



badenova
Energie. Tag für Tag

Energiepotenzialstudie

Gemeinde Rust

Bericht September 2016



Auftraggeberin: Gemeinde Rust

Erstellt durch: badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg



Autoren: Marc Krecher (Projektleiter)
Elisabeth Scholz

Freiburg, 30. September 2016

(in einer korrigierten Fassung vom April 2017)

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beiderlei Geschlecht.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	VII
1. AUSGANGSLAGE.....	1
1.1 GLOBAL DENKEN	1
1.2 LOKAL HANDELN.....	1
1.3 KLIMASCHUTZKONZEPT UND ENERGIEPOTENZIALSTUDIE.....	3
1.3.1 <i>Aufbau des Klimaschutzkonzepts</i>	3
1.3.2 <i>Gliederung der Energiepotenzialstudie</i>	4
1.3.3 <i>Anmerkungen zur angewandten Methodik</i>	4
2. WICHTIGE STRUKTURDATEN DER GEMEINDE	6
2.1 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	6
2.2 KLIMASCHUTZ IN RUST.....	8
2.3 WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	10
2.4 LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR.....	12
2.5 NACHHALTIGES FLÄCHENMANAGEMENT.....	14
3. ENERGIENUTZUNG UND CO₂-BILANZ	16
3.1 STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	16
3.1.1 <i>Stromverbrauch nach Sektoren</i>	16
3.1.2 <i>Strombedarfsdeckung</i>	19
3.1.3 <i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	20
3.2 WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG	20
3.2.1 <i>Wärmeverbrauch nach Sektoren</i>	20
3.2.2 <i>Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger</i>	21
3.2.3 <i>Wärmekataster</i>	24
3.2.4 <i>CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	25
3.3 VERKEHR.....	26
3.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG)	27
3.4.1 <i>Gesamtenergiebilanz</i>	27
3.4.2 <i>Gesamt-CO₂-Bilanz</i>	31
4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN	35
4.1 SOLARENERGIE	35
4.1.1 <i>Hintergrund</i>	35
4.1.2 <i>Solarenergiepotenziale</i>	35
4.2 ENERGIE AUS BIOMASSE.....	38
4.2.1 <i>Hintergrund</i>	38

4.2.2	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale Ackerpflanzen</i>	39
4.2.3	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung</i>	40
4.2.4	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen</i>	41
4.2.5	<i>Gesamterzeugungspotenzial Biogas</i>	41
4.2.6	<i>Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft</i>	42
4.3	WINDKRAFT	43
4.4	WASSERKRAFT	43
4.5	GEOTHERMIE	44
4.5.1	<i>Technischer und geologischer Hintergrund</i>	44
4.5.2	<i>Geothermiepotenzial</i>	46
4.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN RUST	49
5.	KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER	51
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN	51
5.1.1	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung</i>	51
5.1.2	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs</i>	52
5.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	54
5.2.1	<i>Modernisierung der Straßenbeleuchtung</i>	54
5.2.2	<i>Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch</i>	54
5.2.3	<i>Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen</i>	55
5.3	ENERGIEEINSPARUNG	56
5.3.1	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i>	56
5.3.2	<i>Sanierungs- und Quartierskonzepte</i>	57
5.3.3	<i>Umweltfreundliche Mobilität</i>	58
6.	AUSBLICK	59
7.	LITERATURVERZEICHNIS	61
8.	GLOSSAR	63
9.	METHODIK	66
9.1	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG	66
9.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER	67
9.3	ENERGIE- UND CO ₂ -BILANZ	67
9.3.1	<i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	67
9.3.2	<i>Stromeinspeisung</i>	68
9.3.3	<i>Energie und CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	69
9.3.4	<i>Energie- und CO₂-Bilanzierung des Verkehrs</i>	69
9.3.5	<i>Datengüte</i>	69
9.4	GEOTHERMIEPOTENZIAL	70
10.	KARTENMATERIAL	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept	3
Abbildung 2 – Übersicht der Gemarkung Rust (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2013)	7
Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Rust.....	10
Abbildung 4 – Siedlungsstruktur nach Bebauungsalter der Flurstücke.....	11
Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Rust	12
Abbildung 6 –Lage der Erdgasleitungen (rot) in Rust-Nord.....	13
Abbildung 7 –Lage der Erdgasleitungen (rot) in Rust-Süd.....	13
Abbildung 8 – Flächennutzung mit Bau- und Gewerbeflächen in der Gemeinde Rust	14
Abbildung 9 – Gesamtstromverbrauch in Rust nach Sektoren (ohne Europa-Park).....	16
Abbildung 10 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013).....	17
Abbildung 11 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2012-2015)	18
Abbildung 12 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr	18
Abbildung 13 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011).....	19
Abbildung 14 – Wärmeverbrauch nach Sektoren in Rust (ohne Europa-Park)	21
Abbildung 15 – Wärmeverbrauch nach Energieträgern in Rust (ohne Europa-Park).....	22
Abbildung 16 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (ohne Europa-Park).....	22
Abbildung 17 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013)	23
Abbildung 18 – Benchmark kommunaler Gebäude (2013) mit 310 Referenzgebäuden	23
Abbildung 19 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene	24
Abbildung 20 – CO ₂ -Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2013).....	25
Abbildung 21 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in Rust (2013)	27
Abbildung 22 – Gesamtenergieverbrauch in Rust nach Sektoren (ohne Europa-Park)	28
Abbildung 23 – Gesamtenergieverbrauch in Rust nach Sektoren (mit Europa-Park)	28
Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger (ohne Europa-Park)	29
Abbildung 25 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (ohne Europa-Park)	30
Abbildung 26 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Rust (2013)	30
Abbildung 27 – CO ₂ -Emissionen in Rust nach Sektoren (ohne Europa-Park).....	31
Abbildung 28 – CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern (ohne Europa-Park).....	32
Abbildung 29 – CO ₂ -Emissionen nach Sektoren und Energieträgern (ohne Europa-Park)	32
Abbildung 30 – CO ₂ -Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Rust im Jahr 2013	33
Abbildung 31 – Auszug des Solarkatasters von Rust (Quelle: UIS der LUBW, 2016).....	36
Abbildung 32 – Solarpotenziale der Gemeinde Rust.....	37

Abbildung 33 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung	38
Abbildung 34 – Energiepotenziale aus Ackerbau- und Grünpflanzen nach Quellen.....	40
Abbildung 35 – Unausgeschöpftes Biomassepotenzial nach Quellen	41
Abbildung 36 – Einschlagsmengen nach Verwendungsart.....	42
Abbildung 37 – Lage der bestehenden Wasserkraftanlage in Rust (LUBW, Potenzialatlas).....	44
Abbildung 38 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	45
Abbildung 39 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Rust (nach ISONG-Baden-Württemberg)	45
Abbildung 40 – Ausschnitt des Geothermiekatasters für Rust (theoretisches Potenzial)	47
Abbildung 41 – Ausschnitt des Geothermiekatasters für Rust (technisch-ökonomisches Potenzial)	48
Abbildung 42 – Stromverbrauch und Potenziale für Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien	50
Abbildung 43 – Aktueller Stromverbrauch in Rust im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg	52
Abbildung 44 – Aktueller Wärmeverbrauch in Rust im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg	53
Abbildung 45 – Einsparung von CO ₂ -Emissionen durch Energieträgerwechsel bei neuen Heizungen.....	54
Abbildung 46 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	56
Abbildung 47 – Potenzielles Untersuchungsgebiet für ein Quartierskonzept in Rust.....	58
Abbildung 48 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts.....	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Rust (Quelle: STALA BW, 2016).....	8
Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2013 von Rust (Datengrundlage: STALA BW, 2015a).....	26
Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO ₂ -Bilanz (2013). Die Daten inklusive dem Europa-Park stehen in Klammern.....	34
Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	34
Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Rust (Quelle: UIS der LUBW, 2015)	36
Tabelle 6 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Rust.....	48
Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005	66
Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014)	68
Tabelle 9 – CO ₂ -Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2016)	68
Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter.....	70
Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter	70
Tabelle 12 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	71
Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	71
Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte	72

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Energiepotenzialstudie analysiert den „Status quo“ der Energieinfrastruktur und die Erneuerbare-Energien-Potenziale der Gemeinde Rust. Ziel der Studie ist es, Strategien und Maßnahmenfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und effiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten, die auf einer soliden Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der kommunalen Potenziale aufbauen. In Kapitel 1 bis 6 werden die Analysen und Ergebnisse detailliert dargestellt und anhand von Grafiken und Tabellen erläutert. Aufgrund dessen, dass der „Freizeitpark und Erlebnis-Resort Europa-Park“ (im Folgenden nur noch „Europa-Park“ genannt) als ein sehr großes Unternehmen in der Gemeinde ansässig ist, wurde eine Energie- und CO₂-Bilanz sowohl für die Gemeinde alleine als auch für die Gemeinde inklusive dem Europa-Park erstellt. Wenn nichts anderes angegeben ist, dann beziehen sich die in diesem Bericht angegebenen Zahlen- und Prozentwerte nur auf die Gemeinde, exklusive dem Europa-Park. Der Grund für diese Vorgehensweise liegt im - gegenüber der Gemeinde - überproportional großen Energiebedarf des Europa-Parks. Eine gemeinsame Betrachtung würde keine nutzbringenden Schlussfolgerungen für die Klimaschutzbemühungen der Gemeinde selbst möglich machen. Als privates Unternehmen hat der Betreiber des Europa-Parks, die „Europa-Park GmbH & Co Mack KG“, zudem ein berechtigtes Interesse an der Nicht-Veröffentlichung sensibler Energie- und Emissionsdaten. Dem soll hier entsprochen werden.

Das Bilanzjahr ist 2013, da für die darauffolgenden Jahre noch keine Vollständigkeit der benötigten Daten gegeben ist.

Status quo der Energieinfrastruktur

- **Stromverbrauch:** Der Stromverbrauch im Jahr 2013 betrug für die Gemeinde Rust ca. 13.891 MWh. Die Sektoren Private Haushalte und Wirtschaft stellen mit je 37 % die beiden dominierenden Anteile. Der Heizungsstromanteil erreicht 22 %. Ca. 2,1 % des Verbrauchs sind den kommunalen Liegenschaften und 1,5 % der Straßenbeleuchtung zuzuordnen.
- **Strom aus erneuerbaren Energien:** Ca. 1.857 MWh Strom wurden im Jahr 2013 in Rust gemeinsam durch 130 Photovoltaikanlagen und einer Wasserkraftanlage produziert. Dies entspricht 13,4 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde. 2014 konnten mit 139 Photovoltaikanlagen 1.436 MWh Strom eingespeist werden. Eine gute Vergütung führte auch in Rust zum verstärkten Ausbau der PV-Kapazitäten seit der Einführung des EEG im Jahr 2000.
- **Wärmeverbrauch:** Ca. 32.760 MWh Wärme wurden im Jahr 2013 verbraucht. Den höchsten Anteil haben die privaten Haushalte mit 69 %, gefolgt vom Sektor Wirtschaft mit nur 29 %. Der Wärmebedarf wird zu ca. 29 % durch Erdgas und zu 43 % durch Heizöl gedeckt. Hinzu kommen 10 % elektrische Wärme und 0,2 % sonstige fossile Energieträger.
- **Wärme aus erneuerbaren Energien:** Ca. 5.611 MWh Wärme wurden im Jahr 2013 durch Energieholz bereitgestellt, 396 MWh durch solarthermische und mindestens 45 MWh durch geothermische Anlagen produziert. Somit wur-

den 18,5 % des Gesamtwärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt.

- **Kraftstoffverbrauch:** Mit ca. 7.948 MWh/Jahr liegt der Energieverbrauch im Sektor Verkehr unerwartet niedrig. Dies liegt an der relativ kurzen Zufahrtsstraße zwischen östlicher Gemarkungsgrenze und dem Europa-Park, die zwar ein hohes Verkehrsaufkommen aber nur einen relativ geringen Betrag der darauf gefahrenen Fahrzeugkilometer aufweist.

Energie- und CO₂-Bilanz

- **Energie-Bilanz:** Im Jahr 2013 summierte sich der Energieverbrauch der Gemeinde Rust auf rund 51.506 MWh. Der Private Sektor hat daran einen Anteil von 54 %. Gewerbe, Handel und Dienstleistungen verursachten ca. 29 % des gesamten Energieverbrauchs (ohne Europa-Park) und 14 % gehen zu Lasten des Verkehrs. Die Kommune trägt nur einen Anteil von 2,2 % des Gesamtverbrauchs.
- **CO₂-Bilanz:** Im Jahr 2013 wurden in Rust durch Energieerzeugung, -umwandlung und Verkehr ca. 18.100 t CO₂ ausgestoßen. 47 % der CO₂-Emissionen werden dabei vom Stromverbrauch in der Gemeinde verursacht. Die Gesamtemissionen - inklusive der Emissionen des Europa-Parks - lagen 2013 bei ca. 46.352 t CO₂. Nur auf die Gemeinde umgerechnet – also ohne Europa-Park - emittiert jeder Bürger in Rust ca. 4,8 t CO₂ pro Jahr. Berücksichtigt man die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 4,5 t CO₂ im Jahr 2013. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 pro Kopf durchschnittlich 6,6 t CO₂ emittiert.

Erfassung Gebäudestruktur

- 89 % der Wohngebäude sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m² aufweisen. Einfamilienhäuser werden meist von den Eigentümern selbst bewohnt. Die Bereitschaft für Investitionen in Maßnahmen zur Energieeinsparung ist bei Eigentumswohnungen im Vergleich zu Mietwohnungen im Allgemeinen höher.
- Rund 61 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) in Rust sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- **Einsparpotenzial:** Bei vollständiger Umsetzung potenzieller Sanierungsmaßnahmen aller Wohngebäude würde sich eine theoretische Einsparung von 39 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs ergeben.

Erneuerbare-Energien-Potenziale

- **Solarenergie:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik (PV) sind sehr hoch. Im Rahmen der Energiepotenzialstudie wurden zwei Szenarien für das Solarpotenzial auf den Dachflächen berechnet:

- Würden alle geeigneten Dachflächen mit PV-Anlagen belegt, könnten insgesamt 9.912 MWh/Jahr Solarstrom erzeugt werden. Dies entspräche ca. 71 % des derzeitigen Stromverbrauchs der Gemeinde.
- Würde man neben PV-Anlagen auch Solarthermie für die Warmwassererzeugung einsetzen, könnten bei Verzicht von ca. 7 % des Solarstrompotenzials ca. 2.044 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 9.204 MWh/Jahr bzw. 66 % des derzeitigen Stromverbrauchs der Gemeinde (ohne Europa-Park).
- **Windenergie:** Innerhalb der Gemarkung Rust erlauben die Windverhältnisse keinen wirtschaftlichen Betrieb von Windkraftanlagen.
- **Wasserkraft:** Wasserkraft ist eine wichtige regenerative Energiequelle in Baden-Württemberg. Zurzeit wird in Rust entlang der Elz eine Wasserkraftanlage innerhalb des Europa-Parks betrieben. Diese Anlage speist bei einer Nennleistung von 188 kW jährlich ca. 630 MWh ins Stromnetz ein. Zurzeit erfährt diese Anlage technische Optimierungen. Die installierbare Leistung an der Elz wird vom UMBW (2016) mit 300 kW angegeben.
- **Biogas:** Die vorhandenen landwirtschaftlichen und kommunalen Biomassesubstrate ergeben ein verfügbares Energiepotenzial von ca. 2.874 MWh/Jahr. Da sich dieses bisher nicht ausgeschöpfte technische Potenzial auf unterschiedliche Verwertungspfade und auch räumlich verteilt, ist eine Nutzung dieses Potenzials unter wirtschaftlichen Aspekten begrenzt. Die nachhaltige Ausschöpfung des Potenzials muss daher im konkreten Fall geprüft werden.
- **Energieholz:** Die Waldfläche der Gemarkung Rust verteilt sich zu 97 % fast ausschließlich auf Gemeindewald. Der Holzzuwachs wird von der Forstverwaltung mit ca. 1.500 fm pro Jahr angegeben. Dem gegenüber steht ein Holz-Einschlag von ca. 1.200 fm/Jahr. Davon werden 700 fm für Energieholzproduktion verwendet. Gut 300 fm Holz bleiben bisher ungenutzt. Weitere 50 fm verbleiben als Waldrestholz. Das Energiepotenzial des ungenutzten Materials liegt bei 620 MWh pro Jahr. Davon könnten weitere 31 Einfamilienhäuser mit regenerativer Wärme versorgt werden. Hinsichtlich einer nachhaltigen Holzwirtschaft bleibt jedoch ein Teil des Holzzuwachses absichtlich ungenutzt. Zudem sind jährliche Schwankungen beim Holzeinschlag zu berücksichtigen.
- **Erdwärme:** Der Untergrund in Rust eignet sich vor dem Hintergrund von Bohrrisiken gut für die Anwendung erdgekoppelter Wärmepumpen. Auch die Grundwasser-Wärmepumpe kann für größere Wärmeleistungen, zum Beispiel in Gewerbe- oder Hotelbetrieben genutzt werden. Unter Berücksichtigung notwendiger Gebäudesanierungen zur Anwendung der Wärmepumpentechnik könnten bis zu 27 % des jährlichen Wärmebedarfs in Rust durch erdgekoppelte Wärmepumpen bereitgestellt werden. Allerdings sind die Grundwasserverhältnisse möglicherweise hinderlich für die Bohrlochabdichtung, was im Einzelfall zu prüfen wäre.

Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus erneuerbaren Energien:** Die vorhandenen Photovoltaik-(PV)-potenziale könnten 66 % des Strombedarfs decken. Zusammen mit dem technischen Biomassepotenzial und dem bereits genutzten Wasserkraftpotenzial erhöht sich dieser Anteil auf ca. 79 %. Die Energie- und Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg für Strom (38,5 % EE-Anteil bis 2020, 80% bis 2050) werden damit erreicht. Ein wichtiges Handlungsfeld ist somit die weitere Ausschöpfung insbesondere der PV-Potenziale.
- **Mehr Wärme aus erneuerbaren Energien:** Durch die zusätzliche Nutzung der Erneuerbaren-Energien-Potenziale könnten rund 48 % des Wärmebedarfs der Gemeinde gedeckt werden. Damit würde das Landesziel von 21 % Erneuerbare-Energien-Anteil am Wärmeverbrauch bis 2020 mehr als erreicht. Auch dieses Handlungsfeld sollte folglich kontinuierlich ausgeschöpft werden.
- **Modernisierung der Straßenbeleuchtung:** Mit der kontinuierlichen Umstellung der Natriumdampflampen auf LED-Leuchten kann weiterhin ein erhebliches kommunales Einsparpotenzial erreicht werden. Gut die Hälfte aller Lampen könnten theoretisch noch auf LED-Lampen umgerüstet werden.
- **Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen:** Zahlreiche Gebäude werden vermutlich noch mit alten, ineffizienten Heizanlagen beheizt. Deren Austausch oder Erneuerung kann zu deutlichen Einsparungen führen und ist für Anlagen, die älter als 30 Jahre sind, teilweise gesetzlich vorgeschrieben. Auch der Austausch alter und ineffizienter Heizungspumpen ist eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme, die zurzeit stark vom Staat gefördert wird.
- **Einsparpotenziale durch Sanierung:** Ca. 61 % der Wohngebäude wurden vor der WSchV von 1984 gebaut. Daraus ergibt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Jedoch ist der Einfluss der Gemeinde in diesem Bereich beschränkt. Eine vollumfängliche Umsetzung der Sanierungspotenziale könnte bis zu 39 % des Wärmebedarfs einsparen. Energetische Quartierskonzepte oder ein Klimaschutzkonzept könnten die Umsetzung fördern und Hemmnisse abbauen.
- **Reduzierung des Individualverkehrs:** Der Verkehr verursacht in Rust mit ca. 15 % einen eher geringen Teil der Treibhausgasemissionen. Verkehrsreduzierende Maßnahmen oder die Umstellung auf alternative Verkehrskonzepte können Emissionen, genauso wie auch Immissionen (Lärm, Gestank und Feinstaub) reduzieren. Allerdings ist der direkte Einfluss der Gemeinde auf die Verkehrsverhältnisse gering. Mit dem Bau des neuen Wasserparks im Osten der Gemeinde sollte diese jedoch versuchen, gemeinsam mit dem Betreiber eine moderne, energiesparende und energieeffiziente Verkehrslösung zu etablieren, die auch als Vorbild für andere Kommunen dienen könnte. Dazu gehört z.B. eine auf Elektromobilität setzende Konzeptionierung, die auch die Verkehrsbelastung der Gemeinde nachhaltig reduziert.

1. Ausgangslage

1.1 Global denken

Entscheidende Entwicklungen der letzten Jahrhunderte, wie die Industrialisierung, der rasante Anstieg des Konsums oder die Zunahme der Mobilität, wurden durch die Erschließung fossiler Ressourcen ermöglicht. Unser Wirtschaftswachstum hängt heute stark von der Verfügbarkeit dieser Energieträger ab. Die Endlichkeit der fossilen Ressourcen, der Abbau in und der Bezug aus politisch instabilen Förderregionen, unkalkulierbaren Preisschwankungen und nicht zuletzt die durch die Nutzung hervorgerufenen Umweltverschmutzungen drängen jedoch dazu, nach Alternativen zu suchen.

Ausgangspunkt für die internationale Debatte um die Themen Energie und Klimawandel war die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Jahre 1992. Mit dem 2014 veröffentlichten 5. Sachstandsbericht des „Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung“ (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) wurde erneut der wissenschaftliche Konsens darüber bestätigt, dass sich das Weltklima durch den Einfluss des Menschen erwärmt. Wesentlicher Treiber des Klimawandels ist der steigende Verbrauch fossiler Energieträger.

Das Klima steht durch den natürlichen Treibhauseffekt in einem relativ stabilen thermischen Gleichgewicht. Durch die Verbrennung der fossilen Ressourcen wurde jedoch in kurzer Zeit eine große Menge zusätzliches Kohlendioxid (CO₂) in die Atmosphäre abgegeben, welches neben den beiden anderen wichtigen Treibhausgasen aus Industrie und Landwirtschaft, Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O), den Treibhauseffekt verstärkt und nun droht, das Klima aus dem Gleichgewicht zu bringen. Der Klimawandel zieht auch in unseren Regionen weitreichende klimatische, naturräumliche und wirtschaftliche Folgen nach sich. Unsere Wirtschafts- und Kulturräume müssen dringend Anpassungsstrategien entwickeln.

Internationale Abkommen, wie das Kyoto-Protokoll, versuchen, dem Klimawandel entgegenzusteuern, indem sie Richtwerte für den Ausstoß dieser Gase festschreiben. Die Europäische Union (EU) hat sich mit dem Programm 20/20/20 darauf verständigt, bis 2020 den Ausstoß von Treibhausgasen um 20 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren, den Einsatz von erneuerbaren Energien um 20 % zu steigern und die Energieeffizienz um 20 % zu erhöhen. Ziel ist es, die Erderwärmung auf 2°C gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen (Europäische Kommission, 2011).

1.2 Lokal handeln

Außerhalb Deutschlands gibt es Regionen, die bei fortschreitender Erwärmung des Klimas mit sehr viel stärkeren Belastungen rechnen müssen, als wir in Süddeutschland. Dies liegt zum einen daran, dass sie stärker vom Klimawandel betroffen sind. Zum anderen handelt es sich häufig um ärmere Länder, die nicht über die nötigen Mittel verfügen, die Auswirkungen des Klimawandels abzufedern.

Im „Klimaschutzkonzept 2020 Plus“ hat die Landesregierung Baden-Württembergs jedoch festgestellt, dass Baden-Württemberg innerhalb Deutschlands zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehören wird (UM-VBW, 2011). Da Baden-Württemberg zudem immerhin 0,3 % der weltweiten klimarelevanten Emissionen verursacht, hat sich die Landesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2020 auf 38,5 % zu erhöhen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung soll bis 2020 auf 21 % steigen. Bis zum Jahr 2050 sollen des Weiteren die sogenannten „50-80-90-Ziele“ umgesetzt werden. Sie beinhalten, dass 50 % weniger Energie verbraucht wird und Strom und Wärme zu 80 % aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden. Die Treibhausgas-Emissionen sollen damit um 90 % reduziert werden (UMBW, 2015a).

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ebenfalls ein definiertes Ziel der Landesregierung. So soll die Energieproduktivität im Land bis zum Jahr 2020 im Mittel um jährlich mindestens 2 % gesteigert werden, so dass immer weniger Kilowattstunden (kWh) pro Euro Wirtschaftsleistung benötigt werden. Der Primärenergieverbrauch soll bis 2020 um mindestens 20 % gesenkt werden im Vergleich zu 2008. Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung soll bis 2020 auf 20 % steigen (BMW und BMU, 2010).

Die Erreichung dieser Ziele ist nur unter Einbeziehung der kommunalen und lokalen Akteure möglich. Städte und Gemeinden tragen über die Bürger und die ortsansässigen Unternehmen mit ca. 75 % des Energieverbrauchs in Deutschland erheblich zum Ressourcenverbrauch bei (Nitschke, 2007). Gleichzeitig sind sie aber häufig auch die Antreiber beim Klimaschutz. Dem Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ kommt daher zu Recht große Bedeutung zu.

Für die Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Energiesparen, Energieeffizienz und dem Ausbau von erneuerbaren Energien benötigen die kommunale Verwaltung, die Unternehmen vor Ort und jeder einzelne Bürger umfassende Kenntnisse der „energetischen Situation“ der Gemeinde. Neben ökologischen Aspekten muss dabei auch der ökonomische Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt und im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten einer Gemeinde diskutiert werden. Gleichzeitig ist die Einbindung der Bevölkerung in die Entwicklung und Umsetzung eines Klimaschutzkonzeptes entscheidend, um eine hohe Akzeptanz der Maßnahmen zu erreichen.

Im Jahr 2015 hat die Gemeinde Rust eine Energiepotenzialstudie bei ihrem kommunalen Energie- und Umweltdienstleister badenova in Auftrag gegeben. Ziel der Studie ist es, eine solide Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der Potenziale zur Energieeinsparung, zur Erhöhung der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien auf dem Gemeindegebiet darzulegen und – darauf aufbauend – Strategien und Handlungsfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten.

Die hier vorliegende Energiepotenzialstudie wurde im September 2016 abgeschlossen und in Zusammenarbeit mit der Gemeindeverwaltung und mit Beteiligung weiterer Akteure vor Ort erstellt. In ihr sind die Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz und die Identifizierung möglicher Handlungsfelder für Klimaschutzmaßnahmen analysiert und zusammengefasst. Sie dient als Basis für ein integriertes Klimaschutzkonzept.

1.3 Klimaschutzkonzept und Energiepotenzialstudie

1.3.1 Aufbau des Klimaschutzkonzeptes

Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte basieren überwiegend auf folgenden drei Säulen: Energieeinsparungen auf der Verbraucherseite, Effizienzsteigerungen in der Energieerzeugung und Substitution fossiler Energieträger durch den Einsatz erneuerbarer Energien. Um innerhalb dieses Rahmens ein ausgewogenes Verhältnis zu erreichen und die Einzelmaßnahmen zu identifizieren, die das beste Verhältnis zwischen CO₂-Einsparung und Kosten erwarten lassen, müssen zunächst die Energieverbräuche und -potenziale in einer Gemeinde analysiert werden.

badenova gliedert vor diesem Hintergrund den Weg zu einem Klimaschutzkonzept in folgende Schritte (vgl. Abbildung 1):

- Modul 1: Erfassung der Energienutzungsstruktur und Erstellung einer Energie- und CO₂-Bilanz
- Modul 2: Abschätzung der Potenziale zum Ausbau der erneuerbaren Energien und Aufzeigen von Handlungsfeldern im Bereich Energieeinsparung und -effizienz

Ergebnis von Modul 1 und 2 ist die hier vorliegende Energiepotenzialstudie.

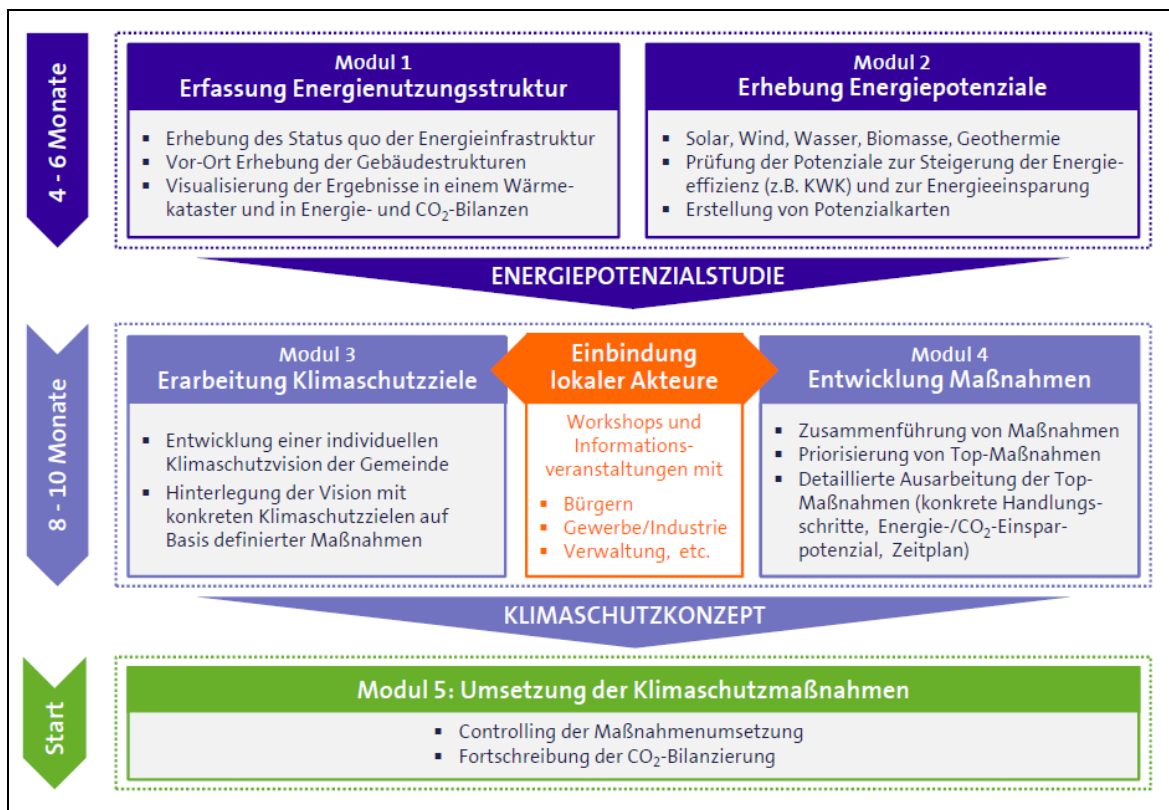


Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept

Aufbauend auf der hier vorliegenden Energiepotenzialstudie lassen sich kommunale Klimaschutzziele und -maßnahmen konkretisieren. Dies kann im Anschluss in Zusammenarbeit mit den Bürgern der Gemeinde Rust in folgenden Schritten erfolgen:

- Modul 3: Erarbeitung von Klimaschutzzielen
- Modul 4: Entwicklung von konkreten Klimaschutzmaßnahmen

Am Ende von Modul 3 und 4 ist die Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes abgeschlossen. Mit Modul 5 bietet badenova im Anschluss die Möglichkeit, den Prozess der Umsetzung der Maßnahmen beratend und koordinierend zu begleiten.

