. 90 % reduziert werden (siehe Kapitel 4.4).

⁶ Diese Überdeckung wird in der Realität aufgrund der veränderten Dimensionierung der PV-Freiflächenanlagen geringer sein.

Auf dieser Grundlage werden die nachfolgenden Umsetzungsempfehlungen für die einzelnen Bereiche gegeben:

Effizienzsteigerungen:

- Bekannte Optimierungsmaßnahmen (Studie des Ing. Büro Reißnecker und Eberhart) umsetzen.
- Anpassung des Stromverbrauchs an die Stromerzeugung
- Optionale Optimierungsmaßnahmen prüfen (z.B. Energiemanagementsystem z.B. viwa oder Einsatz von KI)

Einsatz von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung:

- Umsetzungsempfehlung für die PV-Dachanlagen in Ramersdorf und Hohenthann.
- Für die Freifläche in Burghart wird eine Detailbetrachtung auf Basis konkreter Angebote empfohlen. Eine PV-Freiflächenanlage scheint am Standort Pattendorf auf einer Teilfläche sinnvoll.
- Die Abnahme des Stroms des Windparks am Standort Burghart ist aus energetischer Sicht sinnvoll. Weitere Infos (Strompreis, erwartete Strommenge, usw.) sollten eingeholt werden.

Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zur Stromerzeugung:

- Einsatz von Biomethan im BHKW prüfen.
- Bei entsprechendem Alter sollte der Pelletkessel zur Spitzenlastabdeckung in Betracht gezogen werden.

Umrüstung der Fahrzeugflotte

- Detailbetrachtung notwendig (tägliche Fahrtstecken, Sonderanfertigungen, usw.)
- Umrüstung einer Teilflotte mit gleichzeitigem Aufbau einer Ladeinfrastruktur.

6 Quellenverzeichnis

Klimaschutz-Planer: Klimaschutz-Planer – Internetbasierte Software, URL: <https://www.klimaschutz-planer.de/index.php>.

DIN V 18599-1:2018-09: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger

Regionaler Planungsverband Landshut: Ausschlussgebiete für Windkraftanlagen, http://www.region.landshut.org/plan/plan_aktuell/index.htm, aufgerufen am 19.07.2021.

Reißnecker & Eberhart 2017: Energiestudie für die Hauptverbraucher der Wasserförderung.