1.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie

Diese Energiepotenzialstudie ist in zehn Kapitel unterteilt. Im *ersten Kapitel* werden die Klimaschutzpolitik, der Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ sowie das Vorgehen der Energiepotenzialstudie erklärt. *Kapitel 2* stellt zunächst wichtige Strukturdaten der Gemeinde vor. Außerdem werden in diesem Kapitel die Strukturen der bestehenden Wohngebäude und Wohnsiedlungen sowie die Wärmeinfrastruktur in der Gemeinde beschrieben. In *Kapitel 3* werden die erfassten Daten zur Energienutzungsstruktur ausgewertet und in einer sogenannten Energie- und CO₂-Bilanz detailliert dargestellt. Die Energie- und CO₂-Bilanz wird unterteilt nach verschiedenen Sektoren (z.B. private Haushalte) sowie nach unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Heizöl). *Kapitel 4* untersucht alle Erneuerbare-Energien-Potenziale auf der Gemarkungsfläche der Gemeinde.

Aufbauend auf den vorangegangenen Ergebnissen werden in *Kapitel 5* wichtige Handlungsfelder für die Gemeinde erörtert. Dabei stehen die Themen Energieeinsparung, Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Nutzung des Erneuerbare-Energien-Potenzials im Fokus. Einen Ausblick für das weitere Vorgehen und die nächsten Schritte in der Gemeinde wird in *Kapitel 6* gegeben. In den *Kapiteln 7 bis 9* können detaillierte Ausführungen zur methodischen Vorgehensweise, Literaturquellen sowie Begriffserklärungen nachgelesen werden. Abschließend sind in *Kapitel 10* die erstellten Potenzialkarten im Berichtsexemplar für den Bürgermeister zu finden. Diese Studie und die Potenzialkarten werden außerdem in digitaler Version zur Verfügung gestellt.

1.3.3 Anmerkungen zur angewandten Methodik

- Die Analysen und Ergebnisse der Energiepotenzialstudie sind strikt energiebezogen. Das heißt, dass lediglich die tatsächliche in einer Gemeinde eingesetzte Energie berücksichtigt wird. Nicht betrachtet wird somit der Konsum von nicht energetischen Produkten, wie z.B. von Nahrungsmitteln oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.
- Die Energie- und CO₂-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 2.5). Dieses Tool wurde 2012 vom Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.

- Die nachfolgende CO₂-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit (Global Warming Potential, GWP) in sogenannte CO₂-Äquivalente umgerechnet. Im Text stehen die CO₂-Werte synonym für die gesamten Treibhausgas-Emissionen.
- In der CO₂-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z.B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z.B. durch Abbau und Transport von Ressourcen und den Bau und die Wartung von Anlagen).
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste durch den Verbraucher. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
- Das größte Potenzial auf Seiten der Energie- und Kosteneinsparungen liegt beim Verbrauchssektor Privathaushalte, dem mit einem Anteil von knapp 30 % am Endenergieverbrauch in Deutschland eine Schlüsselrolle zukommt (Umweltbundesamt, 2012). 75 % des Energiebedarfs dieses Verbrauchssektors entfallen alleine auf die Beheizung der Wohnräume (BMW, 2010). Ein besonderes Augenmerk der Energiepotenzialstudie der badenova liegt daher auf der Erfassung der Altersstruktur der Bestandsgebäude sowie auf einer groben Abschätzung der aktuellen lokalen Sanierungsrate. Auf diese Weise lassen sich Verbrauchsabschätzungen und Einsparpotenziale im Gebäudebestand ableiten.
- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und CO₂-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemeindegrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürger der Gemeinde durch Fahrten in die nächste Gemeinde Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten, wenn sie über die Gemeindegrenzen hinausgehen.

2. Wichtige Strukturdaten der Gemeinde

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Gemeinde Rust gehört zum Ortenaukreis und zählt aktuell 4.003 Einwohner (ca. 3.796 Einwohner Stand 2013). Der Ort befindet sich am Rand des Naturschutzgebietes „Taubergießen“ und dem Naturschutzgebiet „Elzwiesen“, zwischen Freiburg i. Br im Süden und Kehl im Norden (Region Südlicher Oberrhein). Die Gemarkung erstreckt sich in Ost-West-Richtung zwischen der Autobahn A5 und dem Rhein (Abbildung 2). Sie umfasst ca. 1.327 ha und liegt auf einer Höhe von ca. 165 m ü. NN. Im Norden grenzt die Gemarkung an Kappel-Grafenhausen, im Süden an die Gemarkung Rheinhausen.

Rust ist sehr gut an den Großraum südlicher und mittlerer Oberrhein angebunden. Busse verbinden ca. 24 Mal am Tag die Gemeinde und den Europa-Park mit der Regionalbahn Basel (CH) - Offenburg, die im nahegelegenen Bahnhof Ringsheim hält. Der Bahnhof Ringsheim wird insgesamt 19 Mal am Tag, zwischen 8.00 Uhr morgens und 21.00 Uhr abends im Halbstundentakt, von der Regionalbahn angefahren. Die Autobahn A5 Karlsruhe-Basel ist in ca. 5 Minuten zu erreichen. Der nächste größere Flughafen Basel-Mulhouse liegt in ca. 70 km Entfernung und ist ebenfalls über die Autobahn gut angebunden. Ein kleinerer Flughafen befindet sich im nahegelegenen Lahr, von wo Charter- und Frachtflüge starten und landen.

Die Gemeinde Rust bildet den Standort von über 50 Unternehmen aus Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie, die sich auf das Gemeindegebiet und auf ein größeres Gewerbegebiet („Oberfeld“) sowie auf den Europa-Park verteilen. Als Interessenvertretung besteht der Gewerbeverein Rust. Ein erheblicher Anteil am Gewerbe bildet das Hotel- und Gastgewerbe, welches ca. 150 Unterkünfte verzeichnet, bestehend aus Hotels, Gästehäuser, Pensionen, Ferienwohnungen und Apartments. Deren Interessen werden im Zweckverband Tourismus, Dienstleistungen und Freizeit Ringsheim/Rust (ZVT) gebündelt. Im Jahr 2015 haben nach Gemeindeangaben ca. 296.000 Personen in Rust übernachtet (die Übernachtungen in den Hotelanlagen des Europa-Parks sind darin noch nicht enthalten). Weitere Unternehmen kommen aus dem Handwerks-, Bau-, Lebensmittel- und Handelsbereich.

Das herausragende Freizeit-Unternehmen in Rust ist der weit über die Region hinaus bekannte Europa-Park, der von der „Europa-Park GmbH & Co Mack KG“ auf einer Fläche von 134 ha (10 % der Gemarkungsfläche) betrieben wird. Im Jahr 2015 wurden über 5,5 Mio. Besucher gezählt, davon sind 81 % Wiederholungsbesucher, was die Beliebtheit des Parks verdeutlicht. Der Freizeitpark besteht seit 1975 und hat sich kontinuierlich im Laufe der vergangenen 41 Jahre weiterentwickelt. Mittlerweile sind in der Hochsaison über 3.600 Menschen beim Europa-Park beschäftigt. In der Region konnten im Zusammenhang mit dem Europa-Park bisher 8.000 Stellen geschaffen werden.

Die Wasserversorgung der Gemeinde Rust wird von einem Leitungsverbundsystem sichergestellt, an dem die Kommunen Rust, Kappel-Grafenhausen, Ettenheim, Ringsheim und Mahlberg beteiligt sind. Der Verbund wird über vier Tiefbrunnen gespeist, von denen zwei auf der Gemarkung Rust liegen (Gewann Fein-

schießen). Die Brunnen im Gewann Feinschießen sind ca. 35 m Tief und heben jährlich über 1 Millionen m³ Grundwasser, womit die wasserrechtlich erlaubte Maximalmenge ausgeschöpft ist. Der Bedarf des Europa-Parks liegt derzeit bei ca. 16 % der geförderten Grundwassermenge. Unabhängig vom geplanten Bau des neuen Wasserparks steigt der Wasserversorgungsbedarf im Verbund, so dass neue Brunnen in Zukunft erschlossen werden müssen. Bis 2030 wird ein Gesamtbedarf - inklusive der Anlagen des Europa-Parks und des zukünftigen Wasserparks - von 2 Mio m³ genannt. Aus diesem Grund wurde vom Gemeindeverbund ein weiterer Brunnen auf der Gemarkung Rust abgeteuft, der weitere 0,5 Mio m³ zur bestehenden Förderung liefern wird.

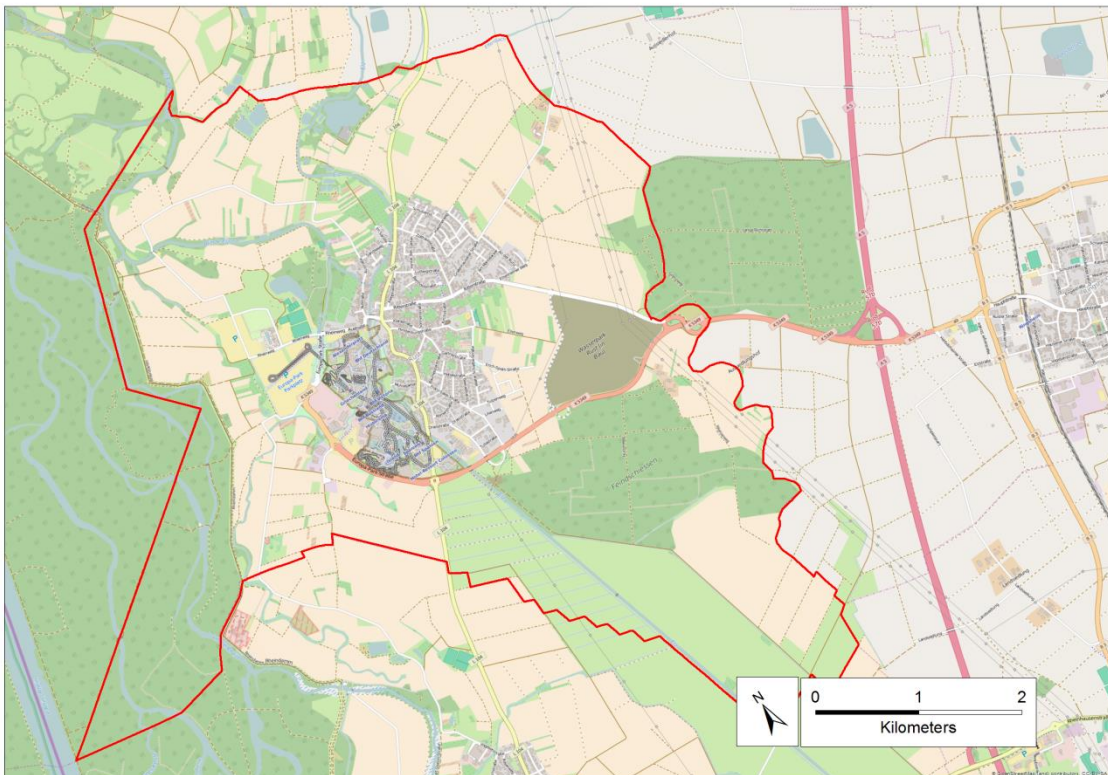


Abbildung 2 – Übersicht der Gemarkung Rust (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2013)

Das Abwasser der Gemeinde Rust wird in der Kläranlage „Kappeler Wald“ des Abwasserzweckverbandes „Südliche Ortenau“ gereinigt. Der Verband hat seinen Amtssitz in Ettenheim und umfasst die Gemeinden Rust, Ettenheim, Ringsheim, Kappel-Grafenhausen, Mahlberg und Kippenheim. Der Schmutzwasserabfluss aus Rust ist in der Verbandssatzung von 2015 mit 16,5 l/s angegeben, was ungefähr 32 % der anfallenden Schmutzwassermenge aller beteiligten Gemeinden entspricht. Das erzeugte Klärgas wird in einem Blockheizkraftwerk in Strom und Wärme umgewandelt. In die Erweiterung der Kläranlage sollen laut einem Zeitungsbericht von 2014 1,27 Millionen Euro investiert werden. 2016 fand der erste Spatenstich zum Ausbau der Kläranlage statt, die unter anderem ein viertes Klärbecken erhält.

Laut Statistischem Landesamt Baden-Württemberg lag das kommunale Abfallaufkommen im Landkreis Ortenau im Jahr 2015 bei ca. 492 kg/Einwohner.

Umgelegt auf die Einwohner von Rust sind dies ca. 1.868 t Abfall pro Jahr. Die im häuslichen Bereich anfallenden Bioabfälle werden seit 2006 in der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlage Kahlenberg (MBA) in Ringsheim gemeinsam mit dem Hausmüll verwertet. Mit dem in der Anlage erzeugten Bio- und Deponiegas konnten 2012 insgesamt ca. 15.953 MWh Strom mit einem Blockheizkraftwerk erzeugt werden.

Die leitungsgebundene Energieversorgung in der Gemeinde Rust erfolgt zum einen durch den Netzbetreiber NetzeBW (Strom) und zum anderen durch die bnNETZE GmbH (Gas). Letztere versorgt über 313 Netzkunden in Rust. Seit 2014 wird die Gemeinde teilweise auch vom Elektrizitätswerk Mittelbaden mit Strom beliefert.

Die Tabelle 1 gibt einen kurzen Überblick über die Strukturdaten der Gemeinde, welche sowohl für die Bewertung der Energie- und CO₂-Bilanz als auch für die Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen relevant sind. Diese grundlegenden Daten wurden beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg (STALA BW) abgerufen. Das jeweilige Bezugs- bzw. Erhebungsjahr ist angegeben.

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Rust (Quelle: STALA BW, 2016)

Rust	Wert	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	3.796	Anzahl	2013
Fläche insgesamt	1.327	ha	2013
Waldfläche	255	ha	2013
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	788	ha	2013
Wohngebäude	873	Anzahl	2013
Wohnungen	1.625	Anzahl	2013
Kraftfahrzeugbestand	2.655	Anzahl	2013

2.2 Klimaschutz in Rust

Aktuell strebt die Gemeinde Rust eine städtebauliche Aufwertung der Ortsmitte an und wurde mit dieser Sanierungsmaßnahme in das Landessanierungsprogramm 2013 aufgenommen. Die Durchführung erfolgt in einem umfassenden Verfahren nach den Vorschriften des Baugesetzbuches (BauGB). Im Fokus stehen Modernisierungen von Bestandsgebäuden und von denkmalgeschützten Gebäuden, die gemeinsam mit der STEG Stadtentwicklung GmbH als Sanierungsträger durchgeführt werden. Gefördert wird auch der Abriss alter Gebäude.

Darüber hinaus bemüht sich die Gemeinde in mehreren Bereichen dem Klimaschutz gerecht zu werden. So werden der kommunale Kindergarten und das Naturzentrum jeweils über eine Grundwasser-Wärmepumpe wärmeversorgt. Auch die Rheingießen-Halle, deren Abriss und Neubau allerdings bevorsteht, nutzt als zweites Heizsystem eine Grundwasser-Wärmepumpe. Im Bauhof ist als Zweitheil-

zung eine Holzhackschnitzelanlage installiert, die auch die Feuerwehrgebäude mit Wärme versorgt.

Für das Rathaus ist 2017 eine grundlegende Sanierung geplant. Die Straßenbeleuchtung wurde 2015 zu einem erheblichen Teil mit LED ausgestattet, so dass mittlerweile die Hälfte aller Lampen energieeffizient betrieben wird. Die Gemeinde Rust strebt die städtebauliche Aufwertung der Ortsmitte an und wurde mit dieser Sanierungsmaßnahme in das Landessanierungsprogramm 2013 aufgenommen. Die Durchführung erfolgt in einem umfassenden Verfahren nach den Vorschriften des Baugesetzbuches (BauGB). Partner bei der Ausführung des Programms ist die STEG Stadtentwicklung GmbH.

Zahlreiche Dachflächen von Gewerbebetrieben sind mit Photovoltaikmodulen bestückt, die im Jahr 2013 zusammen mit den Anlagen auf Gemeinde- und Wohngebäuden bereits 9 % des Stromes umweltfreundlich erzeugen.

Auf dem Gebiet der Umweltpädagogik geht die Gemeinde Rust ganz besondere Wege: 2010 wurde das Naturzentrum Rheinauen ausgebaut und die Arbeitsstelle eines hauptamtlichen Rangers eingerichtet. Das Naturzentrum wirbt mit folgender Aussage: „Besonders der Bereich der Umweltbildung und Umwelterziehung ist Schwerpunkt und Herzaufgabe des Naturzentrums Rheinauen. Zahlreiche erlebnispädagogische Naturangebote sensibilisieren Kinder, Jugendliche und Erwachsene für die Natur und öffnen den Blick für Umwelt und Naturschutz. Das Erleben der Natur sowie der spielerische und forschende Aspekt stehen bei den Angeboten immer im Vordergrund“.

Im Zusammenhang mit dem Naturzentrum wurde als neue Innovation in Deutschland auch ein „Klimawandelgarten“ errichtet. Hier können insbesondere Kinder im Grund- und Vorschulalter den Phänomenen des Klimawandels, wie sie sich auch bei der heimischen Gartenflora und -fauna zu erkennen geben, spielerisch auf dem Grund gehen.

Der Europa-Park als mit Abstand größtes Unternehmen in Rust betreibt ein Nachhaltigkeitsmanagement, welches organisatorisch bei der Geschäftsführung angesiedelt ist. Mit der „Arbeitsgruppe Nachhaltigkeit“ wurde eine strategische Instanz zur effektiven und effizienten Umsetzung von wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Maßnahmen eingerichtet. Mitarbeiter haben außerdem im Rahmen der „Nachhaltigkeitsakademie“ die Möglichkeit, eigene Ideen und Vorschläge zur Umwelt, Energieeffizienz und in sozialen Fragen einzubringen. 2009 wurde ein Energiemanagement eingeführt, 2012 die Stelle eines Energiemanagers als eigenständige Abteilung. 2013 wurde der Park vom TÜV-Süd als „Green Amusement Park“ zertifiziert und 2014 schließlich, wurde dann der Europa-Park im Rahmen des Nachhaltigkeitschecks als erstes Unternehmen in Baden-Württemberg mit dem vom Land vergebenen Siegel „Nachhaltiges Reiseziel“ ausgezeichnet.

Der Park betreibt eine ökologisch-nachhaltige Wasserversorgung und -aufbereitung, außerdem mehrere Energieerzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien. Dazu gehören ein Wasserkraftwerk mit 188 kW Nennleistung, eine Photovoltaikanlage mit 230 kW_p Leistung und ca. 45 Umweltwärmepumpen. 2015 wurden zwei Blockheizkraftwerke in Betrieb genommen, die pro Jahr ca. 2.650 MWh Strom produzieren. Lüftungsmotoren werden seit 2007 kontinuierlich mit Frequenzumwandler ausgerüstet und dadurch energieeffizient betrieben. Auch die Hotelanlagen sind an einer Gebäudeleittechnik angeschlossen und

der gesamte Wasserbedarf des Parks konnte nach Unternehmensangaben um 30 % gesenkt werden.

Mit der Beauftragung der badenova AG & Co. KG im dritten Quartal 2015 soll nun begonnen werden, Klimaschutz auf kommunaler Ebene systematisch und ganzheitlich zu betrachten. Als Basis dient die hier vorliegende Energie- und CO₂-Bilanz, mit deren Hilfe wesentliche Einspar- und Effizienzpotenziale erkannt werden sollen.

2.3 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in Rust wurde die „Deutsche Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Bei der Typologie geht man davon aus, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften ausweisen (Busch et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt (vgl. Methodik, Kapitel 9).

Die Grenzjahre der Baualterklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand als verhältnismäßig homogen angenommen, sodass für die einzelnen Baualterklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch et al., 2010).

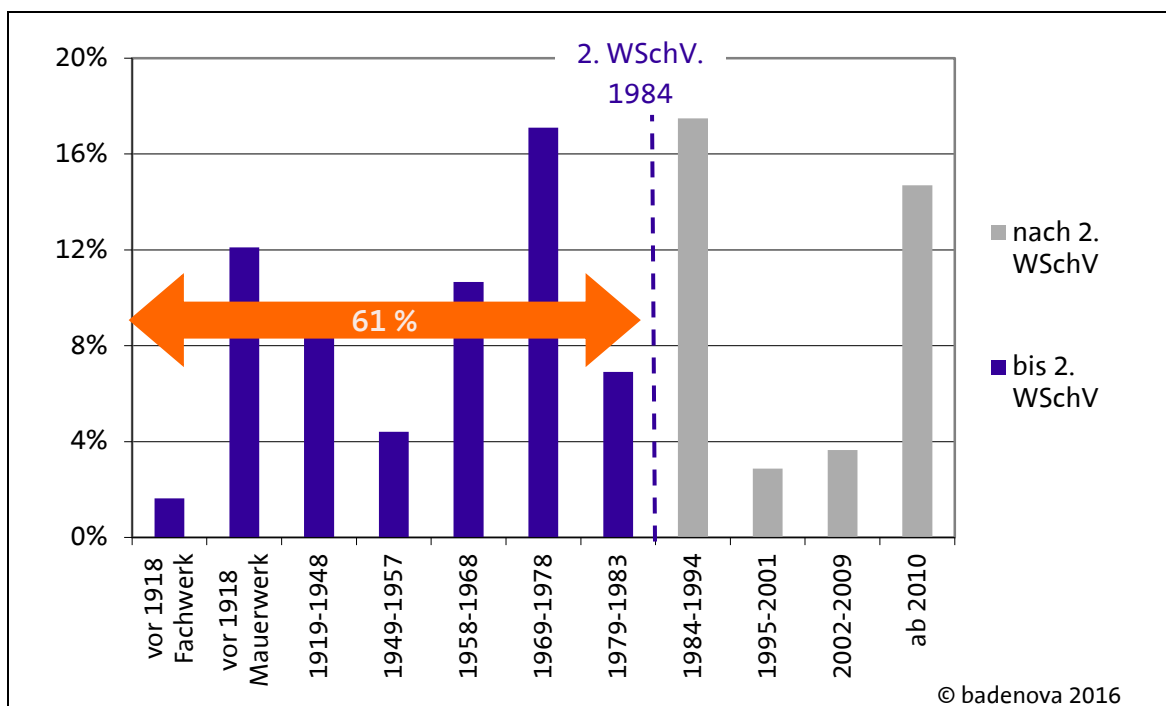


Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Rust

Die Gebäudetypen und die Lage der Gebäude in der Siedlungsstruktur wurden durch eine Begehung vor Ort erhoben, um neben der Kategorisierung der Gebäude nach Art und Alter auch sichtbare Sanierungsmaßnahmen (z.B. neue Fenster oder Außenwanddämmung) mitberücksichtigen zu können.

Auf Basis dieser Erhebung sind in der folgenden Abbildung 3 die Wohngebäude von Rust nach Baualter dargestellt. Rund 61 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen dementsprechend hoch ist.

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Rust treffen. Hierzu wurden alle Gebäude in Altersklassen eingeteilt und zu Baublöcken zusammengefasst. Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung. In Rust befinden sich relativ viele ältere Gebäude, die bis 1918 erbaut wurden. Diese Gebäude reihen sich im Wesentlichen entlang der Hauptverkehrsachsen der Gemeinde aneinander. Deutlich wird, dass in den 1970er Jahren (Altersklasse F) und zwischen 1984 bis 1994 (Altersklasse H) neue Wohngebiete erschlossen wurden. Immer wieder sind in der Gemeinde neue Gebäude hinzugekommen, insgesamt betrachtet hat sich die Gemeinde aber vom Zentrum ausgehend in Form homogener Baugebiete in Richtung der beiden Flanken im Süden und Norden ausgeweitet. In Abbildung 4 ist die Siedlungsstruktur der Gemeinde in Form zusammengefasster Baualtersklassen dargestellt. Die Karte zeigt deutlich das ältere Zentrum im Bereich der Verkehrsachsen und die Baugebiete gleichen Baualters im Bereich der Flanken der Gemeinde.

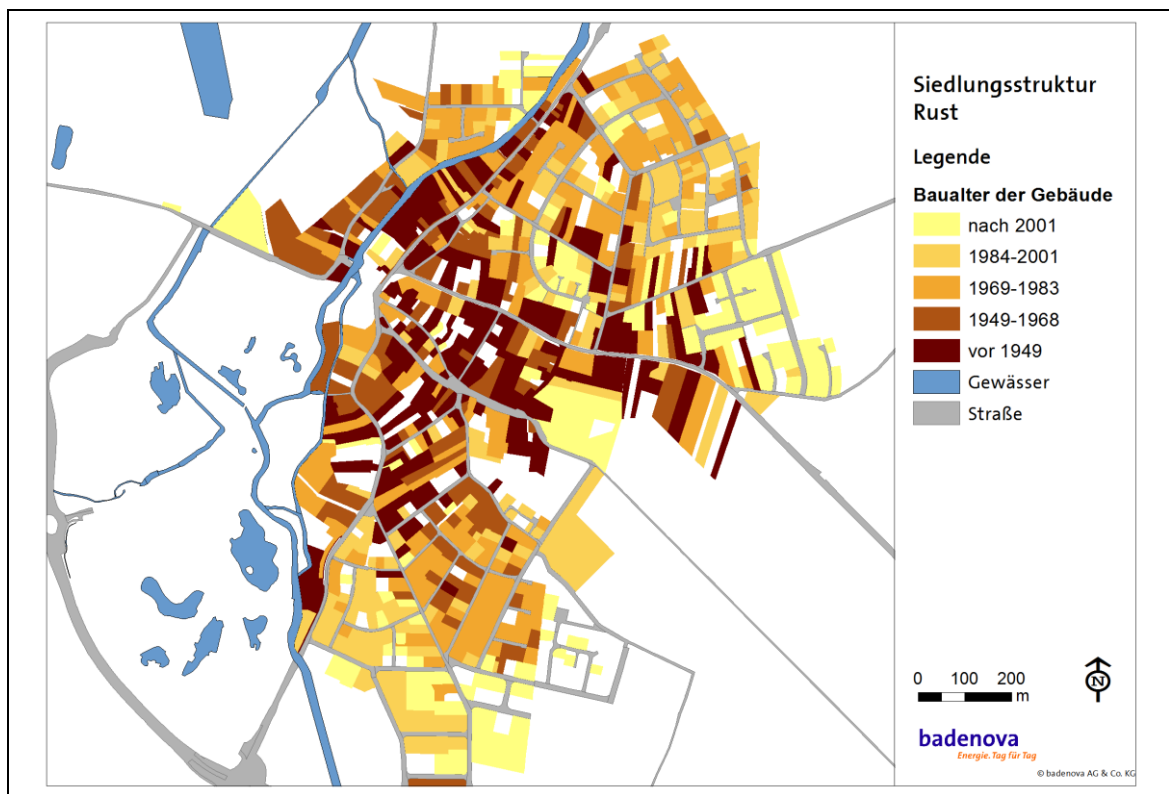


Abbildung 4 – Siedlungsstruktur nach Bebauungsalter der Flurstücke

Neben dem Gebäudealter sind auch die Energiebedarfswerte für die Ermittlung der Energieeinsparpotenziale des Wohnbestands relevant, die wiederum von der jeweiligen Gebäudeart abhängig sind. In Rust wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m² zwischen den vier Gebäudearten Einfamilienhaus, Reihenhaus/Doppelhaushälften und Mehrfamilienhaus unterschieden, die aufgrund ihrer Gebäudegröße jeweils ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die in Rust mit 89 % des Wohnbestandes einen außergewöhnlich hohen Anteil ausmachen (vgl. Abbildung 5). Diese Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine große Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft des Eigentümers, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

In Rust gibt es ca. 59 Mehrfamilienhäuser (7 %). Reihenhäuser und Doppelhaushälften weisen einen Anteil von 4 % auf. Eine Gebäudeart, die z.B. gut für die Versorgung durch eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geeignet wäre, sind große Mehrfamilienhäuser und größere Hotelbetriebe, da hier ein ganzjährig, relativ hoher Wärmebedarf besteht.

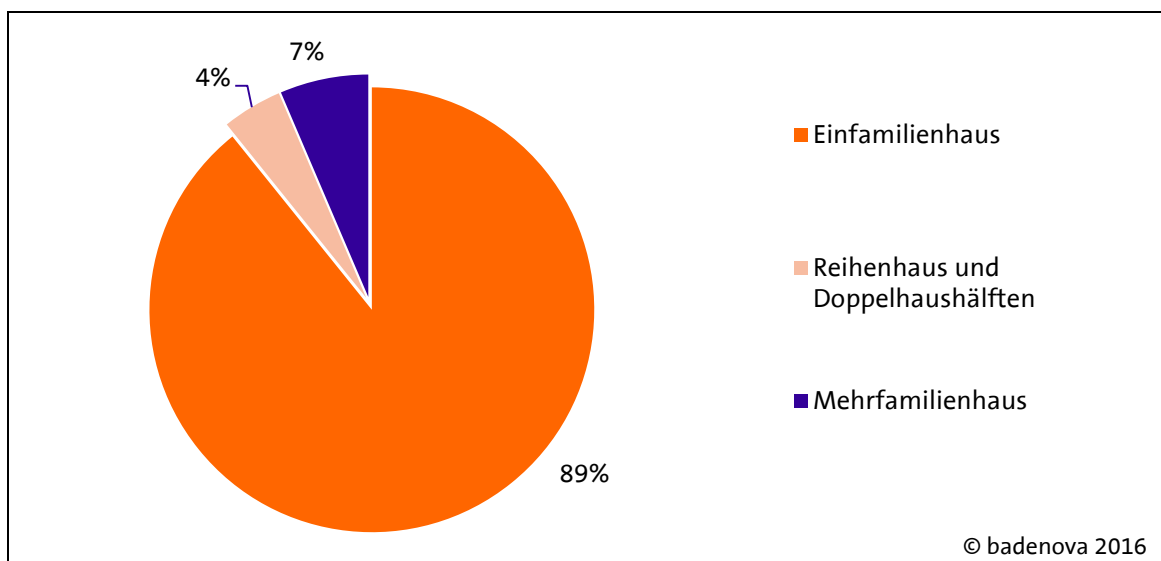


Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Rust

2.4 Lokale Wärmeinfrastruktur

Die Gemeinde Rust ist weitreichend mit Erdgasleitungen erschlossen. Dennoch ist der Anteil an Erdgas als Wärmeträger mit ca. 30 % Anschlussquote relativ gering (vgl. Kapitel 3.2). Abbildung 6 und Abbildung 7 geben einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur.

In der Gemeinde waren laut Energiebericht der NetzeBW bis zum Jahr 2014 nur wenige Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen installiert, die zusammen 16 MWh Strom ins Netz eingespeist haben. Erst seit 2015 werden im Europa-Park zwei

große Blockheizkraftwerke zur gekoppelten Strom- und Wärmeversorgung genutzt.

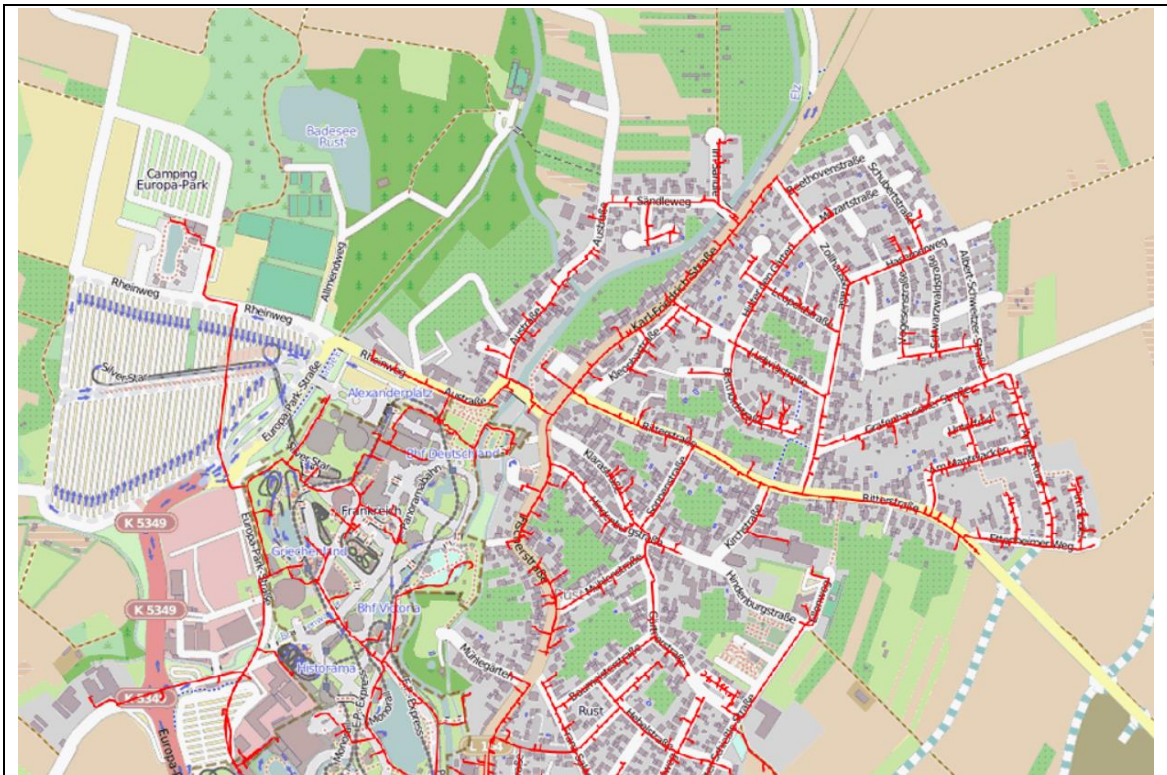


Abbildung 6 – Lage der Erdgasleitungen (rot) in Rust-Nord

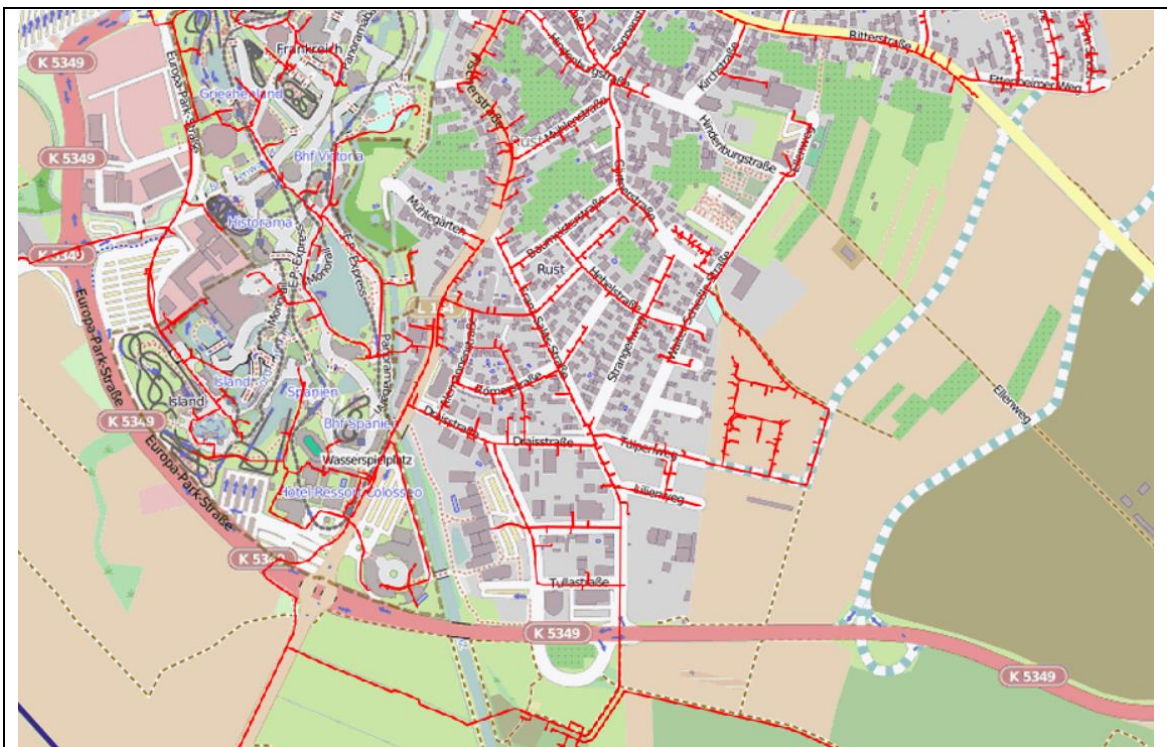


Abbildung 7 – Lage der Erdgasleitungen (rot) in Rust-Süd

2.5 Nachhaltiges Flächenmanagement

Ein nachhaltiges Flächenmanagement dient einer zukunftsorientierten, wirtschaftlichen und sozial verträglichen Raum- und Siedlungsentwicklung. Die Gemeinde Rust kann Kraft ihrer Planungshoheit die jetzige und zukünftige bauliche Entwicklung im Rahmen der Bauleitplanung aktiv gestalten. Ziel des nachhaltigen Flächenmanagements ist einerseits die planvolle und effiziente Nutzung der vorhanden kommunalen Ressourcen und andererseits dessen quantitativer und qualitativer Schutz. Dabei gilt es insbesondere, das langfristige Entwicklungspotenzial und die Bodennutzung zu optimieren, indem der Flächenverbrauch reduziert, Bauland bedarfsadäquat bereitgestellt und der Erhalt und die Wiederherstellung der Funktionen von Boden und Freiflächen gewährleistet wird.

Um der zunehmenden Baulandknappheit und der Neuinanspruchnahme von Freiflächen vorzubeugen, sind die Aktivierung von Baulücken sowie die Identifizierung von leerstehenden Gebäuden und Bauplätzen aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten bedeutsam. Hierdurch können ohne großen planerischen und finanziellen Aufwand Baulandpotenziale erschlossen und ein nachhaltiges Flächenmanagement gewährleistet werden.

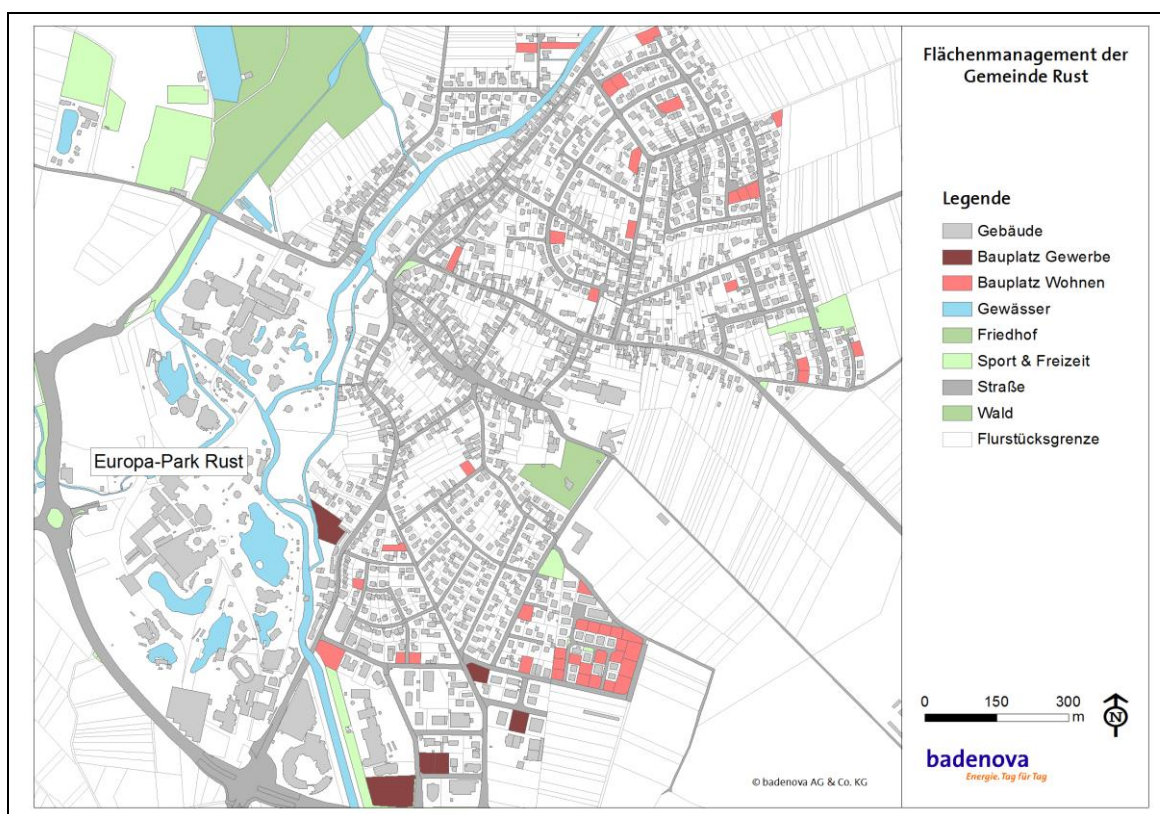


Abbildung 8 – Flächennutzung mit Bau- und Gewerbeflächen in der Gemeinde Rust

Mithilfe der Vor-Ort-Begehung und der automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) konnten für die Gemeinde Rust Potenzialflächen zur Nachverdichtung innerhalb des Siedlungsraums identifiziert werden (siehe Abbildung 8). Insgesamt sind in Rust noch 46 Flurstücke als Bauplätze für den Wohnungsbau (ca. 31,7 ha) und 6

Flurstücke als gewerbliche Bauplätze (ca. 14,3 ha) vorhanden. Bei der Erschließung dieser Bauflächen sollten die Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung diskutiert werden. Die Bebauung sollte zum Beispiel so angelegt sein, dass regenerative Energien (z.B. Photovoltaik) problemlos und mit hoher Effizienz anzuwenden sind.

Durch die Vor-Ort-Begehung ist nur ein leerstehendes bzw. unbewohntes Gebäude ausfindig gemacht worden. Potenziale für Nachverdichtungen bieten aber auch ungenutzte Scheunen, die durch eine Umnutzung zu einer Nutzwertsteigerung dieser Flächen führen könnten.

3. Energienutzung und CO₂-Bilanz

3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die Stromverbrauchsdaten des Bilanzjahres 2013, aggregiert auf die gesamte Gemeinde, sowie aktuelle Verbrauchsdaten der Straßenbeleuchtung wurden durch eine Abfrage beim örtlichen Stromnetzbetreiber, der NetzeBW, erhoben. Die Gemeindeverwaltung stellte zusätzlich detaillierte Stromverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften zur Verfügung.

Nach diesen Daten lag der gesamte Stromverbrauch in Rust bei rund 52.129 MWh im Jahr 2013. Da der Europa-Park einen sehr großen Anteil am Gesamtstromverbrauch aufweist, werden im Folgenden die Verbrauchsangaben und prozentualen Anteile (Abbildung 9) ohne den Stromverbrauch des Europa-Parks genannt, da sich sonst keine aussagekräftigen Ergebnisse hinsichtlich der kommunalen Klimaschutzbemühungen machen lassen.

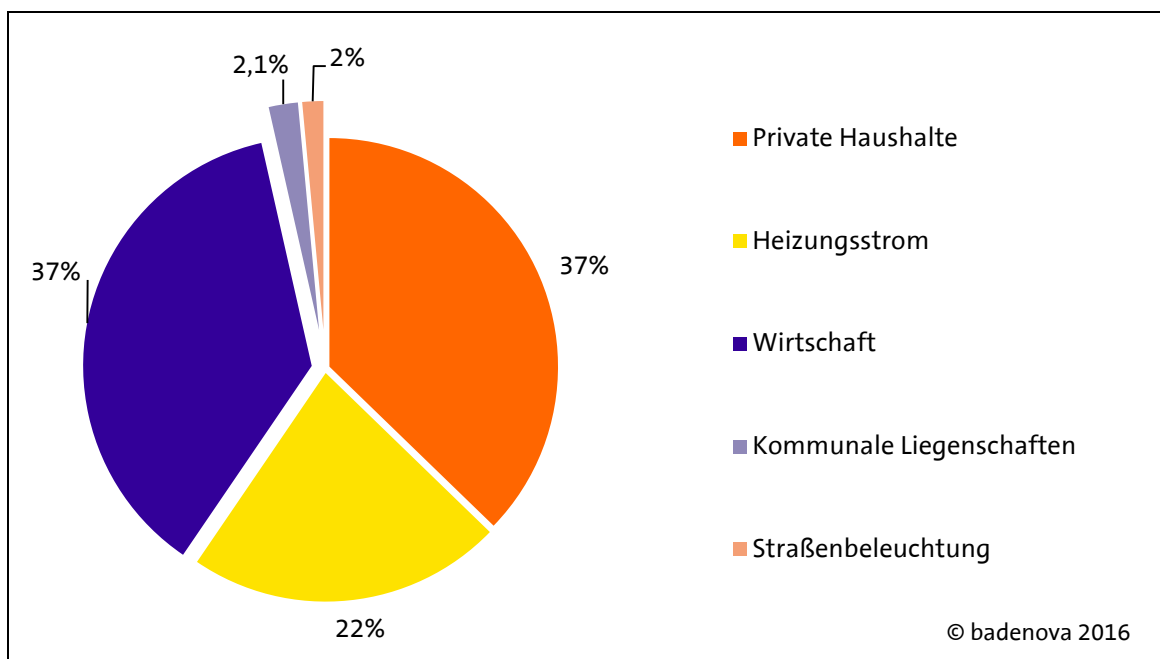


Abbildung 9 – Gesamtstromverbrauch in Rust nach Sektoren (ohne Europa-Park)

Der Sektor Wirtschaft hat vor diesem Hintergrund mit 37 % und ca. 5.131 MWh/Jahr einen gleich großen Anteil am jährlichen Stromverbrauch, wie der Private Sektor mit einem Verbrauch von 5.174 MWh/Jahr. Der Heizungsstrom ist für 22 % des Gesamtstromverbrauchs verantwortlich. Hier lässt die Datengrundlage jedoch keine Trennung zwischen Europa-Park und Gemeinde zu. Insbesondere im Europa-Park werden ca. 45 Wärmepumpen betrieben, deren Stromverbrauch in die Angaben mit einfließen. Zu beachten ist auch, dass Rust viele neue Wohnbauten aufweist, in denen Luft-Wärmepumpen im Allgemeinen einen hohen Marktanteil an den installierten Heizungssystemen haben. Zusam-

mengefasst ist daher der Heizungsstromverbrauch in Relation zu ähnlich großen Gemeinden sehr hoch. In diesen liegt der Anteil des Heizungsstromverbrauchs in der Regel zwischen ca. 10 und 16 %.

Unter Berücksichtigung des Stromverbrauchs des Europa-Parks nehmen die Haushalte am Gesamtverbrauch einen Anteil von nur knapp 10 % und die kommunalen Liegenschaften nur 0,9 % ein.

Der restliche Stromverbrauch in Rust ist dem Sektor kommunale Liegenschaften (2,1 %) und der Straßenbeleuchtung der Gemeinde (2 %) zuzuordnen (vgl. Abbildung 9). Der Stromverbrauch der kommunalen Gebäude betrug in 2013 ca. 286 MWh. Nicht enthalten ist der Stromverbrauch privat genutzter Wohnungen in kommunalen Gebäuden. Den höchsten Einzelverbrauch hat die Straßenbeleuchtung mit ca. 206 MWh im Jahr 2013. Danach folgen Grundschule, Rathaus und Rheingießehalle mit zusammen ca. 145,5 MWh/Jahr. Das Alte Rathaus, in dem der Bürgersaal kommunal genutzt wird, weist einen Stromverbrauch von ca. 2 MWh/Jahr auf, ohne Stromheizung. Alle weiteren kommunalen Gebäude weisen Stromverbrauchszahlen von unter 14 MWh pro Jahr auf (vgl. Abbildung 10).

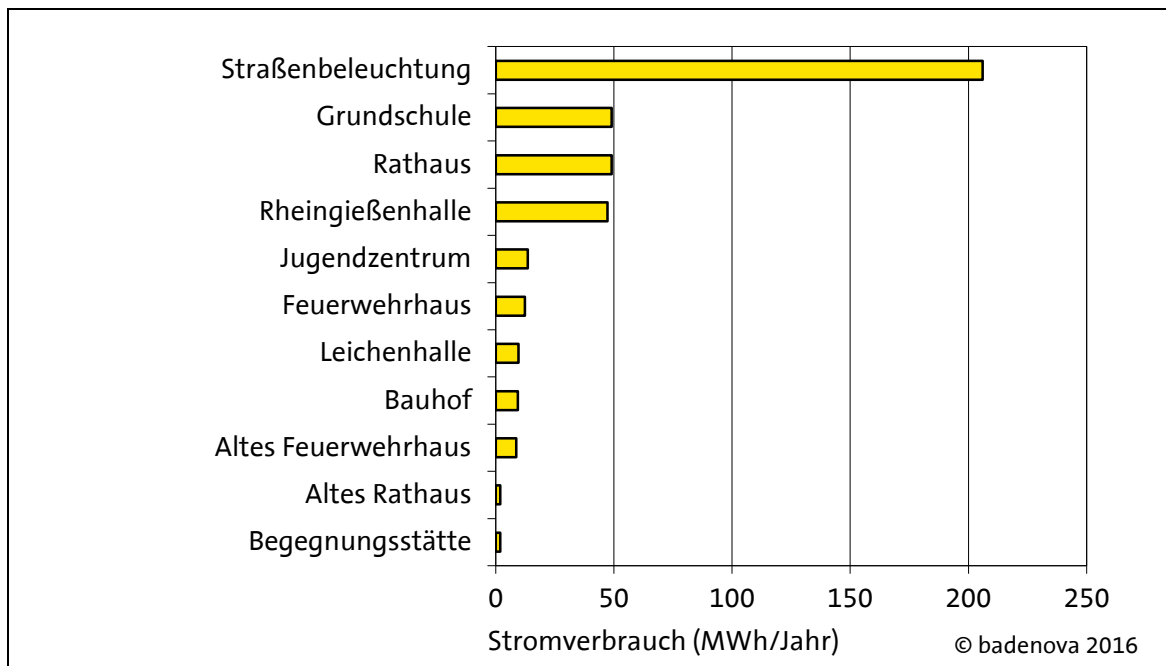


Abbildung 10 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013)

Zusätzlich zu diesen Verbräuchen der kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2013 laut Auskunft des Stromnetzbetreibers ca. 206 MWh Strom für die Straßenbeleuchtung der Gemeinde verbraucht, der 2014 auf ca. 208 MWh leicht angestiegen ist (Abbildung 11). Allerdings konnten 2015 zahlreiche Lampen saniert und mit LED bestückt werden, so dass zwischenzeitlich mit einem geringeren Stromverbrauch zu rechnen ist. Insgesamt gibt es in der Gemeinde - nach aktuellen Angaben - 650 Straßenlampen, von denen 367 mit LED-Leuchtmittel betrieben werden und der Rest als Natriumdampflampen. Der Austausch hin zu hocheffizienten LED-Leuchten sollte in Zukunft schrittweise fortgeführt werden.

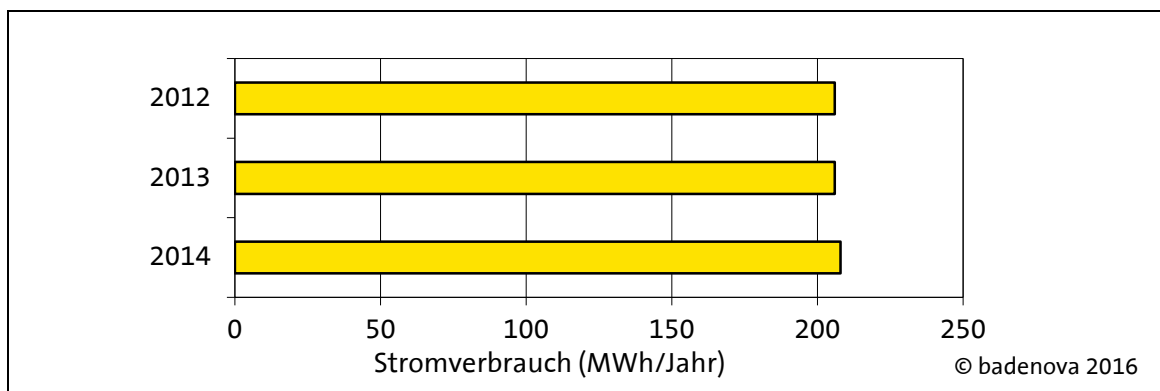


Abbildung 11 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2012-2015)

Für den Vergleich der Straßenbeleuchtung mit anderen Gemeinden wurde der Strombedarf auf die Einwohnerzahl bezogen. In Rust wurden im Durchschnitt der Jahre 2012 bis 2014 ca. 54 kWh Strom pro Einwohner für die Straßenbeleuchtung aufgewendet. Damit lag die Gemeinde knapp über dem Mittelwert von 52 kWh/Jahr der 42 Referenzgemeinden (vgl. Abbildung 12). Für die Folgejahre wird ein Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung erwartet, der deutlich unter dem Wert von 2014 liegt.

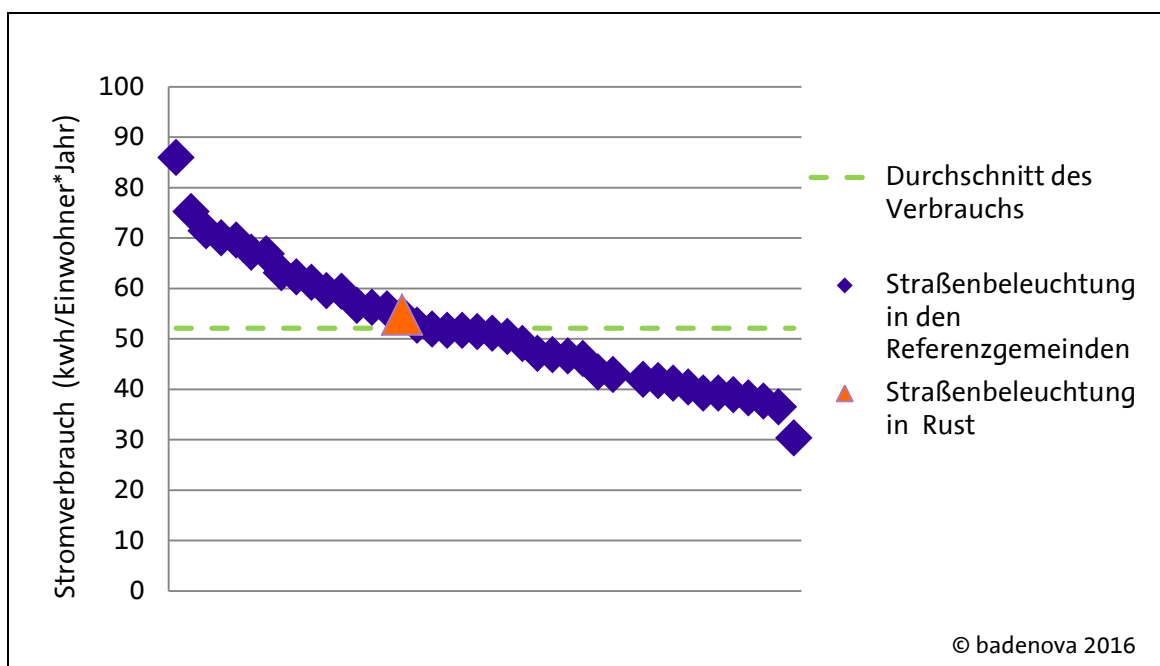


Abbildung 12 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr

Im Zuge einer fortlaufenden Modernisierung der Straßenbeleuchtung in der Gemeinde kann Rust weiterhin ein gewisses Potenzial zur Verbesserung der Effizienz und dadurch zur Energieeinsparung nutzen, wenn die restlichen Natrium-Dampflampen ebenfalls ausgetauscht würden. Durch den Austausch der bisherigen Na-Dampfleuchten durch LED-Technik kann im Einzelfall mit einer Stromeinsparung von bis zu 55 % gerechnet werden. Schon heute könnte sich daher der

Austausch von Natriumdampflampen durch LED-Lampen auch wirtschaftlich lohnen, da die Preise für LED-Lampen weiterhin sinken und lukrative Contracting-Angebote auf dem Markt existieren.

3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zu Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden ebenfalls beim Stromnetzbetreiber NetzeBW abgefragt. Danach wurde der Strom aus erneuerbaren Energien in Rust im Jahr 2013 durch 131 PV-Anlagen erzeugt. Im Jahr 2014 kamen weitere neun Anlagen hinzu, so dass die bisher registrierte Gesamteinspeisung bei 1.436 MWh/Jahr liegt. Mit 230 kW_p Leistung befindet sich eine der größten Photovoltaikanlagen in Rust im Europa-Park. Dort wird auch eine Wasserkraftanlage entlang der Elz betrieben. Laut Anlagenbetreiber liegt deren durchschnittliche Einspeisemenge bei 630 MWh pro Jahr.

Im Jahr 2013 deckten die EEG-Anlagen somit ca. 13,4 % des Stromverbrauchs der Gemeinde aber nur 3,6 % des gesamten Stromverbrauchs inklusive des Europa-Parks. Im Jahr 2014 konnte der Anteil ungefähr auf fast 15 % bzw. 4 % gesteigert werden. Nach Angaben des Europa-Park-Betreibers wurden 2015 ca. 6,4 % des Energieverbrauchs im Unternehmen durch ökologische und nachhaltige Techniken vom Park selber erzeugt (Europa-Park 2016).

Neben den genannten Stromeinspeiseanlagen auf Basis erneuerbarer Energien könnten zukünftig auch konventionelle Erzeugungsanlagen, z.B. kleinere Blockheizkraftwerke (BHKW), einen größeren Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz leisten. KWK-Systeme bieten den Vorteil, dass sie gleichzeitig Wärme und Strom in einer Anlage erzeugen. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems ist hierbei höher als bei der ausschließlichen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 13).

In Rust waren im Jahr 2013 KWK-Anlagen verzeichnet, die 16 MWh elektrische Energie ins Stromnetz eingespeist haben. Das waren 0,1 % des Gesamtstromverbrauchs, ohne den des Europa-Parks. Seit 2014 werden zwei Blockheizkraftwerke im Europa-Park betrieben, die laut Unternehmensangabe zusammen 2.650 MWh/Jahr Strom erzeugen.

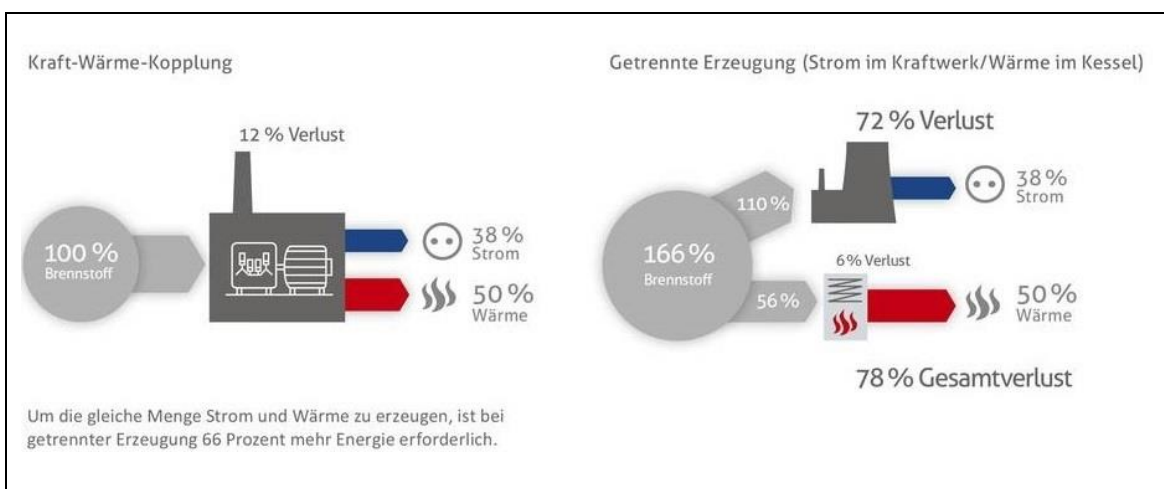


Abbildung 13 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011)

3.1.3 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Gemeinde Rust wurde der Emissionsfaktor von 0,617 t CO₂/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2014), vgl. Kapitel 9.3. Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO₂-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Gemeinde ca. 18.098 t im Jahr 2013.

Durch die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien trägt Rust dazu bei, dass sich die CO₂-Belastung des Strommixes verbessert. Da die CO₂-Emissionen dieser Anlagen deutlich niedriger sind als der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes, wurde zusätzlich ein kommunaler Strommix für Rust berechnet, in dem diese Anlagen berücksichtigt werden. Für die Berechnung des kommunalen Strommixes wurden Emissionsfaktoren von 0,061 t CO₂/MWh für Strom aus Photovoltaik-Anlagen und 0,003 t CO₂/MWh für Strom aus Wasserkraftanlagen angesetzt (IFEU, 2014; IFEU, 2015). Durch den Strom aus erneuerbaren Energien konnten in Rust im Jahr 2013, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix, 1.067 t CO₂ (2014: ca. 1.182 t) vermieden werden.

3.2 Wärmeverbrauch und Wärmebedarfsdeckung

3.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Der örtliche Erdgasnetzbetreiber bnNETZE GmbH stellte die aktuellen Gasverbrauchsdaten zur Verfügung. Diese Daten waren zu ergänzen durch Informationen über die anderen Heizenergieträger Heizöl, Flüssiggas, Energieholz (z.B. Scheitholz, Holzpellets usw.), Solarthermie und Strom für Wärmepumpen, die wie folgt erhoben wurden:

- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des LUBWs (LUBW, 2015) zu dem Energieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen. Zusätzlich wurde die Heizanlagenstatistik der zuständigen Bezirksschornsteinfeger datenschutzkonform zur Verfügung gestellt.
- Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Gemeinde zugestellten Fragebogen haben jedoch lediglich fünf Unternehmen geantwortet.
- Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank „Solaratlas.de“ ermittelt. Diese Datenbank erfasst jedoch nur solarthermische Anlagen, die durch das bundesweite Marktanzreizprogramm gefördert wurden.
- Erdwärme nutzende Anlagen konnten aus der Bohrdatenbank des Regierungspräsidiums Freiburg (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) ermittelt werden (LGRB 2016).
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich, zusammen mit der Gebäude- und Siedlungsstruktur (vgl. Kapitel 2.3), der Gesamtwärmeverbrauch in Rust abschätzen (vgl. Kapitel 9).

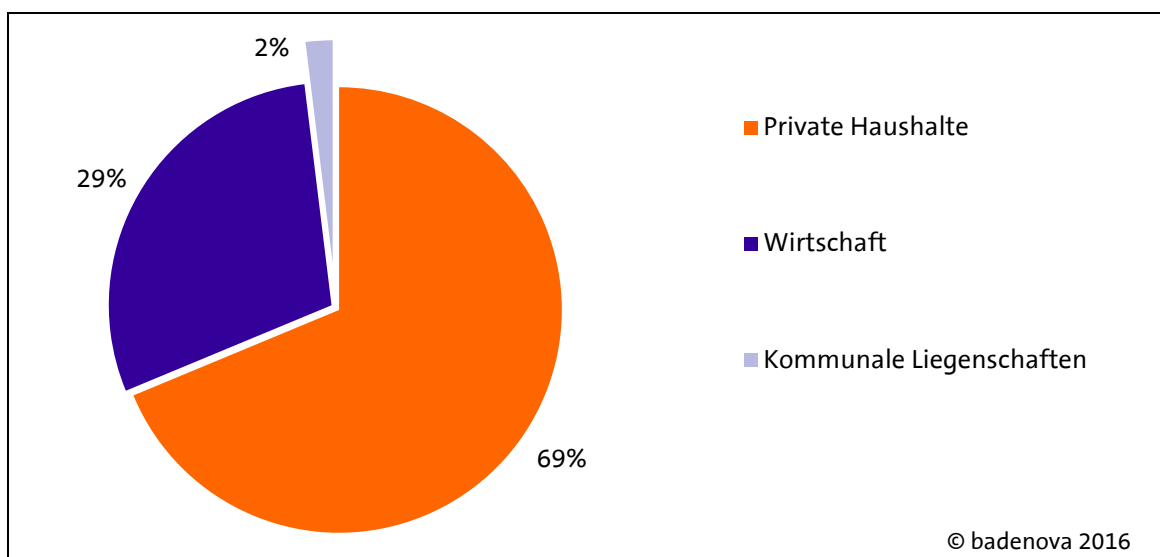


Abbildung 14 – Wärmeverbrauch nach Sektoren in Rust (ohne Europa-Park)

Dieser beträgt im Jahr 2013 ohne Berücksichtigung des Europa-Parks rund 32.760 MWh. Betrachtet man den Wärmeverbrauch nach Sektoren, wird deutlich, dass die privaten Haushalte mit 69 % den höchsten Wärmeverbrauch darstellen. Die örtlichen Gewerbebetriebe und Gastgewerbe nehmen einen Anteil von 29 % ein (vgl. Abbildung 14). Nur 2 % des Wärmeverbrauchs benötigen die kommunalen Liegenschaften.

Unter Berücksichtigung des Wärmeverbrauchs des Europa-Parks nehmen die Haushalte am Gesamtverbrauch einen Anteil von nur 42 % ein und die kommunalen Liegenschaften nur 1,2 %.

3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen wird zur Deckung des jährlichen Wärmeverbrauchs in Rust zum größten Teil Heizöl (43 %, ca. 13.969 MWh) eingesetzt. Erdgas (29 %, ca. 9.573 MWh) und Energieholz (17 %, ca. 5.611 MWh) stehen an zweiter und dritter Stelle. Insgesamt werden bereits 18,5 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde durch erneuerbare Energiequellen (EEQ) erzeugt: Neben Energieholz werden auch Solarthermie (1,2 %, ca. 396 MWh) und Erdwärme, d.h. erdgekoppelte Wärmepumpen (0,1 %, 45 MWh) eingesetzt. Zusätzlich werden 9 % (ca. 3.094 MWh) des Wärmeverbrauchs durch Heizungsstrom gedeckt. Ein geringer Anteil von 0,2 % am Gesamtwärmebedarf (72 MWh) wird über sonstige fossile Energieträger (Kohle) gedeckt (vgl. Abbildung 15).

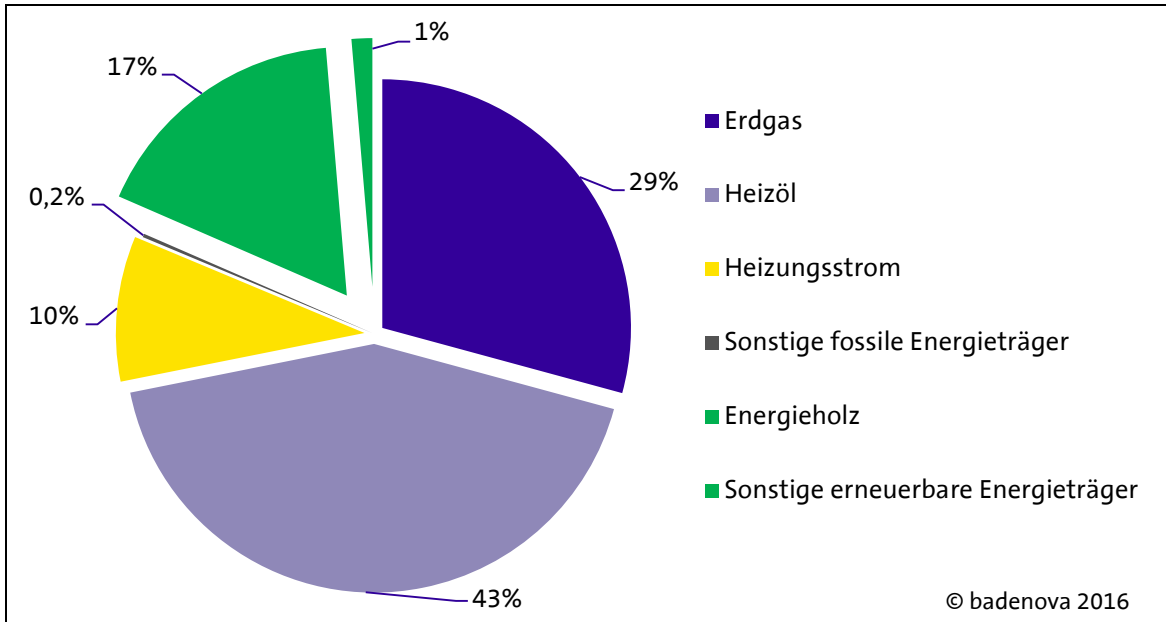


Abbildung 15 – Wärmeverbrauch nach Energieträgern in Rust (ohne Europa-Park)

Abbildung 16 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften.

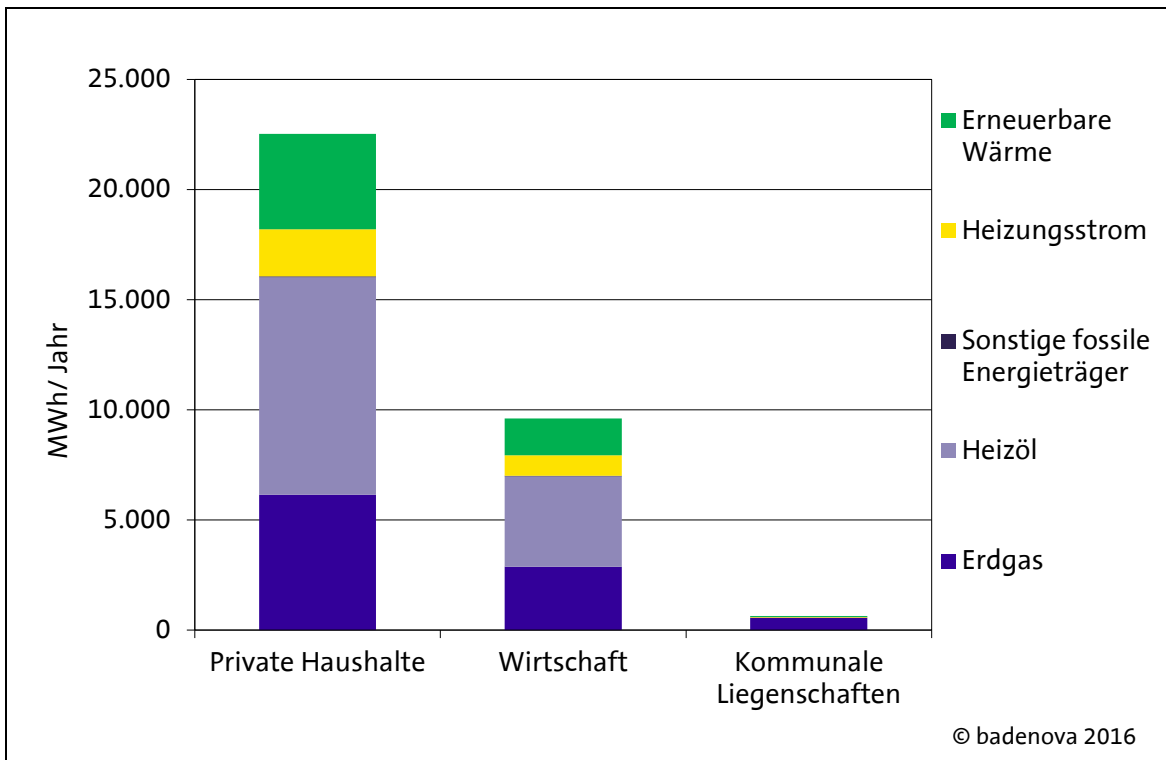


Abbildung 16 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (ohne Europa-Park)

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2013 ca. 637 MWh für die Wärmeversorgung benötigt. Davon wurden ca. 88 % aus Erdgas und geschätzt

7 % aus Energieholz bereitgestellt. Ein weiterer Anteil von ca. 5 % wurde durch Heizungsstrom gedeckt (vergl. Abbildung 17).

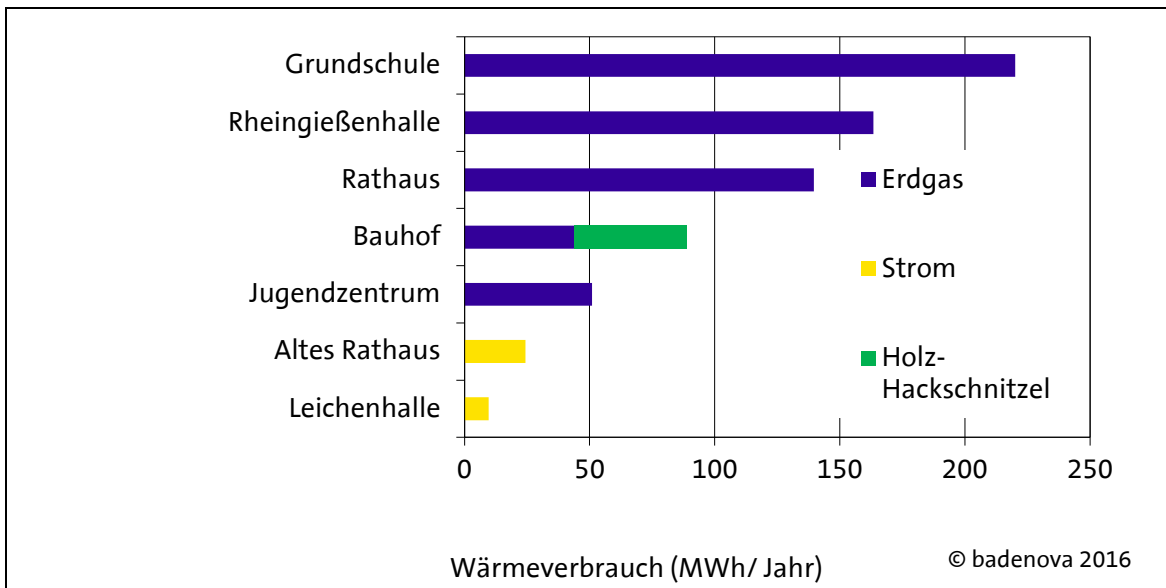


Abbildung 17 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013)

Den höchsten Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften weist mit ca. 220 MWh im Jahr 2013 die Grundschule auf. Ein weiterer großer Verbraucher ist die Rheingießen-Halle mit 163 MWh/Jahr, gefolgt vom Rathaus mit 140 MWh/Jahr. Weitaus geringeren Wärmebedarf hat der mit Erdgas und mit Holz versorgte Bauhof (89 MWh/Jahr) und das Jugendzentrum (51 MWh/Jahr). Die strombeheizten Gebäude der Einsegnungshalle und des Alten Rathauses benötigen zusammen 34 MWh pro Jahr.

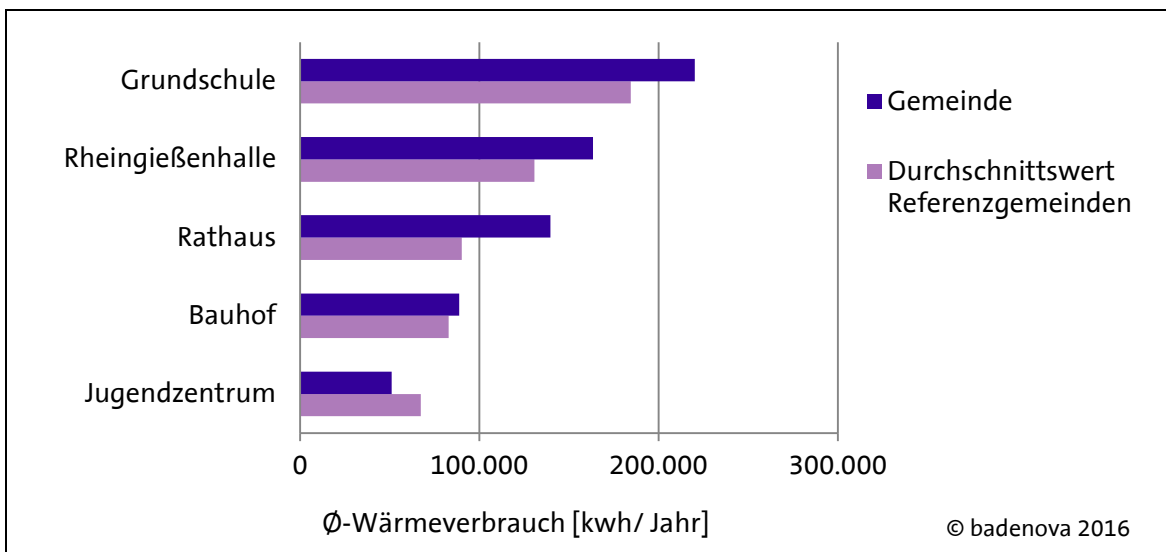


Abbildung 18 – Benchmark kommunaler Gebäude (2013) mit 310 Referenzgebäuden

Im Benchmark mit 310 kommunalen Referenzgebäuden weist lediglich das Rathaus einen etwas erhöhten absoluten Wärmeverbrauch auf. Alle anderen Gebäude liegen nur wenig über den Durchschnitt von Referenzgebäuden (Abbildung 18). Für das Rathaus liegen derzeit Sanierungspläne für das Jahr 2017 vor.

3.2.3 Wärmekataster

In einem Geographischen Informationssystem (GIS) können die Wärmebedarfsdaten (vgl. Abschnitt 9.2) mit Lageinformationen der Gebäude der Gemeinde zusammengeführt werden. Das sich hieraus ergebende Wärmekataster verdeutlicht die geographische Verteilung des Wärmebedarfs.

Als Auszug aus diesem Kataster zeigt Abbildung 19 den absoluten Wärmebedarf auf Gebäudeebene. Aus den Karten erkennt man deutlich die dunkelrot eingefärbten Gebäude oder Wärmeinseln mit hohem Wärmebedarf.

Zur weiteren Auswertung des Wärmebedarfs und zur Erörterung möglicher Versorgungsvarianten ist im Anhang das gesamte Wärmekataster von Rust in Form von Karten beigefügt. Wir verweisen auch auf unsere zusätzlichen Ausführungen in Kapitel 5 (Handlungsfelder), da die Höhe des Energieverbrauchs nicht zwangsläufig Begründung für die Neuinstallation einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage oder eines Nahwärmenetzes sein sollte.

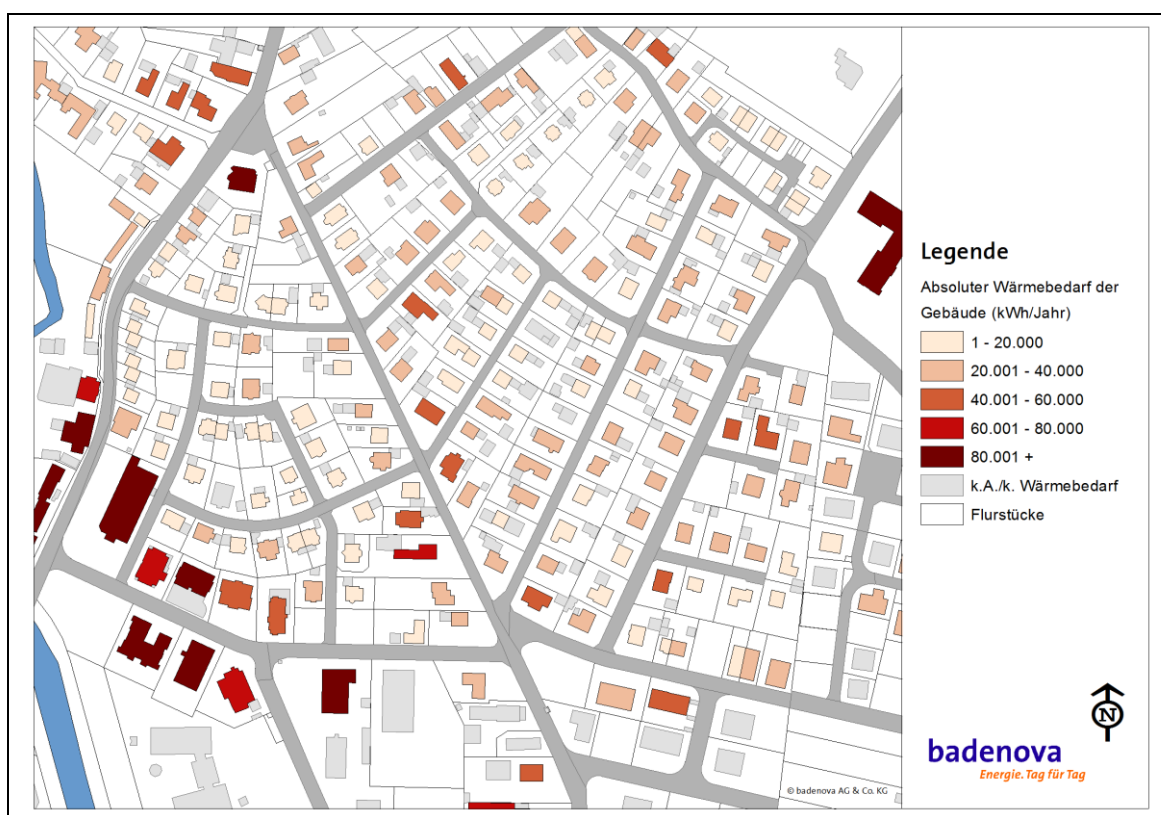


Abbildung 19 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene

3.2.4 CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Aus den Daten in Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2 ergibt sich, dass die Deckung des Wärmeverbrauchs in Rust für das Jahr 2013 zu CO₂-Emissionen in Höhe von etwa 8.974 t inklusive der Emissionen durch den verbrauchten Heizungsstrom führte. Unter Berücksichtigung des Europa-Parks erhöhen sich die wärmebedingten Emissionen auf 13.635 t CO₂.

Die kommunalen Liegenschaften sind mit ihrer Wärmeerzeugung für nur ca. 162 t CO₂ pro Jahr verantwortlich. Hier schneiden die mit Erdgas oder Strom beheizten Liegenschaften im Verhältnis zu ihrem Wärmeverbrauch schlechter ab als Liegenschaften, die von Energieholz mitbeheizt werden. Die höchsten CO₂-Emissionen hat mit weitem Abstand die erdgasbeheizte Grundschule mit ca. 127 t/Jahr (vgl. Abbildung 20).

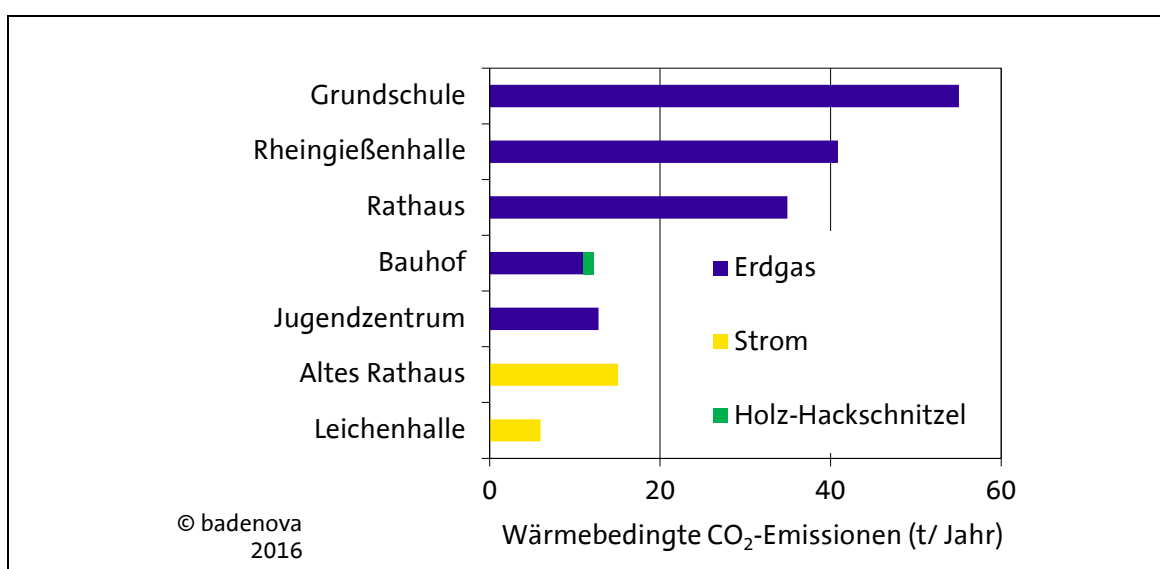


Abbildung 20 – CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2013)

Die Wärmeversorgung der privaten Haushalte führt zu CO₂-Emissionen in Höhe von 6.153 t pro Jahr, was 34 % der Gesamtemissionen ausmacht. Unter Berücksichtigung des Europa-Parks liegt der Anteil bei nur 13 %.

3.3 Verkehr

Neben den durch den Strom- und Wärmeverbrauch hervorgerufenen Emissionen fließt der Sektor Verkehr in erheblichem Maße in die Energie- und CO₂-Bilanz einer Gemeinde ein. Mit Daten zur Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart des Statistischen Landesamtes aus den Jahren 2011 bis 2013 konnten die CO₂-Emissionen der Gemeinde Rust ermittelt werden. Daten für das Bilanzjahr 2013 lagen bereits vor.

Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2013 von Rust (Datengrundlage: STALA BW, 2015a)

Jahr 2013	Kraftrad	Pkw	Leichte Nutzfahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge	Gesamt
Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)					
Außerortsstraßen ¹	180	5.920	210	345	6.655
Innerortsstraßen ²	104	3.637	190	186	4.118
Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)					
Benzin	7	278	1	0	286,5
Diesel		189	26	145	360,8
Energieverbrauch (Benzin und Diesel) (MWh)					7.948
CO₂-Emissionen (t)					2.462

Die Daten des Statistischen Landesamtes wurden mit unterschiedlichen Methoden erhoben. Während für Bundesautobahnen oder Bundesstraßen die Personenkilometer, die auf eine Gemeinde entfallen, aus den gesamten im Bundesland gefahrenen Kilometern auf die Gemeinde umgelegt werden (mit Hilfe der Länge der Straßen in km und der Einwohnerzahl der Gemeinde), wird die Fahrleistung für nachgeordnete Straßen (Land-, Kreis- und Gemeindestraßen) aus Fahrzeugzählungen ermittelt.

Eine exakte, auf die Gemarkung der Gemeinde Rust bezogene Aussage ist damit nicht möglich. Doch zeigt die in Tabelle 2 vorgenommene Abschätzung, welchen Anteil der Straßenverkehr sowohl am Energieverbrauch (Kraftstoff) als auch an den CO₂-Emissionen der Gemeinde hat. Insgesamt wurden demnach im Jahr 2013 7.948 MWh Energie durch den Einsatz von Benzin und Diesel im Verkehr in Rust verbraucht. Dabei verteilt sich der Energieeinsatz mit Übergewicht auf die Außerortsstraßen. Dieser Energieverbrauch liegt unter dem, der für die Gemeinde Rust erwartet wurde. Grund dafür ist die eher kurze Zufahrtsstraße zwischen östlicher Gemarkungsgrenze und dem Europa-Park. Trotz hohen Verkehrsaufkommens auf dieser Straße bleiben die gefahrenen Kfz-Kilometer pro 24 h daher

¹ Umfasst Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen

² Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

gering. Diese sind es aber, die den Kraftstoffverbrauch und damit die CO₂-Emissionen bedingen.

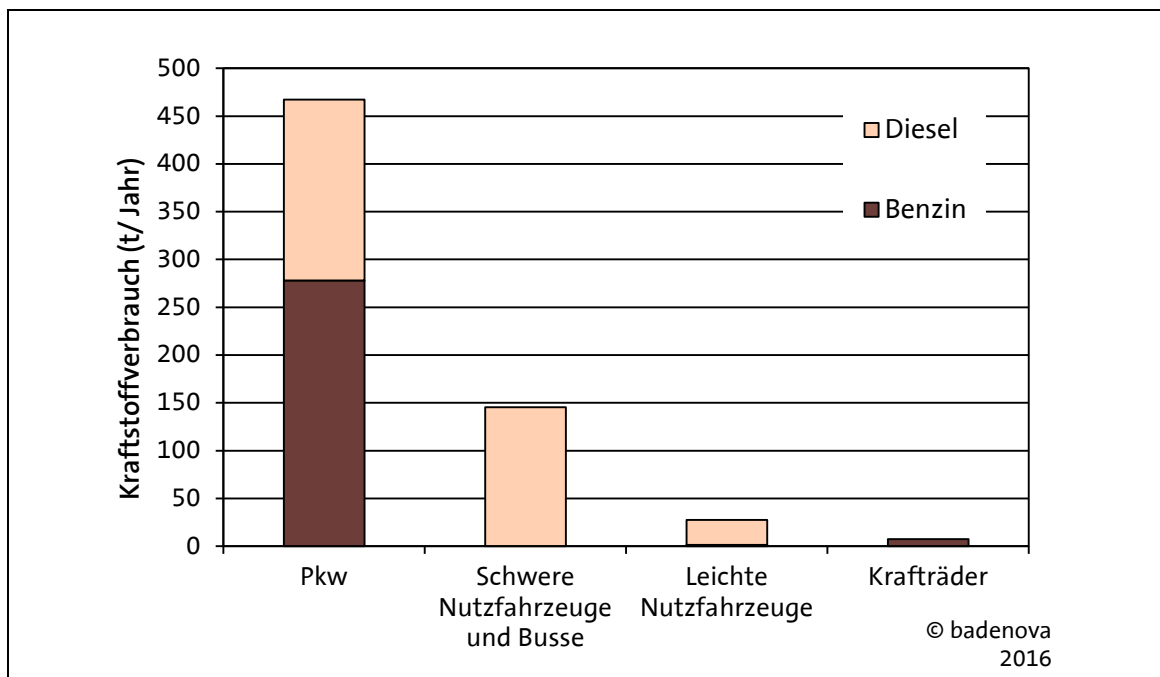


Abbildung 21 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in Rust (2013)

Die genaue Aufteilung des Energieverbrauchs nach Fahrzeugtyp ist in Abbildung 21 dargestellt. PKW sind für den größten Anteil (72 %) des verkehrsbedingten Energieverbrauchs verantwortlich, gefolgt von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen mit einem Anteil von 22 % am Energieverbrauch. Leichte Nutzfahrzeuge (4 %) und Krafträder (1 %) machen nur einen geringen Anteil des Energieverbrauchs aus. Insgesamt wurden im Jahr 2013 durch den Verkehr 2.462 t CO₂-Emissionen ausgestoßen.

Der mit 5 % Anteil relativ geringe Einfluss des Verkehrs auf die Gesamtemissionen der Gemeinde (mit Europa-Park) sollte kein Grund dafür sein, bei der Definition von Klimaschutzmaßnahmen das Handlungsfeld Mobilität zu vernachlässigen, da die tatsächlichen Beeinträchtigungen der Bewohner durch den Verkehr vermutlich deutlich größer sind als der eigentliche Energieverbrauch.

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

3.4.1 Gesamtenergiebilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch sowie den Energieverbrauch des Verkehrs in Rust zusammen, ergibt dies unter Ausschluss des Europa-Parks einen Gesamtenergieverbrauch von rund 51.506 MWh im Jahr 2013. Der Sektor private Haushalte trägt mit rund 54 % zum Gesamtenergieverbrauch bei. Der Wirtschaftssektor hat einen Anteil von 29 % am Verbrauch und der Sektor Verkehr

hat einen Anteil von 15 %. Mit knapp 2,2% am Gesamtenergieverbrauch weisen die kommunalen Liegenschaften einen geringen Anteil auf (vgl. Abbildung 22).

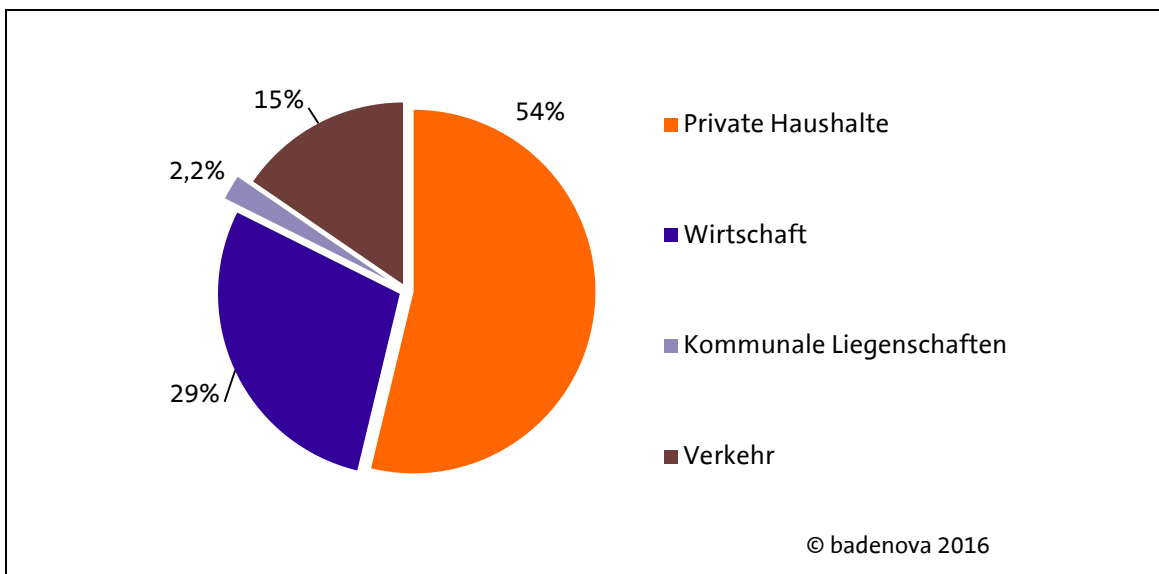


Abbildung 22 – Gesamtenergieverbrauch in Rust nach Sektoren (ohne Europa-Park)

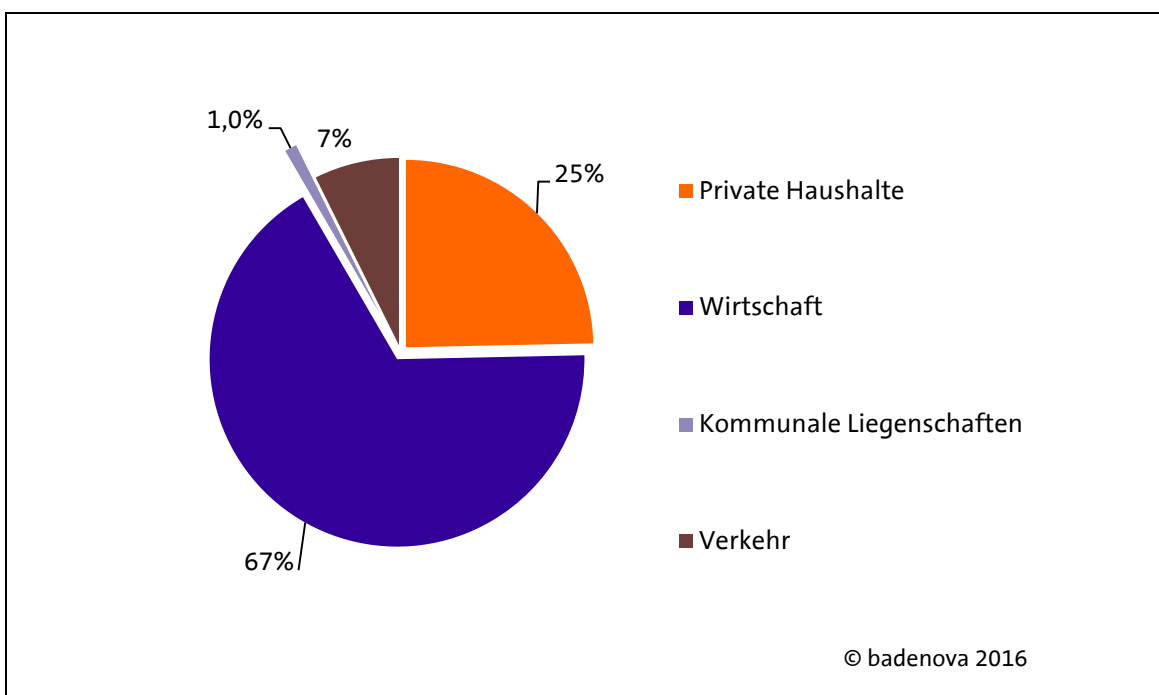


Abbildung 23 – Gesamtenergieverbrauch in Rust nach Sektoren (mit Europa-Park)

In Abbildung 23 sind die Anteile der Sektoren unter Berücksichtigung des Europa-Parks dargestellt. Die Privaten Haushalte weisen dann einen Gesamtenergieanteil von nur noch 25 % auf. Die Wirtschaft bedingt 67 % und der Verkehr 7 % des Gesamtenergieverbrauchs. Mit 1,0 % sinkt der kommunale Anteil am Gesamtenergieverbrauch nochmals deutlich ab.

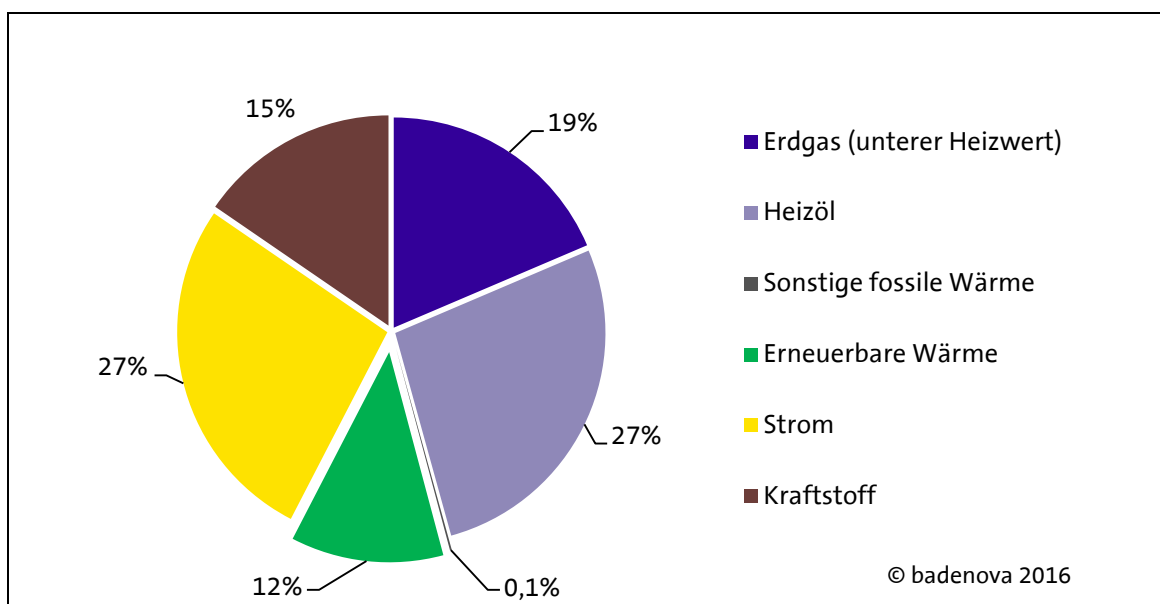


Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger (ohne Europa-Park)

Bei der Aufteilung nach Energieträgern ist deutlich zu erkennen, dass die Energieträger Strom (27 %) und Heizöl (27 %) den größten Anteil am Energieverbrauch der Gemeinde Rust haben. An dritter Stelle bei der Energiebereitstellung steht das Erdgas mit 19 % Anteil. Der Gesamtenergiebedarf wird insgesamt zu 12 % durch erneuerbare Energien wie Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme gedeckt. Einen geringen Anteil von 0,1 % haben sonstige fossile Energieträger wie z.B. Kohle (vgl. Abbildung 24). In Abbildung 25 wird der Gesamtenergieverbrauch unter Ausschluss des Europa-Parks nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

Der Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften lag im Jahr 2013 in Rust bei ca. 1.129 MWh. Die Grundschule weist mit insgesamt rund 269 MWh im Jahr 2013 den höchsten Energieverbrauch aller kommunalen Liegenschaften in Rust auf. Weitere große kommunale Verbraucher sind die Rheingießen-Halle mit 211 MWh/Jahr, die Straßenbeleuchtung mit 206 MWh und das Rathaus mit 189 MWh/Jahr (vgl. Abbildung 26). Alle anderen Gebäude (Bauhof, Altes Rathaus, Leichenhalle und Jugendzentrum) benötigten zusammen ca. 199 MWh Energie im Jahr 2013.

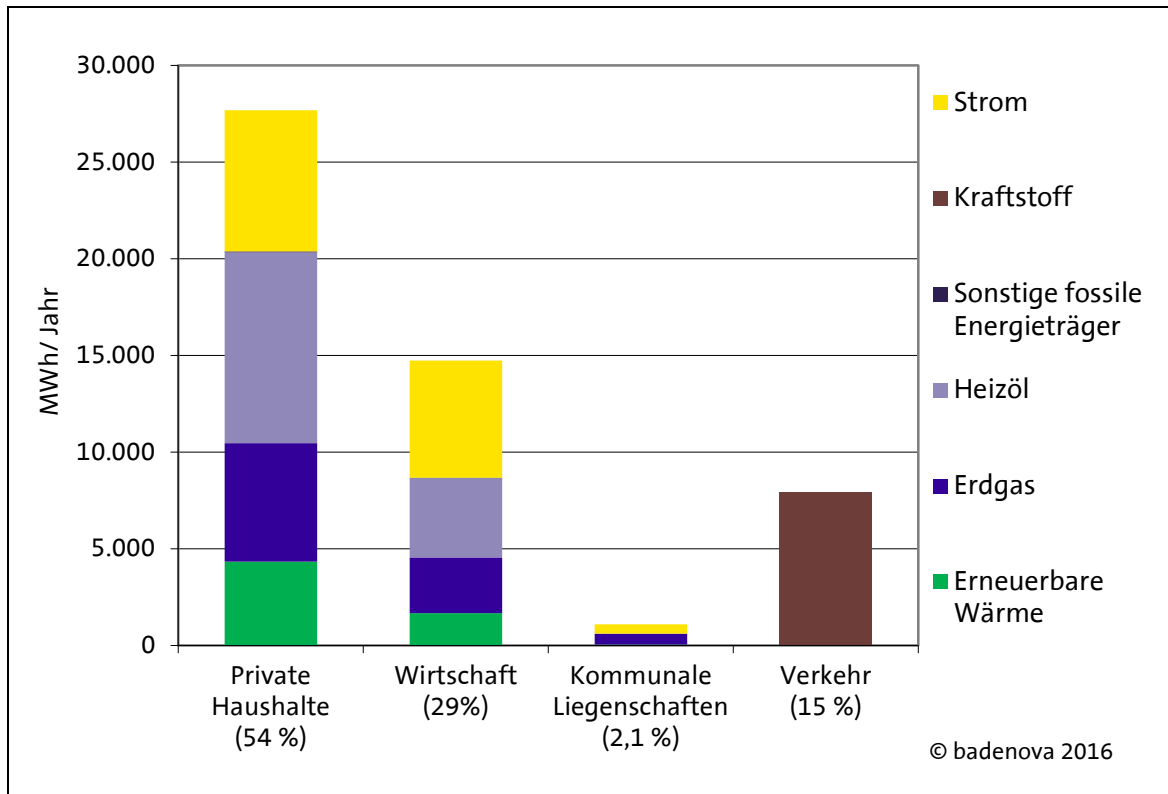


Abbildung 25 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (ohne Europa-Park)

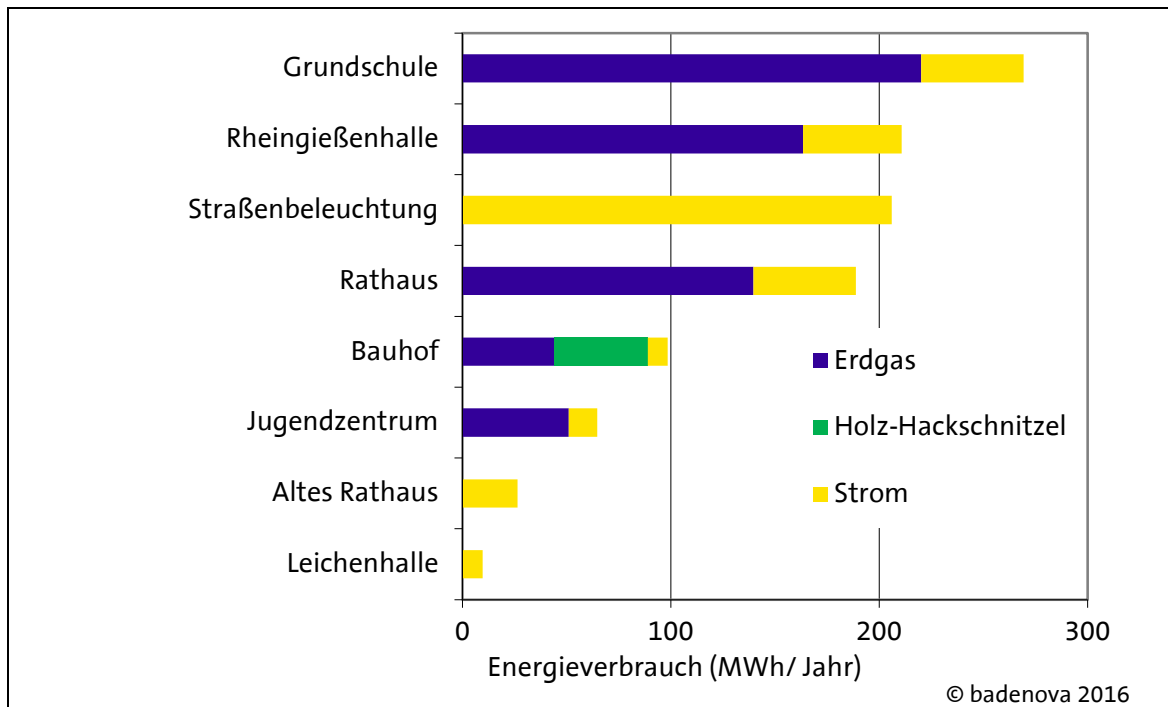


Abbildung 26 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Rust (2013)

3.4.2 Gesamt-CO₂-Bilanz

Insgesamt wurden in Rust im Jahr 2013 ca. 18.098 t CO₂ ausgestoßen. Der Sektor Private Haushalte ist mit 52 % für den weitaus größten Teil dieser CO₂-Emissionen verantwortlich. Die Sektoren Wirtschaft und Verkehr tragen mit 32 % und 14 % zu den CO₂-Emissionen der Gemeinde bei. Die kommunalen Liegenschaften sind für knapp 2,6 % der CO₂-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 27).

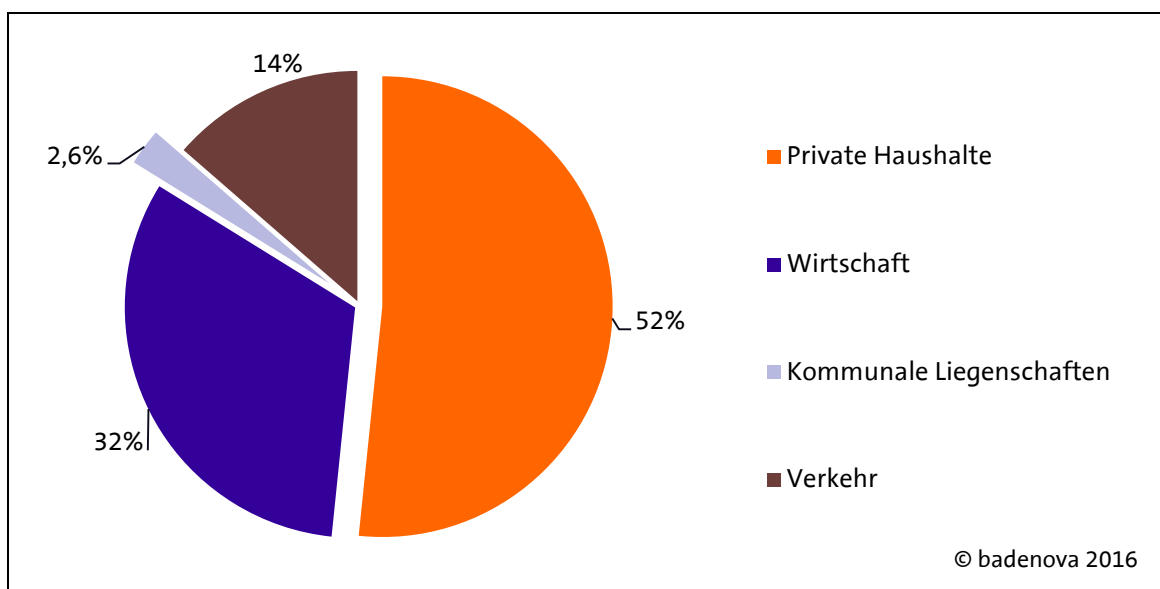


Abbildung 27 – CO₂-Emissionen in Rust nach Sektoren (ohne Europa-Park)

Unter Berücksichtigung des Europa-Parks verursachte die Wirtschaft 75 % aller CO₂-Emissionen. Der Betrieb des Europa-Parks als eines der Wirtschaftsunternehmen verursacht alleine ungefähr 61 % der gesamten CO₂-Emissionen in Rust. 25 % sind durch Verkehr, durch Kommune und durch die privaten Haushalte bedingt.

Bezogen auf die Energieträger ist der Stromverbrauch mit 47 % an den CO₂-Emissionen beteiligt, obwohl der Stromverbrauch nur 27 % des Gesamtenergieverbrauchs der Gemeinde (ohne den Europa-Park) ausmacht. Dies liegt an der verhältnismäßig hohen CO₂-Belastung des deutschen Strommixes. An dritter und vierter Stelle stehen Heizöl (25 %), Kraftstoff (14 %) und Erdgas (13 %). Sehr gut schneiden die erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeerzeugung selbst keine CO₂-Emissionen anfallen. Energieholz, bei dem vor allem die Transportwege zum Tragen kommen, verursacht lediglich ca. 1 % der Gesamtemissionen. Solarthermie und Umweltwärme verursachen jeweils ca. 0,05 % der Gesamtemissionen (vgl. Abbildung 28).

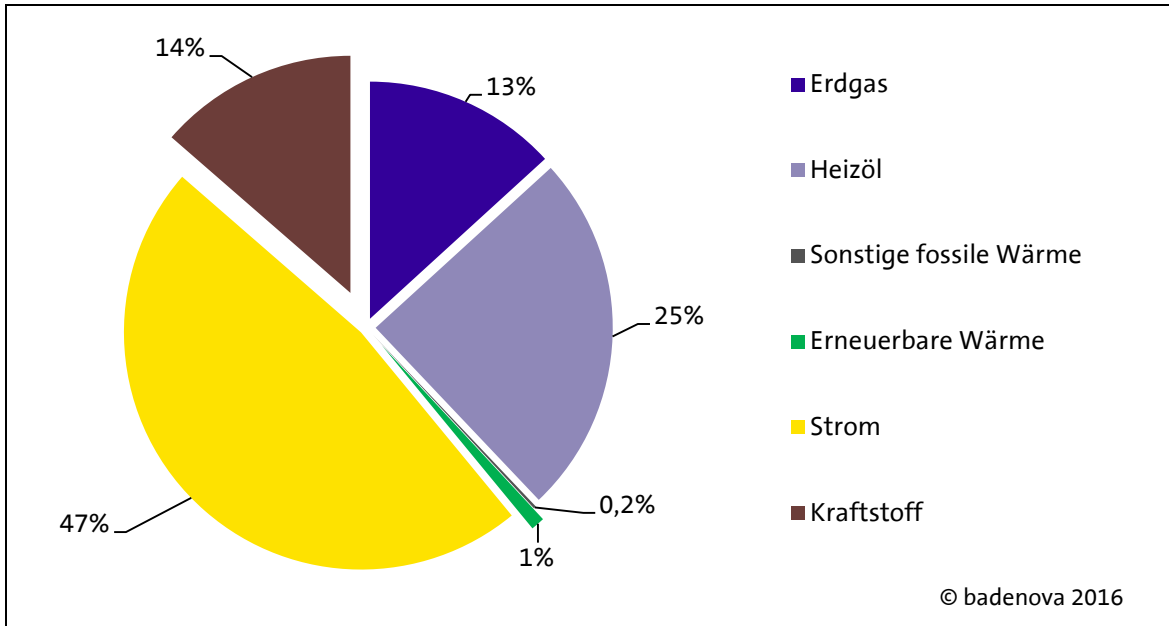


Abbildung 28 – CO₂-Emissionen nach Energieträgern (ohne Europa-Park)

Abbildung 29 zeigt die Aufteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträger. Hier wird nochmals deutlich, dass der Stromverbrauch in den Sektoren Private, Wirtschaft und Kommune die meisten CO₂-Emissionen verursacht.

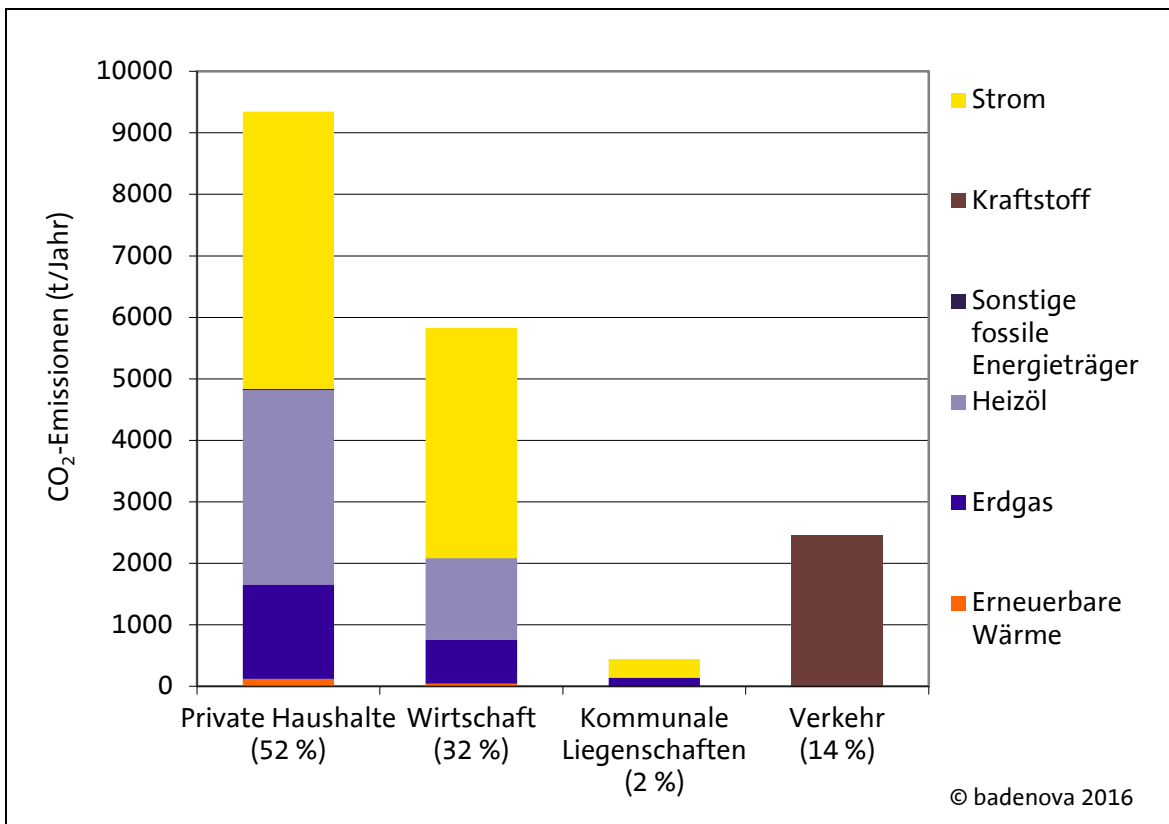


Abbildung 29 – CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern (ohne Europa-Park)

Die kommunalen Liegenschaften zusammen mit der Straßenbeleuchtung haben in Rust im Jahr 2013 rund 465 t CO₂-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht. Die größten Anteile daran hat die Straßenbeleuchtung mit ca. 127 t CO₂. Rathaus, Rheingieß-Halle und Grundschule emittierten im Jahr 2013 jeweils ca. 30 t CO₂. Vergleicht man den Gesamtenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften, wird erneut die verhältnismäßig hohe CO₂-Belastung von Strom deutlich (vgl. Abbildung 30).

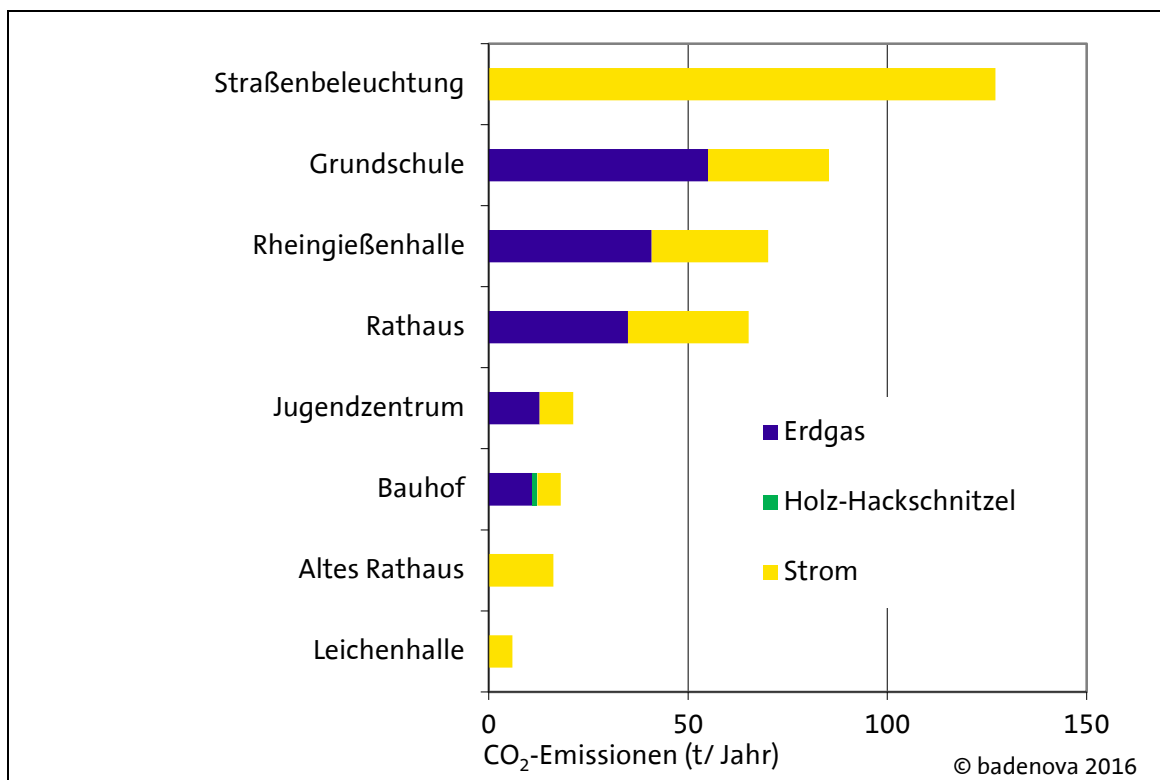


Abbildung 30 – CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Rust im Jahr 2013

Setzt man die Gesamtemissionen in Relation zur Einwohnerzahl, verursacht jeder Bürger von Rust Pro-Kopf-Emissionen von ca. 4,8 t CO₂/Jahr. Berücksichtigt man zusätzlich den individuellen Strommix der Gemeinde, der den lokal auf der Gemarkung produzierten Strom aus erneuerbaren Energien einbezieht, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 4,5 t CO₂/Jahr.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 pro Kopf durchschnittlich 6,6 t CO₂-Emissionen verursacht. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch gewerbe- oder industriointensive Standorte höhere Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. Außerdem können CO₂-Emissionen je nach konjunktureller Situation stark schwanken, wie dies z.B. im Jahr 2008 der Fall war.

In Tabelle 3 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz festgehalten und mit Durchschnittszahlen des Landes Baden-Württemberg verglichen. Tabelle 4 stellt eine Übersicht der Datengüte und Belastbarkeit gemäß dem BICO2 BW-Tool dar. Die Datengüte der Gesamtbilanz –

inklusive dem Europa-Park - erreicht 83 %, womit die Ergebnisse „gut belastbar“ sind (vgl. Kapitel 9.3.5).

Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO₂-Bilanz (2013). Die Daten inklusive dem Europa-Park stehen in Klammern.

	Rust	Baden- Württemberg	Einheit
Kommune gesamt			
Endenergie ohne Verkehr	11 (32)	19,9	MWh/Einwohner
CO ₂ Bundesmix	4,8 (12,2)	6,60	t/Einwohner
CO ₂ kommunaler Mix	4,5 (11,9)	k.A.	t/Einwohner
Anteil EEQ gesamt		k.A.	%
Anteil EEQ am Stromverbrauch	13,4 (3,6)	21,1	%
Anteil EEQ am Wärmeverbrauch	18,3 (11,8)	k.A.	%
Private Haushalte			
Stromverbrauch	1,4	1,6	MWh/Einwohner
Endenergiebedarf Wärme	5,9	6,7	MWh/Einwohner

Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO₂-Bilanz

Sektor	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	39 %	bedingt Belastbar
Wirtschaft	63 %	relativ belastbar
Kommunale Liegenschaften	100 %	Gut belastbar
Verkehr	56 %	relativ belastbar
Gesamtbilanz	83 %	Gut Belastbar

4. Potenziale erneuerbarer Energien

4.1 Solarenergie

4.1.1 Hintergrund

Die Gemeinde Rust liegt in einem Gebiet mit günstiger Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei bis zu 1.131 kWh/m² (RIPS der LUBW, 2012) und damit leicht über dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1.046 kWh/m² (DWD, 2013).

Mit 8,8 % Anteil an der Stromerzeugung leistet die Photovoltaik im Jahr 2013 bereits einen deutlichen Beitrag zum Klimaschutz in der Gemeinde (vgl. Kapitel 3.1.2). Die vorhandenen Solarthermieanlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 1.132 m² decken derzeit 1,2 % der Wärmeversorgung. Dennoch besteht in Rust bei der Nutzung der Solarenergie noch Ausbaupotenzial. Dieses wurde bereits durch das LUBW im Solaratlas Baden-Württemberg ermittelt und steht jedem Bürger in Baden-Württemberg öffentlich im Internet zur Verfügung (UIS der LUBW, 2016). Dabei werden die freien Dachflächen in folgende Dachkategorien eingeteilt: Sehr gut geeignete, gut geeignete und bedingt geeignete Dächer. Unter einer vierten Kategorie fallen Dächer, die für die Aufnahme von PV-Dachanlagen zu prüfen sind und die somit nicht in das Potenzial mit eingehen (LUBW, 2016).

Standortanalyse und Potenzialberechnung des Solaratlas Baden-Württemberg werden auf der Grundlage von hochaufgelösten Laserscandaten durchgeführt. Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell. Auf dieser Basis sind sehr gut geeignete Modulflächen solche Dachflächen, auf denen mehr als 95 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen. Dabei handelt es sich um überwiegend nach Süden ausgerichtete Dächer, die kaum oder keiner Verschattung unterliegen. Geeignete Modulflächen sind solche Dachflächen, auf die 80 – 94 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen und bedingt geeignete Flächen nehmen 75 – 79 % der Globalstrahlung auf (LUBW, 2016). Das Solarpotenzial der Flachdächer wurde anhand von Erfahrungswerten gesondert berechnet.

Für die Abschätzung des Strom- und Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese un bebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuft Dachflächen mit Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umzusetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Solarenergieausbaupotenzials.

4.1.2 Solarenergiepotenziale

Die Auswertung des Solaratlas für Rust ergab, dass 62,2 % der potenziellen Modulflächen als gut oder sehr gut geeignet eingeschätzt werden (Abbildung 31). Diese Dächer sind aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung sehr gut für eine Belegung mit solarthermischen Anlagen oder mit Photovoltaikanlagen geeignet.

Eine belastbare Aussage über Statik und Beschaffenheit der individuellen Dachpotenziale ist aber nur über eine Vor-Ort-Prüfung möglich.

Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Rust (Quelle: UIS der LUBW, 2015)

Dachausrichtung	Gesamtfläche (m ²)	Anteil an Gesamtfläche
Sehr gut geeignet	9.798	10,2%
Gut geeignet	49.968	52%
Bedingt geeignet	9.811	10,2%
Flachdächer	26.605	27,6%

In Abbildung 31 ist ein Ausschnitt aus dem für Rust erstellten Solarkataster des LUBW dargestellt. Die Eignungsgüte der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen.

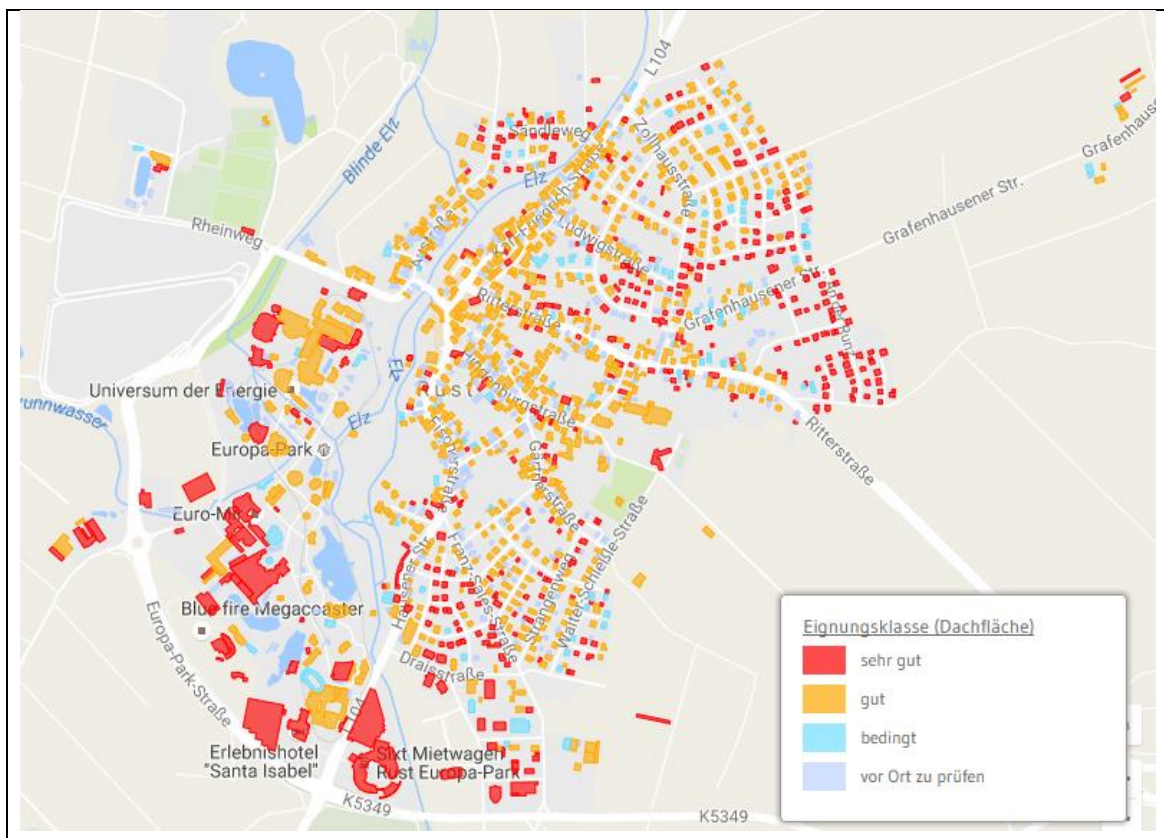


Abbildung 31 – Ausszug des Solarkatasters von Rust (Quelle: UIS der LUBW, 2016)

Die Solarstrahlung kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik) genutzt werden. Die Berechnung des solarenergetischen Potenzials umfasst daher zwei Szenarien: Szenario 1 geht davon aus, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird. In Szenario 2 wird davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird,

sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden³. Die Ergebnisse beider Szenarien sind in der Abbildung 32 dargestellt.

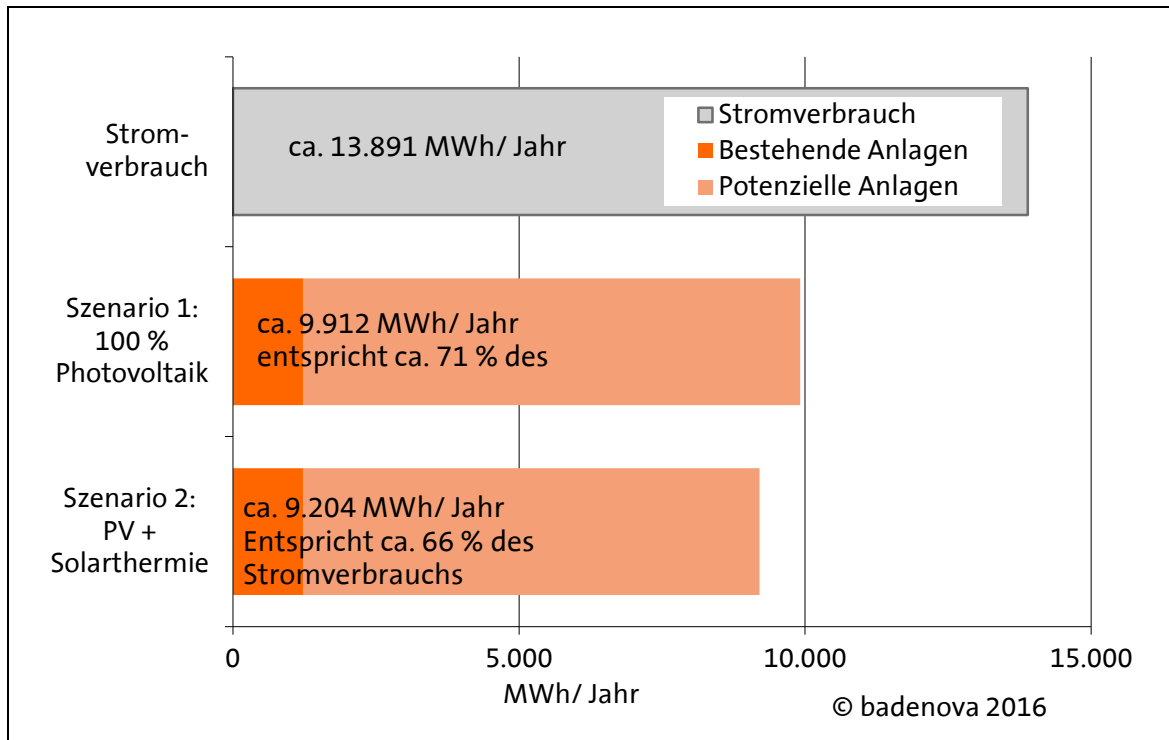


Abbildung 32 – Solarpotenziale der Gemeinde Rust

Zusammenfassend lassen sich aus den beiden untersuchten Szenarien folgende theoretische Schlussfolgerungen ziehen:

- Unter Annahme eines „100 % Photovoltaik Szenarios“ (Szenario 1) ließe sich der Anteil von PV am Stromverbrauch der Gemeinde auf ca. 71 % bzw. 9.912 MWh/Jahr erhöhen (Stand 2013).
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung (Szenario 2) könnten bei Verzicht von knapp 7 % des Solarstrompotenzials rund 60 % des Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 9.204 MWh/Jahr und entspricht 66 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeerzeugung liegt.

³ Solarthermieanlagen für die Warmwasserbereitstellung werden auf ca. 60 % des jährlichen Warmwasserbedarfs des Haushaltes ausgerichtet, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu maximieren. Größere Anlagen sind zwar möglich, produzieren allerdings im Sommer einen Überschuss an Wärme, der nicht genutzt werden kann (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007).

Durch einen weiteren Zubau von PV-Modulen und die Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum deutschen Strommix, insgesamt 5.099 t CO₂/Jahr vermieden werden. Die Ausschöpfung des Potenzials wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage (u.a. die Höhe der Stromeinspeisevergütung gemäß dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG)) und von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängen. Ausschlaggebend wird hier nicht nur die Höhe und Ausgestaltung der Einspeisevergütung, sondern die Herstellung eines sicheren und langfristigen Investitionsklimas für PV-Anlagen sein.

4.2 Energie aus Biomasse

4.2.1 Hintergrund

Biomasse als Energieträger in fester, flüssiger und gasförmiger Form nimmt in Deutschland insbesondere bei der Bereitstellung von regenerativer Wärme eine zentrale Rolle ein. Nach aktuellen Zahlen des Bundesumweltministeriums hatte die Biomasse 2013 in Deutschland einen Anteil von 88 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 32 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (BMWi, 2014). Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig (vgl. Abbildung 33). Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in der Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der Holzverarbeitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

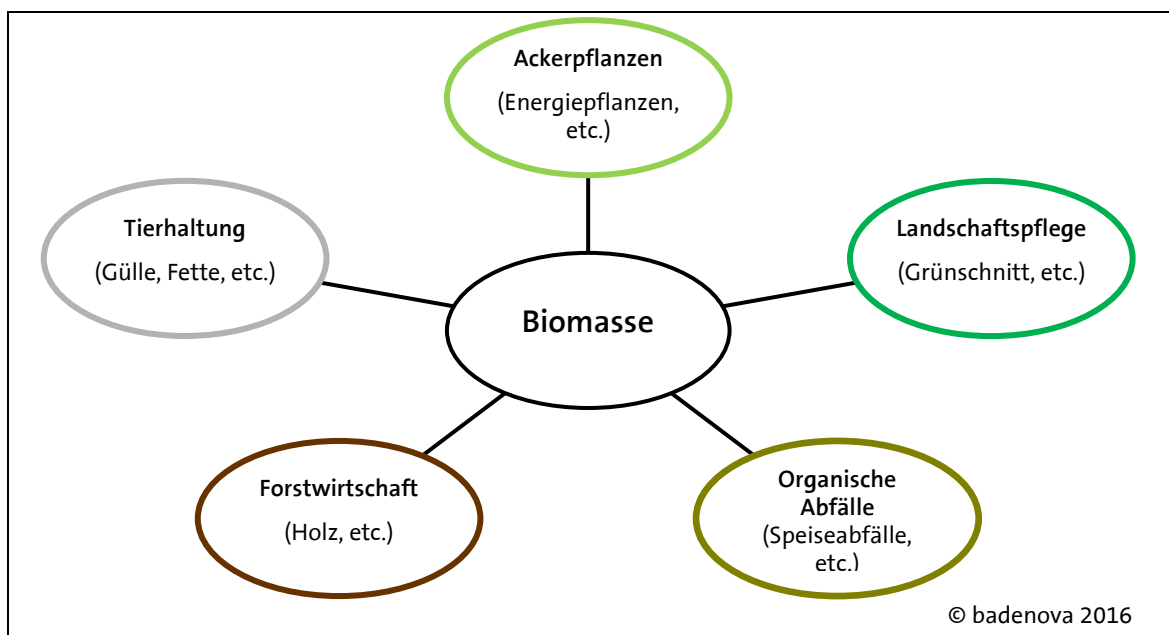


Abbildung 33 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung im Gemarkungsgebiet Rust durch eine empirische Erhebung ermittelt. Dabei fließen unter anderem das Massenaufkommen sowie die derzeitigen Verwertungskonzepte und die jahreszeitliche Verteilung mit in die Datenerhebung ein. Technische Potenziale werden vor diesem Hintergrund zunächst ohne Berücksichtigung aktueller Verwertungspfade oder von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beziffert.

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. In einer zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen, Schmierstoffen oder Verpackungsmaterialien, überprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung sinnvoll. In dieser Studie wird daher der Schwerpunkt auf das Energiepotenzial von Reststoffen gelegt, die bisher keinem Verwertungspfad unterliegen oder durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können.

4.2.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale Ackerpflanzen

Eine leicht zugängliche Quelle für Biomasse sind die Reststoffe, wie sie bei der Bewirtschaftung von Ackerflächen anfallen. Die meisten dieser organischen Reststoffe können als Substrat für eine Biogasanlage verwendet werden. In der Gemeinde Rust werden auf einer Fläche von 300 ha Ackerpflanzen kultiviert (Stand 2010). Auf 252 ha (84 %) dieser Fläche werden verschiedene Getreidearten angebaut. Davon sind 55 ha (18 %) mit Winterweizen und 24 ha (8 %) mit Sommergerste belegt. Auf Körnermais entfallen 164 ha (55 %). 45 ha (15 %) des Ackerlandes liegen brach. Für die restliche Ackeranbaufläche existieren keine Angaben.

Das größte Energiepotenzial innerhalb der Reststoffverwertung des Ackerfruchtanbaus verbirgt sich in Rust in den brachliegende Flächen. Da diese sich für den konventionellen Anbau nicht eignen, können sie für den Anbau von Energiemais genutzt werden. Mais ist ein erprobtes Biogassubstrat mit einer hohen spezifischen Biogasausbeute. Eine Bepflanzung der brachliegenden Flächen, z.B. mit Energiemais, könnte daher sinnvoll sein. Für Rust sind nach Angaben des STALA BW 45 ha Brachfläche verzeichnet die ein verfügbares Energiepotenzial von über 1.419 MWh/Jahr liefern könnten.

Reststoffe der Maisbewirtschaftung stellen mit umgerechnet 943 MWh/Jahr das zweitgrößte verfügbare Energiepotenzial der ackerbaulichen Reststoffe dar. Reststoffe der Körnermaisproduktion sind die Stängel und Blätter, die in der Regel entweder zum Humusaufbau auf dem Feld verbleiben oder in Form von Silage der Tierernährung dienen. Winterweizen und Sommergerstenstroh kommen auf ein Energiepotenzial von zusammen 196 MWh/Jahr.⁴

⁴ Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Rust auf 1 Haupterwerbslandwirt und 9 Nebenerwerbslandwirte. Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht.

Neben den Ackerflächen werden in Rust weitere 46 ha als Dauergrünlandflächen genutzt. Die auf diesen Flächen produzierte Grassilage gilt auch als Reststoff und kann in einer Biogasanlage verwertet werden. Grassilage von Dauergrünlandflächen weist in Rust ein verfügbares Energiepotenzial von 213 MWh/Jahr auf.

Insgesamt ergibt sich ein Gesamtpotenzial von ca. 2.771 MWh/Jahr aus der energetischen Nutzung von Ackerbaupflanzen und Grassilage. Die prozentualen Anteile der entsprechenden Energiepotenziale aus Reststoffen aus dem Acker- und Grünpflanzenanbau sind in Abbildung 34 dargestellt.

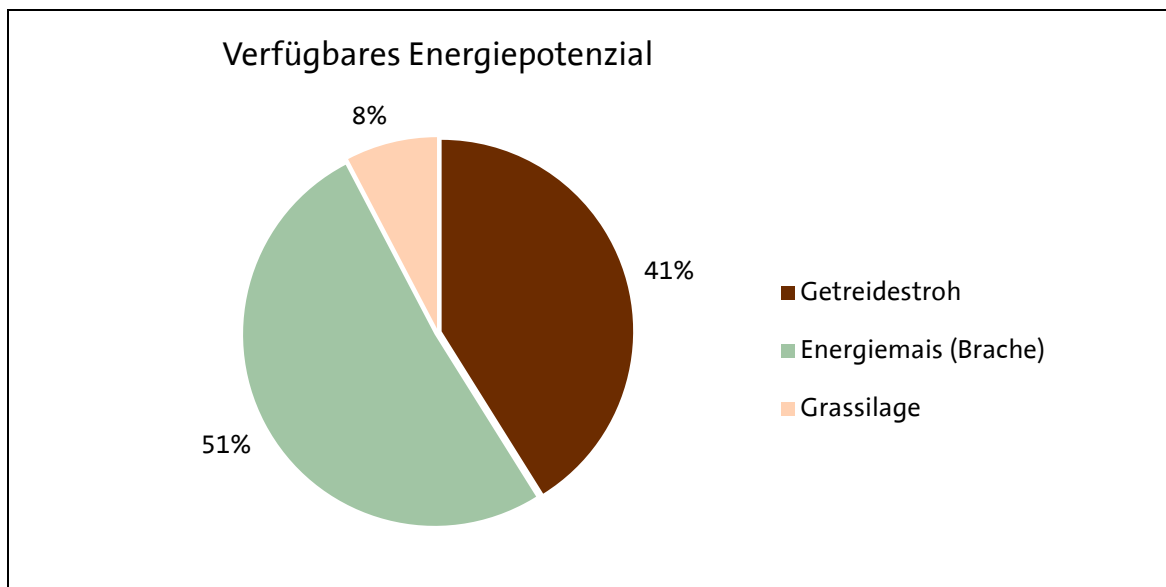


Abbildung 34 – Energiepotenziale aus Ackerbau- und Grünpflanzen nach Quellen

4.2.3 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung

Die Nutzung von tierischen Exkrementen als Biogassubstrat ist ökologisch sinnvoll, denn die vergorene Gülle bzw. der ausgefaulte Festmist kann anschließend in Form von Biogasgülle als hochwertiger organischer Dünger auf das Feld ausgebracht werden. Somit kann eine Biogasanlage in den biologischen Kreislauf von Pflanzenanbau, Futtermittelgewinnung, Tierhaltung und Düngung integriert werden und es wird eine zusätzliche Wertschöpfungsstufe durch die Erzeugung von Strom und Wärme geschaffen. Bei einer effizienten Nutzung von Gülle oder Festmist als Biogassubstrat sind kurze Transportwege zu beachten. In der Regel lohnt sich der Transport von Gülle aufgrund ihres hohen Wasseranteils nicht, weshalb die Erschließung dieses Potenzials nur teilweise wirtschaftlich möglich ist.

Im Raum Rust gibt es keine Angaben zur Anzahl der gehaltenen Tiere, somit ist eine Berechnung des verfügbaren Energiepotenzials nicht möglich. Es sind aber insgesamt 7 Betriebe verzeichnet, die Rinder, Schweine, Pferde, Ziegen und Hühner halten. Daraus resultiert auch hier ein nicht weiter quantifizierbares Energiepotenzial.

Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

4.2.4 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Eine energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen ist aus ökologischer Sicht sehr attraktiv, da keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln besteht und es sich teilweise um Abfallstoffe handelt, die bisher entsorgt werden müssen.

Das zusätzlich biologisch verwertbare Angebot an Reststoffen in Rust ist jedoch begrenzt. Kommunale Reststoffe aus Biotonne und Gartenabfällen werden bereits ökologisch-nachhaltig in der MBA Kahlenberg bei Ringsheim verwertet. Das in der Gemeinde pro Jahr aufkommende Landschaftspflegematerial birgt ein energetisches Potenzial von ca. 102 MWh.

4.2.5 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

In Abbildung 36 werden das Gesamtpotenzial und dessen Verteilung auf die nutzbaren Substrate dargestellt.

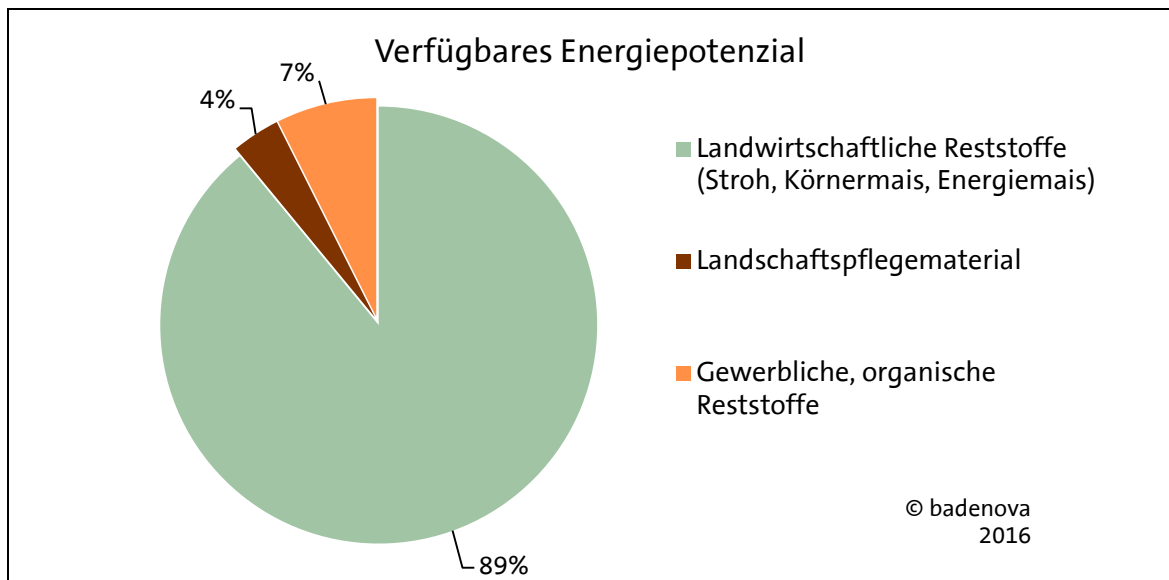


Abbildung 35 – Unausgeschöpftes Biomassepotenzial nach Quellen

Das Biogaspotenzial summiert sich in Rust auf einen Gesamtwert von 2.874 MWh/Jahr, was im Rahmen der Stromerzeugung einem elektrischen Biogaspotenzial von 1.092 MWh/Jahr entsprechen würde. Das größte Potenzial besteht dabei bei einer energetischen Nutzung der Reststoffe aus dem Ackerfruchtanbau. Zudem ist die Verwertung von gewerblichen organischen (Grassilage) und viehwirtschaftlichen Reststoffen möglich.

In dieser Studie unberücksichtigt bleiben allerdings konkurrierende, insbesondere bestehende Verwertungspfade und die Transportkosten der Biomasse, die nur durch individuelle Befragungen und Prüfungen ermittelt werden können (mit Ausnahme von Biomüll und Gartenabfälle, da diese bereits ökologisch-nachhaltig verwertet werden). Bisher vernachlässigt ist außerdem ein möglicher Standort für eine Biogasanlage, der – je nach Lage und bestehender Infrastruktur - Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hätte. Die nächste Biogasanlage befindet sich in Forchheim, in ca. 17 km Entfernung. Dort werden nachwachsende Rohstoffe zu Bio-Methan umgewandelt. In einem ersten Schritt wäre eine Wirtschaftlichkeitsana-

lyse notwendig, welche die Verbringung verwertbaren Biomassenmaterials zur Anlage in Forchheim bewerten würde.

Auf Grundlage der erhobenen Daten lässt sich ein technisches, verfügbares Biogaspotenzial ableiten, welches auf seine Wirtschaftlichkeit untersucht werden müsste. Ungefähr 15 % des Haushaltsstromes könnte mit dem hier berechneten Wert in Rust abgedeckt werden, ohne Berücksichtigung des Biogaspotenzials durch die Viehwirtschaft.

4.2.6 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

Die kommunalen Energieholzpotenziale wurden einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis der lokalen Kenntnisse des zuständigen Försters bewertet.

In Rust sind ca. 255 ha Waldfläche vorhanden, die fast vollständig der Gemeinde gehören.

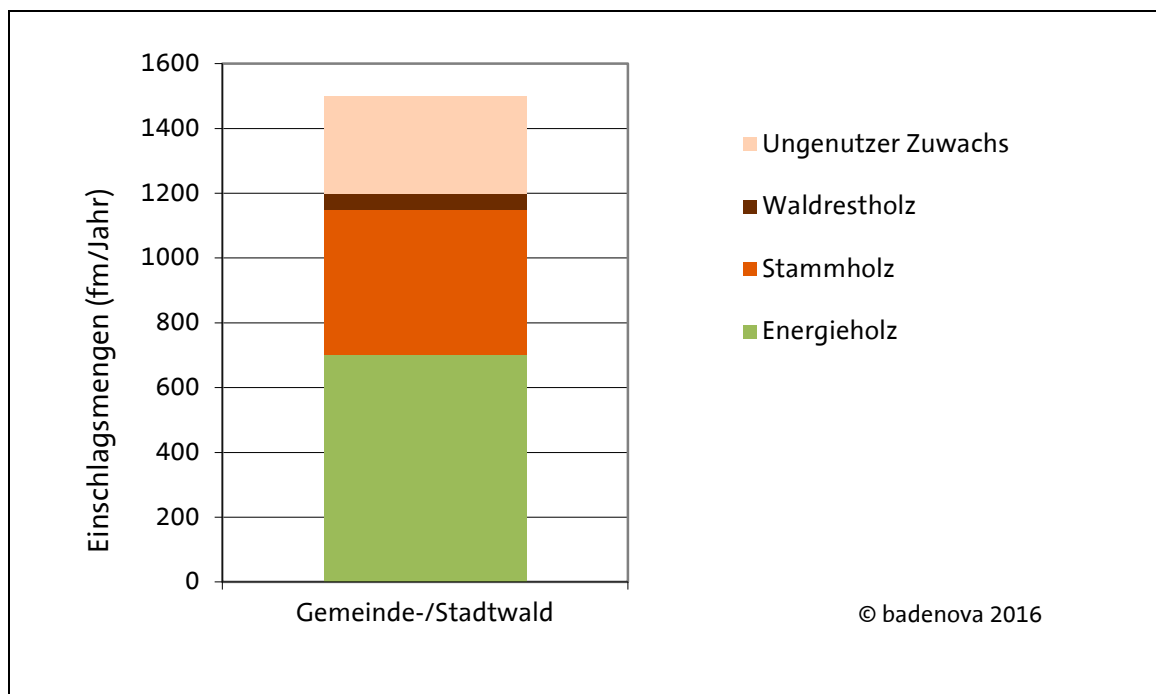


Abbildung 36 – Einschlagsmengen nach Verwendungsart

Der jährliche Holzzuwachs liegt bei ca. 1.500 fm/Jahr, bei einem Jahreseinschlag von ca. 1.200 fm. Von diesen 1.200 fm wurden bereits ca. 700 fm als Energieholz verwertet und 450 fm als Stammholz verkauft. Weitere 300 fm werden als ungenutzter Holzzuwachs genannt. Häufig wird dieses im Sinne einer nachhaltigen Forstwirtschaft zum Aufbau des Waldes belassen (Abbildung 36). 50 fm Holz fallen als Waldrestholz an. Die Werte unterliegen natürlichen Jahresschwankungen. Aus diesen Daten ergibt sich ein zusätzliches, wenn auch theoretisches Energiepotenzial von ca. 620 MWh/Jahr, mit dem sich ca. 31 Haushalte ökologisch mit Wärme versorgen lassen. Damit wird deutlich, dass wenn überhaupt, nur ein geringes zusätzliches Energieholzpotenzial zur Verfügung steht.

4.3 Windkraft

Zur Berechnung der Windenergiepotenziale wurde auf den Windenergieatlas Baden-Württemberg zurückgegriffen, der 2011 im Auftrag der Landesregierung vom TÜV Süd erstellt wurde. Diese Windkartierung basiert ausschließlich auf numerischen Berechnungen, wodurch es vereinzelt zu Abweichungen zwischen prognostizierten und tatsächlichen Windverhältnissen kommen kann. Für eine erste Abschätzung des Windpotenzials und für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten hat sich der Windatlas jedoch als sehr brauchbar erwiesen. Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 5,75 m/s auf 140 m Höhe.

Die Gemeinde Rust liegt geographisch in der Rheinebene, die von beiden Seiten durch die Mittelgebirge Schwarzwald und Vogesen eingerahmt wird. Dadurch ergeben sich natürlicherweise keine ausreichend häufigen Windspitzen. Auch gemäß Windatlas verfügt die Gemeinde Rust auf ihrer Gemarkung folglich über keine windhöffigen Standorte.

4.4 Wasserkraft

Die Ermittlung von bestehenden, über das EEG geförderten Wasserkraftanlagen ist grundsätzlich über die EEG-Anlagedatenbank des Stromnetzbetreibers Netze-BW möglich. Eine weitere wichtige Datengrundlage bietet der Energieatlas des Landes Baden-Württemberg (LUBW 2015) und die kürzlich erschienene Studie „Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis unter 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Oberrheins“ (UMBW 2016).

Nach Angaben des Europa-Parks im Nachhaltigkeitsbericht 2015 sowie aus den angegebenen Datenquellen ergibt sich, dass auf der Gemarkung Rust, entlang der Elz, eine Wasserkraftanlage existiert. Die Klein-Wasserkraftanlage wird vom Europa-Park betrieben und wandelt die Bewegungsenergie der Elz mit Hilfe einer Kaplan-Turbine in elektrische Energie um. Die Höhe der Staustufe liegt bei 2,1 m, der nutzbare mittlere Abfluss bei 8,43 m³/sec. Vom Betreiber wird eine Turbinen-Nennleistung von 188 kW bei maximal 11 m³ Durchfluss pro Sekunde angegeben. Allerdings wird die Anlage momentan technisch optimiert, so dass in Zukunft mit einer höheren Leistung zu rechnen ist. Nach Auskunft des LUBW Potenzialatlasses beträgt die maximal installierbare Leistung an der Elz ca. 300 kW_{el}. Das Querbauwerk der bestehenden Anlage liegt allerdings in einer Programmstrecke für die Lachswiederansiedlung. Bei der Errichtung einer Neuanlage ist daher mit erhöhten Anforderungen und Auflagen zu rechnen, die bei einer Genehmigungsfähigkeit eine erhebliche Rolle spielen und dieser entgegenstehen können. Zurzeit liegen innerhalb der Gemarkung Rust keine weiteren belegbaren Wasserkraftpotenziale entlang der vorhandenen Fließgewässer vor (vgl. Abbildung 37). Allerdings sollte geprüft werden, inwiefern die Differenz von über 100 kW elektrischer Leistung zukünftig unter wirtschaftlichen und rechtlichen Bedingungen ausgeschöpft werden kann.

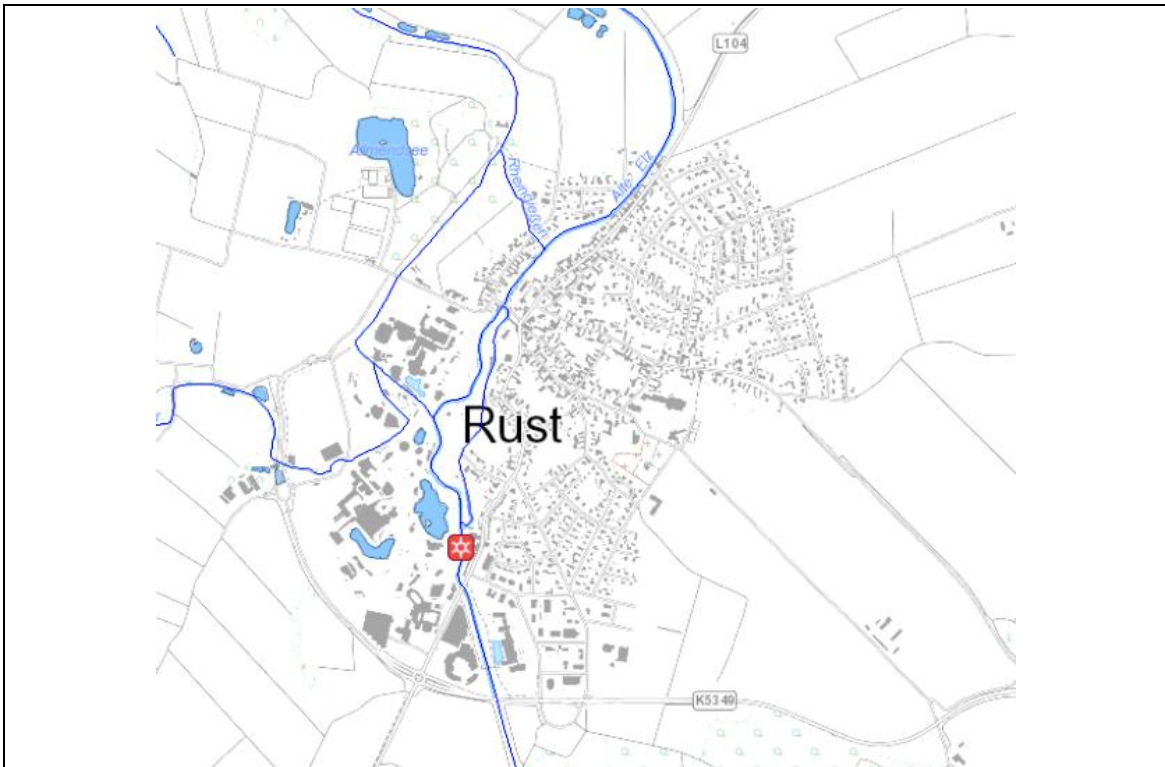


Abbildung 37 – Lage der bestehenden Wasserkraftanlage in Rust (LUBW, Potenzialatlas)

4.5 Geothermie

4.5.1 Technischer und geologischer Hintergrund

Geothermische Energie ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde (Synonym: Erdwärme). Sie findet ihre Anwendung in der Beheizung von Wohn- oder Arbeitsräumen, aber auch bei technischen Prozessen. Umgekehrt unterstützt die Technik auch Kühlungsprozesse. Vor allem in Kombination von Heizung im Sommer und Kühlung im Winter ergeben sich hier sehr wirtschaftliche und klimaschonende Anwendungen.

Auf dem Gebiet der Geothermie lassen sich drei wesentliche Techniken und ihre speziellen Anwendungen abhängig von der Eingriffstiefe unterscheiden:

1. Oberflächennahe Geothermie (in der Regel bis in 150 m Tiefe bei $< 25\text{ °C}$)
2. Tiefe Geothermie (in bis zu über 6.000 m Tiefe bei $\gg 25\text{ °C}$)
3. Hochenthalpielagerstätten (in vulkanisch aktiven Gebieten mit $> 100\text{ °C}$)

In Rust kann die oberflächennahe Geothermie angewendet werden.

Oberflächennahe Geothermie wird ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung genutzt. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben, welches bspw. das Heizen eines Ein- oder Mehrfamilienhauses erlaubt. In Abbildung 38 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für ge-

werbliche Zwecke bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Sehr gut gedämmte Gebäude modernen Standards können eine Wärmepumpe effizient auch mit der Außenluft betreiben. Luftgekoppelte Wärmepumpen weisen insbesondere bei Neubauten zunehmend höhere Marktanteile auf.

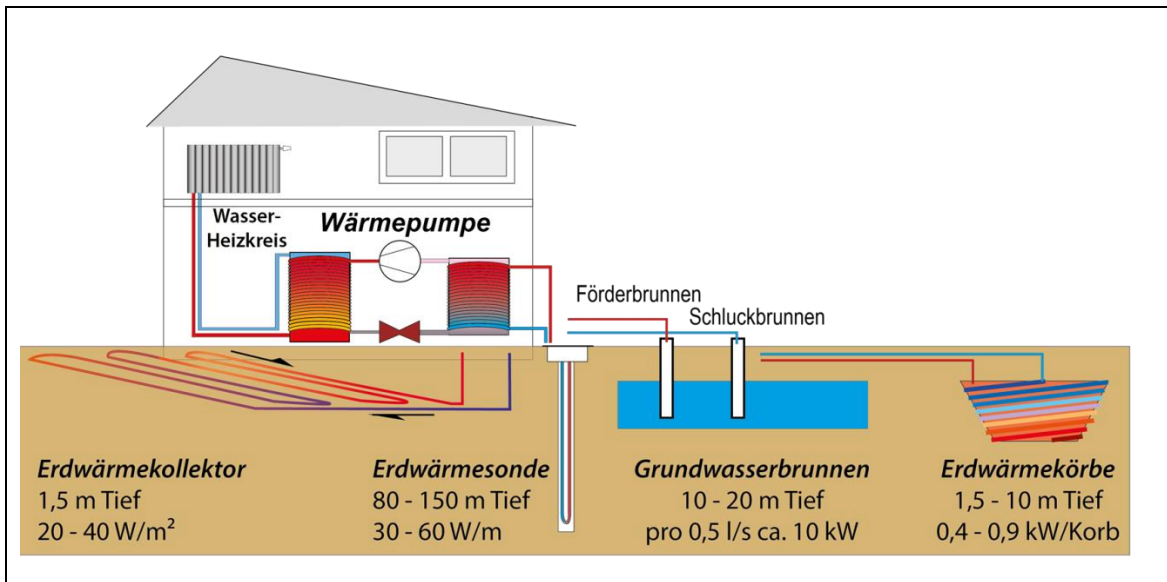


Abbildung 38 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Rust liegt mittig im Oberrheingraben, in Rheinnähe. Der geologische Untergrund besteht bis in einer Tiefe von über 100 m aus quartären sandigen und schluffigen Kiesen (vgl. Abbildung 39), die feinsandigen Sedimentgesteine des untersten Quartärs und des Tertiärs aufliegen. Von Nord nach Süd verläuft mitten durch Rust eine Verwerfung, die im östlichen Sektor einen tektonischen Horst bildet. Dort werden im Untergrund ab ca. 220 m Tiefe kalkreiche und mergelige Juragesteine angetroffen.

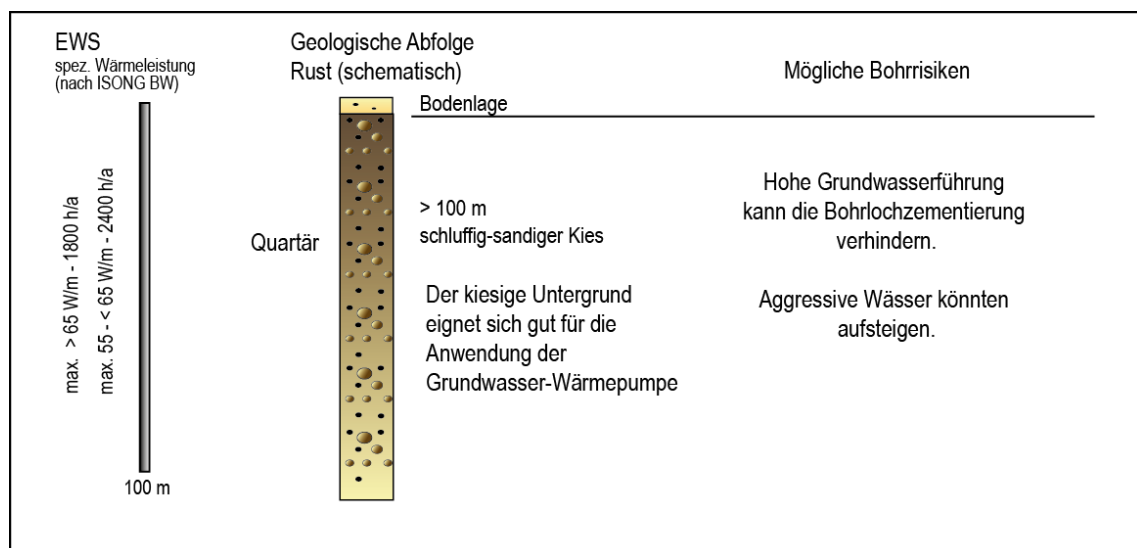


Abbildung 39 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Rust (nach ISONG-Baden-Württemberg)

Die sandigen und nur gering-schluffigen Kiese des jüngeren Quartärs sind sehr gut durchlässig für Grundwasser, so dass in Rust sehr gut die Grundwasser-Wärmepumpe angewendet werden kann, vor allem für größere Wärme- und Kühlleistungen. Hinsichtlich der Stabilität von Bohrlöchern für Erdwärmesonden könnten die stark Grundwasser führenden Schichten eine Bohrlochzementierung erschweren.

Derzeit sind in der Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (LGRB) mindestens 4 Anlagen mit insgesamt 8 Sonden für Rust registriert. Die Bohrlänge erreicht im Einzelfall lediglich bis zu 68 m.

Unabhängig von den oben gemachten Aussagen müssen die Angaben des Regierungspräsidiums Freiburg i. Br. - Abt. 9 - LGRB - grundsätzlich beachtet werden. Alle geothermischen Bohrungen unterliegen der Erlaubnispflicht durch die zuständige Behörde.

4.5.2 Geothermiepotenzial

Auf der Grundlage des Wärmekatasters und der obigen Ausführungen konnte für die Gemeinde Rust ein bedarfsorientiertes Geothermiepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden berechnet werden. Die Vorgehensweise, die dazu verwendeten Parameter und die angewendeten Sicherheitsvorgaben werden im Kapitel 9.4 erläutert.

In Abbildung 40 ist beispielhaft ein Ausschnitt des Geothermiekatasters wiedergegeben. Farblich hervorgehoben sind solche Gebäude, die ihren heutigen Wärmebedarf theoretisch mit ein, zwei oder mit bis zu vier Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Nutzfläche decken können. Dabei wurde mit bis zu 99 m langen Erdwärmesonden gerechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass theoretisch 36 % des Wohngebäudewärmebedarfs mit jeweils maximal 99 m langen Sonden abgedeckt werden könnte. Viele Wohngebäude benötigen aber mindestens 2 oder sogar bis zu 4 Sonden, um ihren Wärmebedarf mit Erdwärme decken zu können. Dadurch steigen die Investitionskosten stark an.

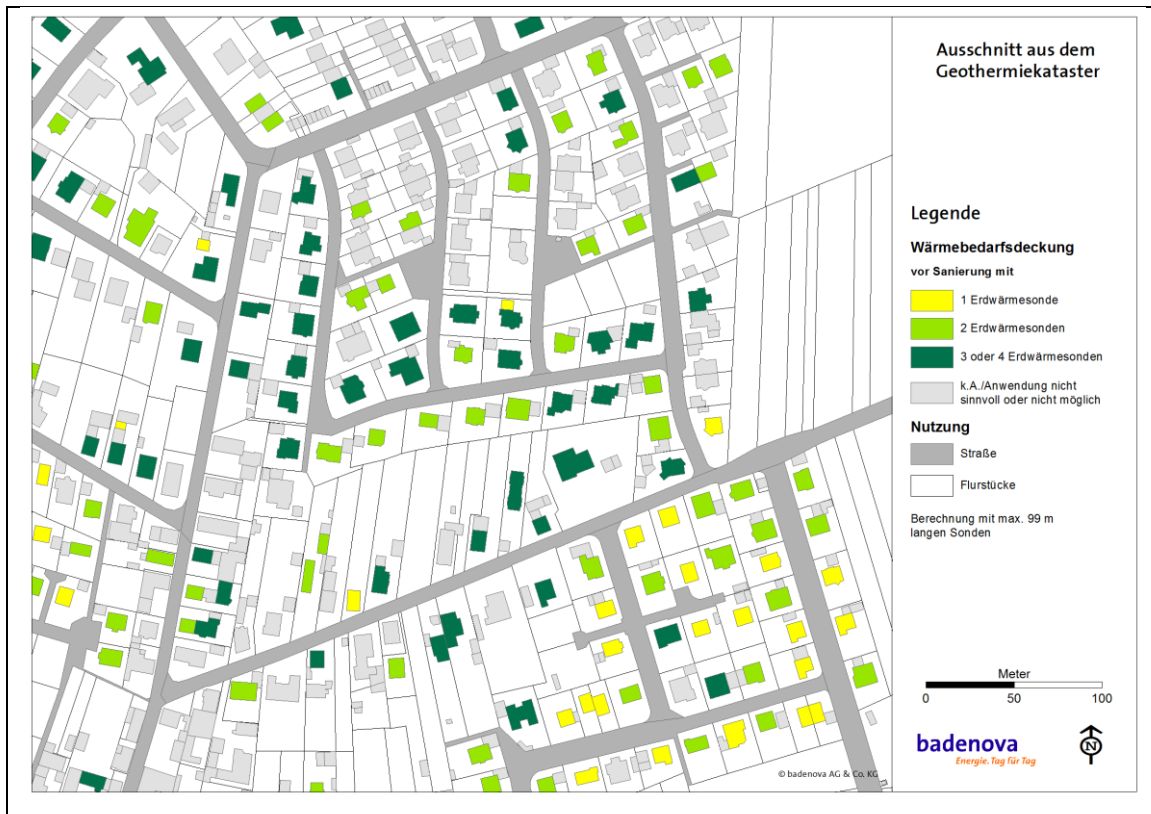


Abbildung 40 – Ausschnitt des Geothermiekatasters für Rust (theoretisches Potenzial)

Um das Erdwärmepotenzial nutzen zu können, ist es jedoch nötig, die Heizungs- vorlauftemperaturen auf maximal 55°C zu reduzieren. Je niedriger diese Temperatur ist, desto günstiger wird das Verhältnis von regenerativer Wärmenutzung zum Stromverbrauch der Wärmepumpe. Vor allem bei älteren Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden, setzt dies im Allgemeinen entsprechende Sanierungsmaßnahmen voraus. Ein quantitatives Potenzial wurde für alle Gebäude berechnet, die mindestens die Baualterklasse F (1969-1978) aufweisen. Im Zuge dieser Altersklasse wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen erstmals deutlich reduziert. Zur Potenzialberechnung wird weiterhin vorausgesetzt, dass die Gebäude der Klassen F bis H (Baualter 1969-1994) eine Sanierung auf das Niveau der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erfahren. Dieses sogenannte „technisch-ökonomische Potenzial nach Sanierung“ ist ausschnittsweise in Abbildung 41 für Erdwärmesonden mit bis zu 99 m Länge dargestellt.

Unter diesen Voraussetzungen können 27 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs der Gemeinde Rust mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden. Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial eine Gebäudesanierung voraussetzt, die insgesamt ca. 7 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs einspart. Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.



Abbildung 41 – Ausschnitt des Geothermiekatasters für Rust (technisch-ökonomisches Potenzial)

In Abbildung 41 ist zu erkennen, dass sich in Rust das geothermische Potenzial nach Sanierung auf einzelne Siedlungsareale konzentriert. In diesen Fällen ist zu prüfen, ob die Siedlung die Möglichkeit für einen Gasanschluss aufweist oder die Anwohner ihren Wärmebedarf tendenziell eher mit einer Öl- oder Stromheizung decken. Lassen sich Öl- und Stromheizungen oder allgemein veraltete Heizungs-systeme durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Klima- und Ressourceneffizienz der Erdwärmennutzung.

Tabelle 6 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Rust

Geothermische Potenziale	Maximale Sondenlänge
	56 bis 99 m
Theoretisches Potenzial	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	ca. 36 %
Technisch-ökonomisches Potenzial	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	ca. 27 %
Wärmeeinsparung durch die dazu notwendige Sanierung	ca. 7 %

Die vielfältigen Möglichkeiten der finanziellen Förderung von Wärmepumpensystemen können unter der Homepage des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) abgerufen werden.

4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in Rust

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

- Signifikante Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien gibt es in Rust bei der Solarenergie, die einen wesentlichen Beitrag zur umweltfreundlichen Strom- und Wärmeversorgung leisten könnte.
- Die vorhandenen Reststoffe (z.B. aus Grassilage, Stroh und Energiemais) ergeben ein verfügbares Strompotenzial von ca. 1.092 MWh_{el.}/Jahr. Mit der Biogasanlage in Forchheim steht in der Nähe von Rust ein potentieller Abnehmer (zumindest für den Rohstoff Energiemais) zur Verfügung. Auf Grundlage der erhobenen Daten ist nicht zu erkennen, ob damit auch eine angemessene Wirtschaftlichkeit gegeben ist.
- Die üblichen Einschlagszahlen verweisen auf ein bisher nicht-ausgeschöpftes energetisches Holzpotenzial im Gemeindewald von ca. 620 MWh/Jahr. Das nicht genutzte Holzwachstum verbleibt allerdings in der Regel zum nachhaltigen Waldaufbau.
- Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weiteren Wärmeströmen in Verbindung mit Wärmepumpen werden in Einzelfällen bereits zur Wärmegewinnung genutzt und könnten deutlich ausgebaut werden. Aufgrund der zu erwartenden starken Grundwasserführung kann vor allem die Grundwasser-Wärmepumpe für größere Heiz- und Kühlleistungen eingesetzt werden. Das Erdwärmepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden ist erheblich, kann aber durch die Grundwasserführung technisch eingeschränkt sein.

Auf die sich hieraus ergebenden Handlungsfelder wird im folgenden Kapitel 5 eingegangen.

Zusammenfassend zeigt Abbildung 42, wie durch die zusätzliche Nutzung der Photovoltaik- und Biogaspotenziale der Stromverbrauch in Rust zu 79 % (bezogen auf den Stromverbrauch von 2013) durch lokale Erneuerbare Energien gedeckt werden könnte. Im Vergleich dazu beträgt der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung ca. 13 % bezogen auf das Jahr 2013.

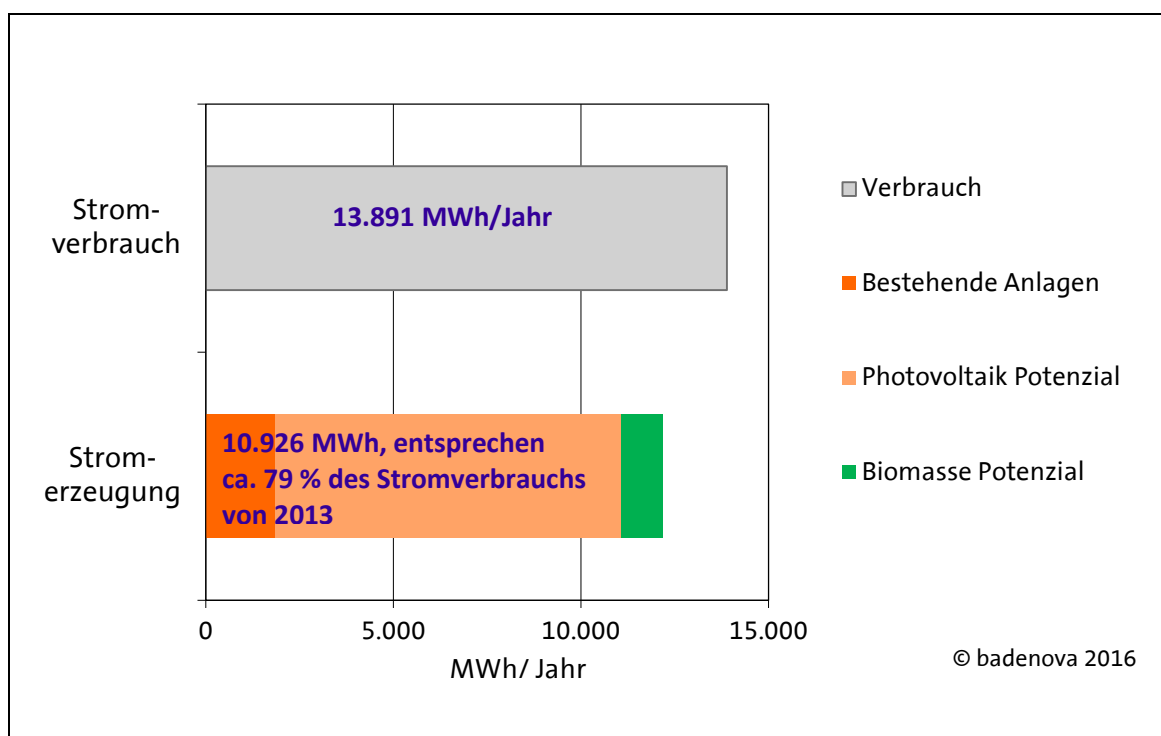


Abbildung 42 – Stromverbrauch und Potenziale für Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

5. Klimaschutzpotenziale und Handlungsfelder

Aufbauend auf den für diese Energiepotenzialstudie zusammengetragenen und analysierten Daten und der weiteren Auswertung dieser Daten in einem geographischen Informationssystem können bereits erste Handlungsfelder identifiziert werden. Diese würden in der Gemeinde Rust direkt zur Einsparung von CO₂-Emissionen führen und die Bemühungen der Gemeinde beim kommunalen Klimaschutz konsequent fortführen.

Thematisch unterscheidet die Studie drei grundsätzliche Handlungsfelder:

- Energieeinsparung
- Energieeffizienz und
- Ausbau der erneuerbaren Energien.

Als Vergleichswert und für ein besseres Verständnis, welchen klimapolitischen Einfluss zusätzliche Maßnahmen in Rust hätten, wurden die energiepolitischen Ziele des Bundes und des Landes Baden-Württembergs für diese Zusammenfassung herangezogen.

5.1 Erneuerbare Energien

5.1.1 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Stromverbrauchs sind in Rust besonders im Bereich der Photovoltaik vorhanden. Der jährliche Stromverbrauch lag 2013 bei etwa 13.891 MWh. Im Jahr 2013 wurden davon 8,8 % durch die lokale Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen gedeckt.

Allein mit der Ausschöpfung der PV-Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnte der Stromverbrauch zu 66 % gedeckt werden. Hinzu kommt das technische Potenzial für Biogas, so dass insgesamt der heutige Stromverbrauch zu 79 % mit erneuerbarer Energie gedeckt werden könnte, bezogen auf den Stromverbrauch des Jahres 2013. Mit den vorhandenen Potenzialen könnte Rust somit das angestrebte Erneuerbare-Energien-Ziel des Landes Baden-Württemberg von 80 % bis 2050 bei gleichbleibendem Stromverbrauch knapp erreichen (vgl. Abbildung 43).

Insgesamt könnten durch die potenzielle Eigenerzeugung des Stromes in der Gemeinde die CO₂-Emissionen um weitere 4.857 t pro Jahr reduziert werden. Dadurch würde sich der CO₂-Ausstoß pro Einwohner und Jahr um 28 % von 4,5 t auf 3,2 t verringern.

Der Ausbau der lokalen Stromproduktion aus Solarkraft ist ein wichtiges und auch realisierbares Handlungsfeld, welches in der strategischen Ausrichtung der Gemeinde weiterhin verankert sein sollte. Aus der Berechnung des Biomassepotenzials ergibt sich ebenfalls ein Potenzial zur Stromproduktion, jedoch gilt es hier die Wirtschaftlichkeit zu prüfen, da das Material eingesammelt und auch zur

Biogasanlage transportiert werden muss. Zudem gilt es, die Konkurrenzpfade der bisherigen Verwertung der Biomasse wirtschaftlich zu berücksichtigen.

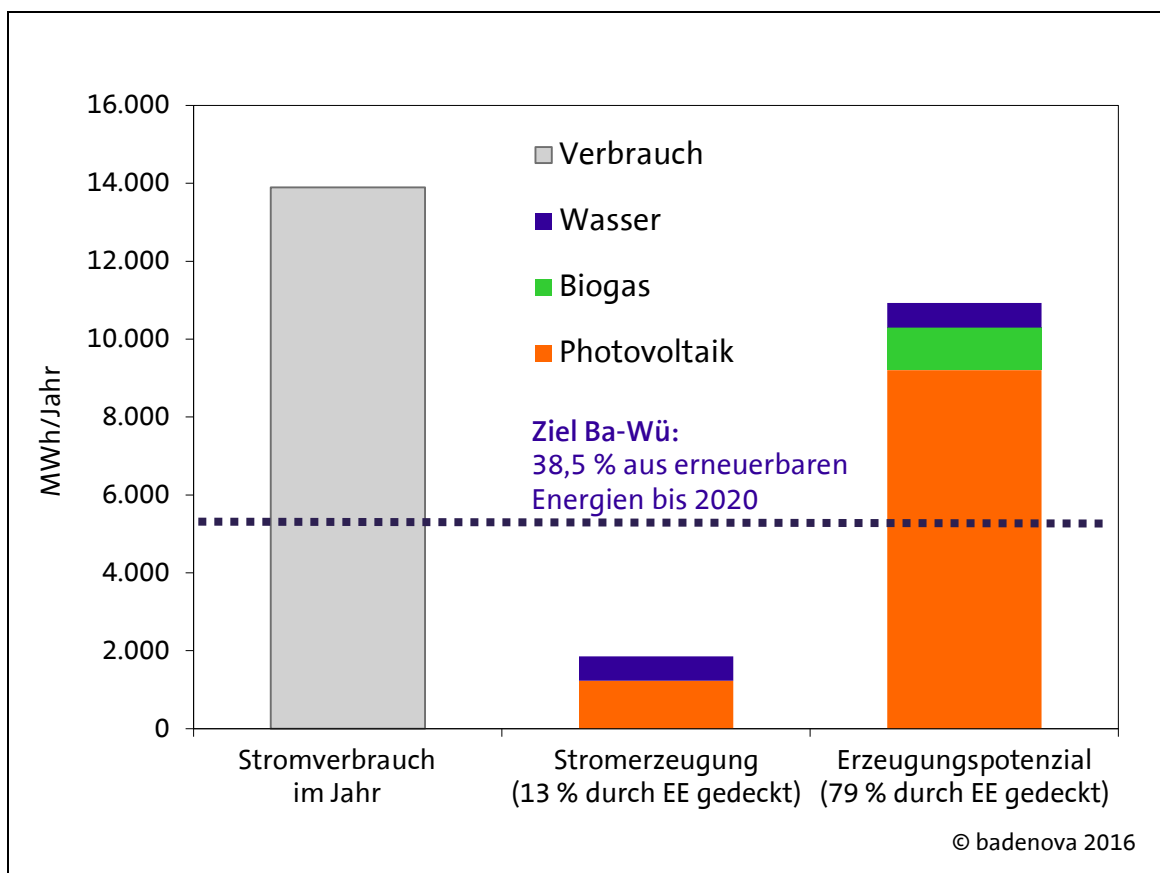


Abbildung 43 – Aktueller Stromverbrauch in Rust im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

5.1.2 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs sind ebenfalls vorhanden. Hier spielen die Solarthermie, die Geothermie und die Ausschöpfung der Holzpotenziale eine entscheidende Rolle (vgl. Abbildung 44).

Der Wärmeverbrauch in Rust beträgt knapp 32.760 MWh/Jahr und entfällt zum größten Teil bei den privaten Haushalten an. Aktuell werden jährlich bereits ca. 18,4 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt: Energieholz (17,1 %), Solarthermie (1,2 %) und (Erd-)Wärmepumpen (0,1 %).

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnten zusätzlich zu den bestehenden Anlagen ca. 2.044 MWh/Jahr oder 60 % des heutigen Wärmeverbrauchs für Warmwasser erzeugt werden. Das Potenzial an Energieholz ist ausreichend, um maximal 19 % des Wärmeverbrauchs zu decken. Zusammen mit den vorhandenen Geothermiepotenzialen könnten die technischen Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien bis zu

48 % des Wärmeverbrauchs bereitstellen. Damit lassen sich zusätzlich zu den bisher erreichten Reduktionen nochmal 1.919 t CO₂ pro Jahr einsparen.

Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 21 % zu erhöhen. Durch eine verstärkte Nutzung der vorhandenen Potenziale könnte Rust dieses Ziel deutlich übertreffen.

Das jeweilige Potenzial ist allerdings individuell im Hinblick auf die Gesamteffizienz des jeweiligen Systems zu prüfen. Ebenso ist die Nutzung des Erdwärmepotenzials einerseits von den lokalen Untergrundverhältnissen in der Gebäudeumgebung und andererseits von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (z.B. Entwicklung des Ölpreises) abhängig.

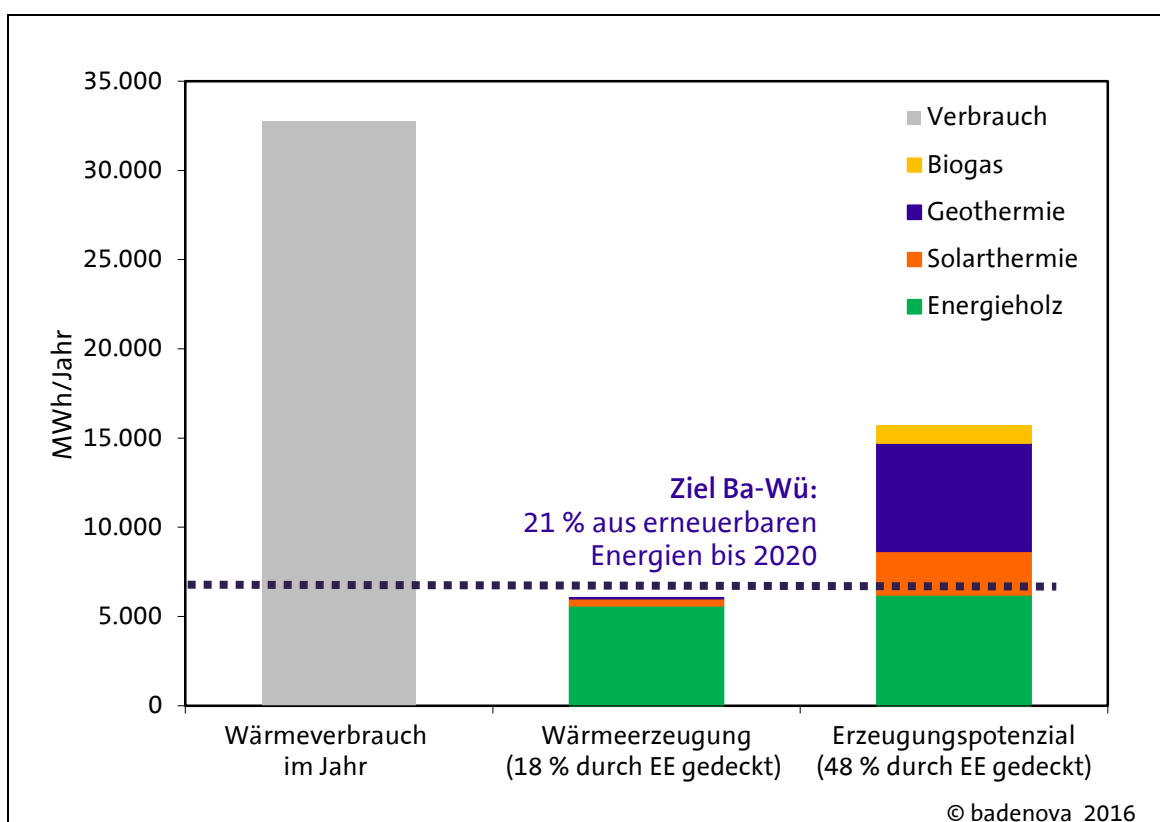


Abbildung 44 – Aktueller Wärmeverbrauch in Rust im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

Abbildung 44 verdeutlicht, dass Maßnahmen bei der Energieerzeugung trotz des ungewöhnlich hohen Potenzials an erneuerbaren Energien nur ein Teil der Lösung sind. Ergänzend dazu muss der Wärmeverbrauch stark gesenkt und die Energieeffizienz deutlich erhöht werden, um weitere signifikante CO₂-Einsparungen und gesetzte Klimaziele zu erreichen.

5.2 Erhöhung der Energieeffizienz

5.2.1 Modernisierung der Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung stellt grundsätzlich ein wichtiges kommunales Handlungsfeld dar, da in den meisten Fällen große Stromeinsparungen möglich sind. Der Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung mit Referenzgemeinden aus der Region zeigt, dass Rust mit einem Stromverbrauch von 54 kWh pro Einwohner leicht über dem Durchschnitt liegt (Abbildung 11). Durch den Austausch von veralteten Quecksilber-(Hg)-Dampflampen werden Stromeinsparungen von über 70 %, bei Natrium-(Na)-Dampflampen bis zu 55 % wirksam. Die Gemeinde Rust hat bisher von 650 Lampen schon 367 auf LED umgerüstet. Die restlichen Natriumdampflampen können heute schon durch Eigenleistung oder z.B. über Contracting-Verfahren wirtschaftlich durch LED-Lampen ersetzt werden. Dies hängt jedoch auch von der zu ersetzenden Leuchtmittleistung ab. Die Gemeinde sollte im Detail prüfen, inwieweit sich dieses kommunale Potenzial heben lässt.

5.2.2 Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch

Der Austausch alter Heizanlagen stellt ein grundlegendes Handlungsfeld für Privathaushalte dar. Allein der auf höhere Jahresnutzungsgrade zurückgehende Effizienzgewinn beim Umtausch der alten durch eine neue Heizung gleichen Typs liegt bei bis zu 22 %. Heizölkessel mit einem Baualter vor 1980 haben einen Jahresnutzungsgrad von lediglich 76 %, während Kessel mit einem Baualter nach 1990 Jahresnutzungsgrade von bis zu 98 % aufweisen.

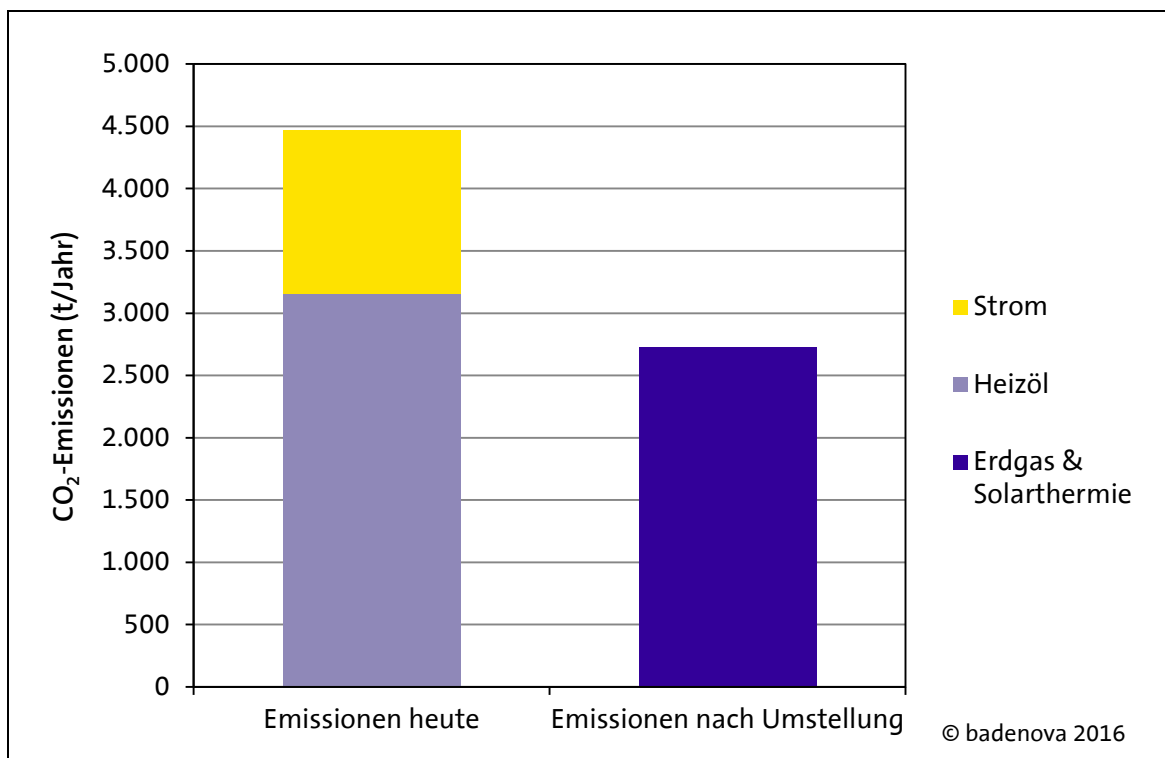


Abbildung 45 – Einsparung von CO₂-Emissionen durch Energieträgerwechsel bei neuen Heizungen

Im Jahr 2013 wurden in Rust ca. 43 % des Wärmeverbrauchs durch erdölbasierte Heizungssysteme verursacht. Ca. 9 % des Verbrauchs wurde mit Heizstrom gedeckt. Eine Umstellung dieser konventionellen Heizungssysteme auf Erdgas mit einem nach dem Erneuerbaren-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg (EWärmeG 2015) entsprechenden Solarthermieanteil würde über 1.740 t oder 19 % der CO₂-Emissionen des Privaten Sektors in Rust einsparen (Abbildung 45). Die Gemeinde weist einen erheblichen Ausbaugrad der Erdgasanschlussdichte auf, mit dem die Umstellung von Erdöl auf Erdgas in vielen Wohnbereichen möglich ist. Eine Umstellung aller Öl- und Stromheizungen auf moderne Holzpelletkessel könnte theoretisch sogar über 4.100 t oder 44 % der gesamten CO₂-Emissionen des Privaten Sektors einsparen.

Unabhängig vom Baualter bietet auch der Heizungspumpentausch Einsparpotenziale, die schnell und günstig zu realisieren sind. Viele Heizungsanlagen – sowohl ältere als auch jüngere – werden mit falsch eingestellten, zu großen oder energetisch ineffizienten Heizungspumpen betrieben. Es wird geschätzt, dass dreiviertel aller Heizungspumpen in Deutschland veraltet sind. Der Austausch oder die Justierung dieser Pumpen sind sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahmen. Die Kosten für eine neue, frequenzgesteuerte Hocheffizienzpumpe amortisieren sich bereits nach zwei bis fünf Jahren. Der Staat fördert seit 1. August 2016 den Umtausch der Heizungspumpen wie auch den hydraulischen Abgleich im Heizungssystem mit 30 % der Kosten. Vielen Bürgern ist diese Tatsache nicht bewusst und auch im gewerblichen Bereich können dahingehend oftmals erhebliche Effizienzsteigerungen bei kurzen Amortisationszeiten erreicht werden.

5.2.3 Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern (UMBW, 2015b). In Rust waren im Jahr 2013 KWK-Anlagen verzeichnet, die 16 MWh elektrische Energie ins öffentliche Stromnetz eingespeist haben. Das waren 0,1 % des Gesamtstromverbrauchs, ohne den des Europa-Parks. Seit 2014 werden zwei Blockheizkraftwerke im Europa-Park betrieben, die zusammen 2.650 MWh/Jahr elektrische Energie erzeugen (Europa-Park 2016).

Die Landesregierung strebt eine Stromeinspeisung aus KWK-Anlagen von ca. 13 TWh pro Jahr an. Dies entspräche ca. 20 % des heutigen Stromverbrauchs in Baden-Württemberg (UMBW 2015b). Die bisher bestehenden KWK-Anlagen erreichen in Rust einen Anteil von ca. 5 % des Stromverbrauchs. Alleine auf den Stromverbrauch des Ortes Rust berechnet ergibt sich ein KWK-Anteil von 19 %.

Weitere KWK-Anlagen könnten in Gewerbebetrieben eingerichtet werden. So genannte Mini-BHKWs finden ihre Anwendung in Wohngebäuden, insbesondere bei Mehrfamilienhäusern. Diese Optionen gilt es eingehend zu prüfen, da hier grundsätzlich noch mit einem weiteren Potenzial zu rechnen ist.

5.3 Energieeinsparung

5.3.1 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude

Die Bundesregierung verfolgt bis 2020 das Klimaschutzziel, den Wärmeverbrauch um 20 % zu senken. In der folgenden Abbildung 46 wird der Wärmebedarf der Wohngebäude in Relation gesetzt zum Einsparpotenzial und zum Ziel der Bundesregierung. Rust verfügt über ein signifikantes Einsparpotenzial beim privaten Wärmebedarf bzw. -verbrauch.

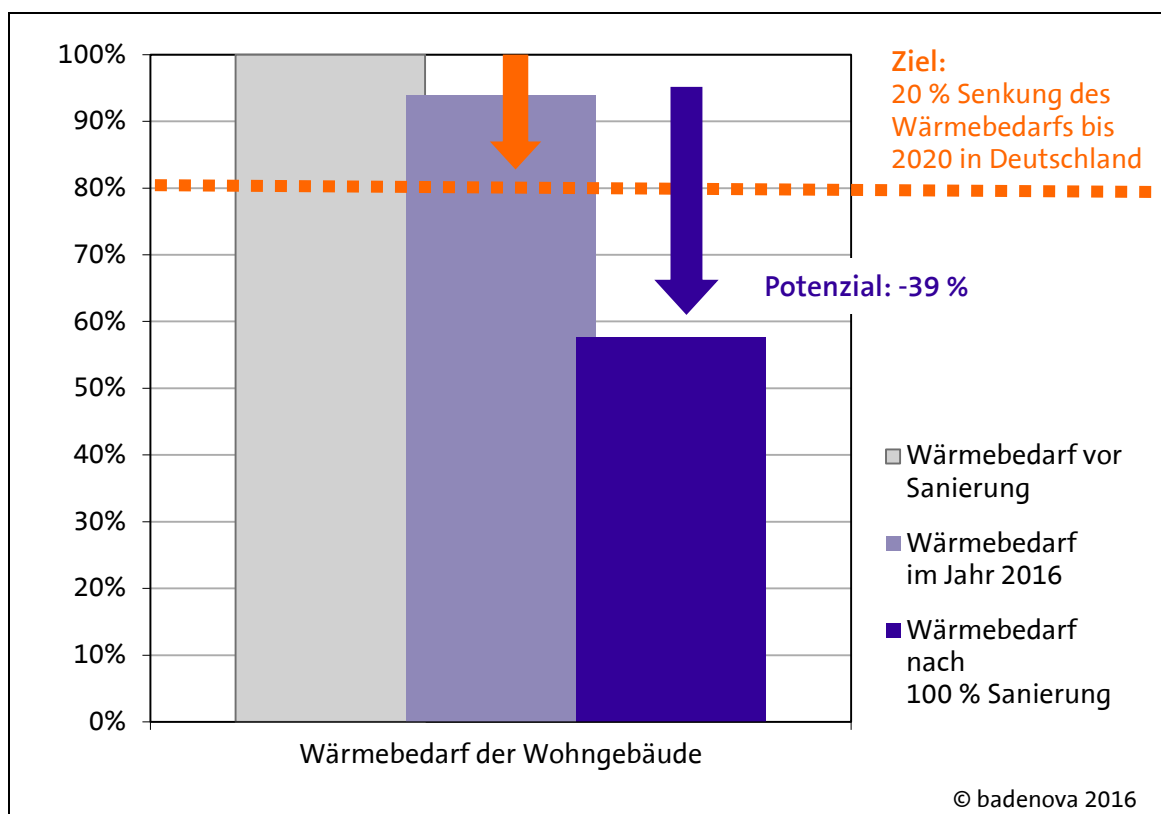


Abbildung 46 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

Die Gebäudedaten zur Bestimmung des Sanierungspotenzials wurden, angelehnt an die Gebäudetypologie für Deutschland des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU), durch Begehungen vor Ort erhoben. Das Wärmekataster beruht also auf statistischen Angaben zum jeweiligen Gebäudetyp, nicht auf individuellen Verbrauchsdaten. Ob also ein Gebäude als sanierungswürdig oder nicht eingestuft wird, hängt nach dieser Auswertung nicht vom individuellen Verbrauch seiner Bewohner oder Nutzer ab, sondern vom ermittelten Gebäudetyp. Damit bleibt der Datenschutz gewahrt.

In Rust wurden 61 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 3 in Kapitel 2.3). Daher würde die energetische Sanierung von diesen Gebäuden große Mengen an Energie und CO₂-Emissionen einsparen. Konkret bedeutet das: Würden in Rust alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand der Wärmeschutzverordnung modernisiert werden,

könnte man 39 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs einsparen (vgl. Abbildung 46). Zusätzlich würden sich hieraus Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden.

Daraus resultiert wiederum eine potenzielle Reduktion der CO₂-Emissionen von knapp 3.411 t pro Jahr oder gut 37 % aller CO₂-Emissionen im Privaten Sektor.

Zu berücksichtigen ist jedoch bei allen Maßnahmen zur Verringerung des Wärmeverbrauchs, dass der Einfluss der Gemeindeverwaltung auf Dämm- und Sanierungsmaßnahmen privater Wohnungsbesitzer gering ist. Allerdings ist es wichtig, dieses Potenzial ebenfalls aufzugreifen, da alleine durch die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien die Klimaschutzziele nicht erreicht werden können.

5.3.2 Sanierungs- und Quartierskonzepte

Wichtig hinsichtlich der Steigerung von Sanierungsraten sowie der Verringerung und Optimierung der Wärmeverbräuche sind Maßnahmen, in denen die Gemeinde als Initiatorin und Impulsgeberin agiert, so wie dies bei Klimaschutz- und Quartierskonzepten der Fall ist. Letztlich werden Informations- und städtische Förderprogramme sowie Partizipationsprozesse Voraussetzung für die „Aktivierung“ von energetischen Sanierungen bei Privathaushalten sein.

Integrierte Quartierskonzepte analysieren den energetischen Ist-Zustand eines ausgewählten Quartiers und zeigen auf, welche Energieeinsparpotenziale im Quartier bestehen. Darauf aufbauend werden unter Einbindung der lokalen Akteure individuelle und umsetzungsorientierte Maßnahmen formuliert, um CO₂-Emissionen zu reduzieren. Der Fokus der Konzepte liegt dabei auf den zwei zentralen Handlungssträngen energetische Sanierung und Energie- und Wärmelösungen. Die Durchführung von Quartierskonzepten wird von der KfW-Bankengruppe zu 65 % gefördert.

Ein Konzeptareal, welches im Rahmen der Studie als mögliches Quartier identifiziert wurde, ist das Gebiet zwischen Beethofenstraße und Grafenhausener Straße im Norden von Rust. In diesem Quartier sind ähnliche Baualter der Gebäude aus den 1970er bis Anfang der 1990er Jahre und zum Teil homogene Gebäudestrukturen vorzufinden. Im Süden von Rust liegt zwischen der Baumeisterstraße und der Walter-Schießle-Straße ein weiteres Konzeptareal mit Gebäuden, die überwiegend in den 1970 Jahren gebaut wurden (vgl. Abbildung 47).

Im Rahmen eines Quartierskonzepts könnten detaillierte Gebäude- und Heizungsdaten erhoben werden. Das Ziel ist, Synergieeffekte bei der Sanierung und der Wärmeversorgung zu nutzen, somit die Effizienz zu steigern und letztlich den Klimaschutz voranzutreiben. Hierbei haben Quartierskonzepte auch eine Multiplikatorfunktion für andere Wohnquartiere. Mit Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden könnte zudem die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk beauftragt werden, womit die lokale Wertschöpfung gesteigert werden könnte.

Mit einem Klimaschutzkonzept, welches die Einsparpotenziale auf der Ebene der gesamten Gemeinde betrachtet, können neben den quartiersbezogenen Aspekten von Gebäudesanierung und Heizungsoptimierung auch weitere Maßnahmen flächenübergreifend für alle Bürger angeboten werden. Zum Beispiel könnte die Implementierung eines Energie- und Klimaschutzportals auf der Gemeindehomepage interessant sein, um entsprechende Informationen gezielter zu

streuen oder der Aufbau eines kommunalen Energiemanagementsystems, welches dann auch vom Bund gefördert werden kann. Da in Rust in den kommenden Jahren durch die Betreiber des Europa-Parks ein neuer Wasserpark errichtet wird, muss sich die Gemeinde auch Gedanken über ein begleitendes Verkehrskonzept machen. Die Einbindung dieses Verkehrskonzeptes in ein übergreifendes Klimaschutzkonzept macht eine frühe Beteiligung der Bürger möglich und stellt die Klimafreundlichkeit zusammen mit anderen Aspekten der Infrastruktur in den Vordergrund.

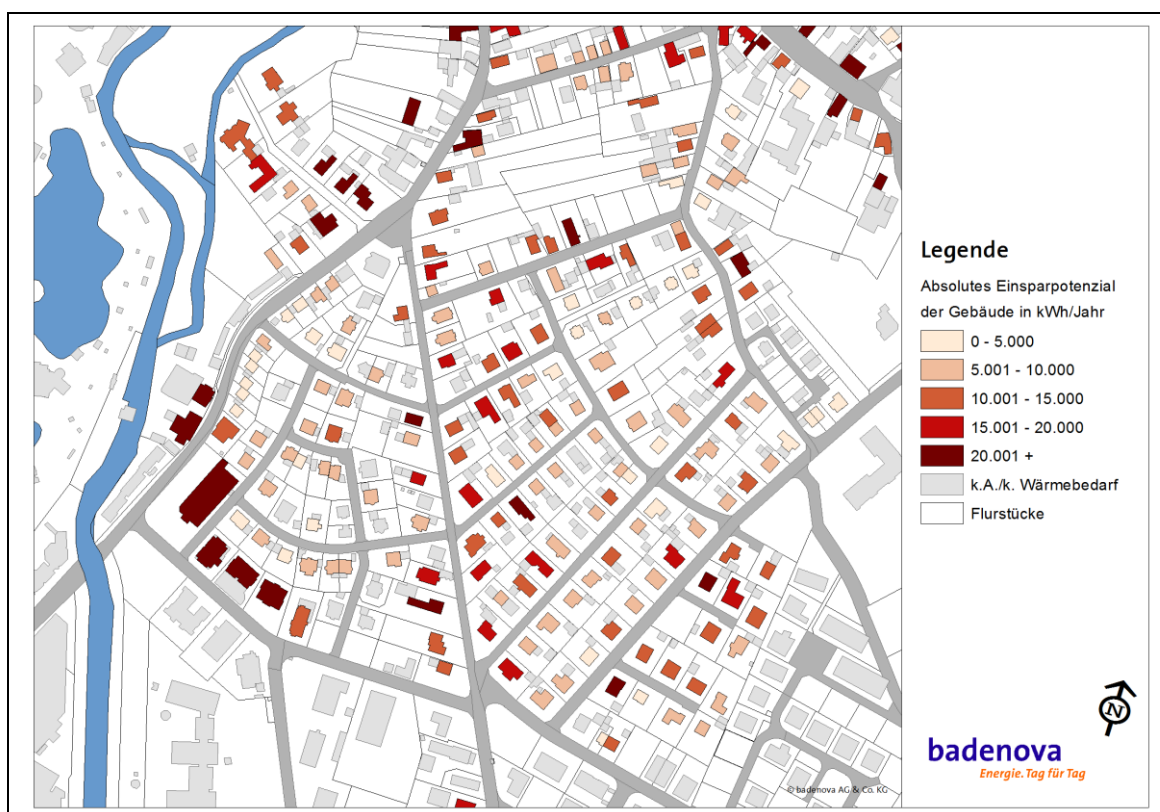


Abbildung 47 – Potenzielles Untersuchungsgebiet für ein Quartierskonzept in Rust

5.3.3 Umweltfreundliche Mobilität

Der verkehrsbedingte CO₂-Austoß liegt mit einem Anteil von etwa 14 % an den Gesamtemissionen der Gemeinde im Vergleich zu anderen Kommunen im unteren Bereich. Dies hat in allererster Linie seinen Grund darin, dass die Zufahrtsstraße zum Europa Park zwar täglich sehr hoch frequentiert, jedoch die Strecke an sich sehr kurz ist. Im Zuge des Wasserparks, welcher im Südwesten der Gemeinde neu errichtet wird, sollte ein modernes und klimafreundliches Mobilitätskonzept in die Planungen Eingang finden. So entwickelt sich derzeit auf dem Markt eine starke Diversifizierung im Bereich der Elektromobilität, die mit verschiedensten Vehikeln Transportmöglichkeiten für alle Belange erlauben. Für die Anbindung zwischen Wasserpark, Gemeindezentrum und Europa-Park ergeben sich daraus interessante und auch werbewirksame Möglichkeiten, modernste klima- und bürgerfreundliche Mobilität zu etablieren.

6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat die Gemeinde Rust ein wichtiges Etappenziel bei der Entwicklung hin zu einer nachhaltigen, klimafreundlichen und effizienten Energieversorgung erreicht und eine umfassende Datenbasis für die nächsten Schritte zugrunde gelegt. Die Ergebnisse der Studie zeigen deutlich, dass die Gemeinde bereits einige Potenziale identifiziert und Maßnahmen für die Umsetzung angestoßen hat. Als Beispiele sind hier u.a. die umwelt- und naturpädagogischen Einrichtungen der Gemeinde zu nennen, aber auch die Anwendung von Grundwasser-Wärmepumpen und holzbefeuerten Heizungen in kommunalen Gebäuden sowie die bereits begonnene Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik.

Trotz dieser positiven Zwischenbilanz zum Thema Klimaschutz gibt es in Rust weitere Handlungsfelder, die im Folgenden nochmals kurz zusammengefasst werden:

- Verstärkte Nutzung des signifikanten Photovoltaikpotenzials
- Ausbau der Wärmeerzeugung durch Solarthermieanlagen
- Stärkere Nutzung des hohen Erdwärmepotenzials mittels erd- oder grundwassergekoppelter Wärmepumpen
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den Austausch von alten Heizanlagen oder deren Optimierung durch neue Heizungspumpen und der Durchführung eines hydraulische Abgleichs
- Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung vor allem in Mehrfamiliengebäuden und, falls wirtschaftlich realisierbar in den größeren Hotelbetrieben
- Steigerung der Sanierungsraten durch intensive Öffentlichkeitsarbeit und gezieltere Informationen für Eigentümer älterer Gebäude
- Fortsetzung der Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik
- Förderung und Stärkung umweltfreundlicher Mobilität, insbesondere im Zusammenhang mit dem neu zu errichtenden Wasserpark

Die Sammlung, Entwicklung und Konkretisierung von Klimaschutzmaßnahmen unter Beteiligung von Bürgern und Akteuren vor Ort ist Gegenstand der Module 3 und 4 (vgl. Abbildung 48).

Die Datenbasis dieser Studie bietet zum einen eine Ausgangsbilanz der energetischen Situation vor Ort, die in Zukunft fortgeschrieben werden kann. So können in Verbindung mit Energiemanagementsystemen Erfolge und Maßnahmen im Klimaschutz dokumentiert und sichtbar gemacht werden. Zum anderen bietet die Studie eine solide Grundlage für weitere Entscheidungen und ermöglicht zudem, individuelle Fragestellungen und Potenziale der Gemeinde in die nachfolgenden Projektphasen zu integrieren. Hierzu zählt z.B. die konkrete Ausarbeitung einer Klimaschutzstrategie sowie individueller Maßnahmen unter Einbindung lokaler Akteure, also eines umfassenden integrierten Klimaschutz- oder Quartierskonzepts, welches im nächsten Schritt erarbeitet werden sollte.

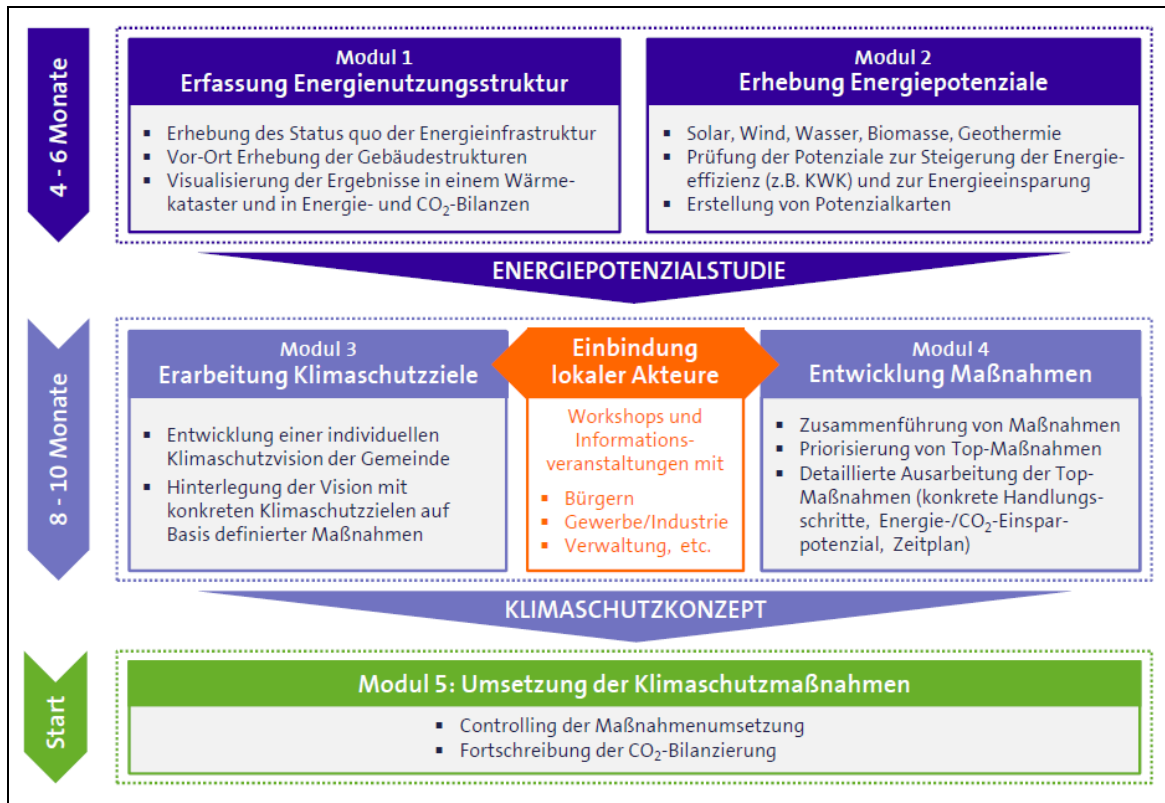


Abbildung 48 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts

7. Literaturverzeichnis

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2014). Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2013. Berlin.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWi) UND BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2010). Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin.

BUNDESVERBAND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG E.V., (2011). Vergleich: KWK und getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk/Wärme im Kessel). Zuletzt abgerufen am 24.09.2015. <http://www.bkww.de/typo3temp/pics/3d013c68b1.jpg>

BUSCH, M., BOTZENHART, F., HAMACHER, T., UND ZÖLITZ, R. (2010). GIS-gestützte Abbildung der Wärmenachfrage auf kommunaler Ebene am Beispiel der Gemeinde Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. *GIS Science* (3), S. 117-125.

DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) (2013). Klimastatusbericht 2013. Zuletzt abgerufen am 25.07.2016.

http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb_2013.pdf?__blob=publicationFile&v=2

EUROPA-PARK RUST (2016). Nachhaltigkeitsbericht 2015.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Klimawandel.

FRITSCH, U.R. UND GREß, H.-W. (2014). Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch des deutschen Strommixes im Jahr 2013. *Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH*, Darmstadt.

HAUSLADEN, G. UND HAMACHER, T. (2011). Leitfaden Energienutzungsplan. *Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern*, München.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2012). Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzierungstool BICO2 BW: Endbericht. Heidelberg.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014). Energie- und CO₂-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Aktualisierte Angaben zum Strommix Deutschland.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2015). Energie- und CO₂-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Zusätzliche Angaben zum CO₂-Faktor Bioerdgas.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2016). Energie- und CO₂-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Gebrauchsanweisung.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU) (2005). Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze. Darmstadt.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014). Climate Change 2014 – 5th Assessment Synthesis Report, Approved Summary for Policymakers.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2016). Datenbankabruf:

- Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG).

- Bohrdatenbank: Thematische Suche von Aufschlussdaten, 7712 Ettenheim (Rust)

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2015). Energieverbrauch kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 2010.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2015b). Energieatlas-BW, Ermitteltes Wasserkraftpotenzial (abgerufen im Juni 2016 unter <http://www.energieatlas-bw.de/wasser>).

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2016). Energieatlas-BW, Ermitteltes Solarpotenzial (abgerufen im Juni 2016 unter <http://www.energieatlas-bw.de/sonne>).

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2011). Windatlas Baden-Württemberg.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2012). Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS).

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015a). Energiewende – 50-80-90. Zuletzt abgerufen am 12.08.2016. <https://energiewende.baden-wuerttemberg.de/de/startseite>

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015b). Landeskonzert Kraft-Wärme-Kopplung Baden-Württemberg.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2016). Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis < 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Oberrheins unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (UMVBW) (2011). Klimaschutzkonzept 2020 PLUS Baden-Württemberg.

NITSCHKE, U. (2007). Auf neuen Wegen in die Zukunft. In W. Witzel, & D. Seifried, Das Solarbuch: Fakten, Argumente und Strategien für den Klimaschutz. Freiburg: Energieagentur Regio Freiburg.

RÄUMLICHEN INFORMATIONS- UND PLANUNGSSYSTEM (RIPS) DER LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2012). Globaleinstrahlung: Mittlere jährliche Solareinstrahlung.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2015a). Abfrage der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2015c). Struktur- und Regionaldatenbank: Abfrage für Rust. Zuletzt abgerufen im August 2016. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?H=1&R=GE315006>

UMWELTBUNDESAMT (2012). Energieeffizienzdaten für den Klimaschutz. Dessau-Roßlau.

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2007). Solarfibel: Städtebauliche Maßnahmen, energetische Wirkzusammenhänge und Anforderungen. Stuttgart.

8. Glossar

BAFA	Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ist eine Bundesoberbehörde mit breit gefächertem Aufgabenspektrum im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
CO₂	Chemische Formel für Kohlendioxid, eine chemischen Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff; die Klimarelevanz von CO ₂ gilt als Maßstab für andere Gase und chemische Verbindungen, deren Auswirkungen hierfür in CO ₂ -Äquivalente umgerechnet werden
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Das deutsche Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden (regenerativen) Quellen gespeist werden. Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein im EEG festgelegter Vergütungssatz für den eingespeisten Strom gewährt wird. Dieser orientiert sich an den Erzeugungskosten der jeweiligen Erzeugungsart, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen.
EEQ	Energie aus erneuerbaren Quellen
EEWärmeG	Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) ist am 01.01.2009 in Kraft getreten. Es legt fest, dass spätestens im Jahr 2020 14 % der Wärme in Deutschland aus Erneuerbaren Energien stammen sollen. Es schreibt vor, dass Eigentümer künftiger Gebäude einen Teil ihres Wärmebedarfs aus Erneuerbaren Energien decken müssen. Das gilt für Wohn- und Nichtwohngebäude, deren Bauantrag bzw. -anzeige nach dem 1. Januar 2009 eingereicht wurde. Jeder Eigentümer kann selbst entscheiden, welche Energiequelle er nutzen möchte. Alternativ zum Einsatz Erneuerbarer Energien kann auch ein erhöhter Dämmstandard umgesetzt werden.
Endenergie	Endenergie ist die Energie, die vor Ort z.B. im Wohnhaus eingesetzt wird. Im Fall von Strom ist dies die Menge Strom, die über den Hausanschluss an einen Haushalt geliefert wird. Im Fall von Wärme ist es die Menge an Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Die Endenergie unterscheidet sich von der Nutzenergie (s.u.).
fm	Abkürzung für Festmeter. Ein Festmeter ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m ³ fester Holzmasse.
Gebäude-typologie	Bei dieser Typologie teilt man den Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen ein, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.

GEMIS	Das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ ist ein Werkzeug des Ökoinstituts DarmGemeinde zur Durchführung von Umwelt- und Kostenanalysen sowie eine Datenbank mit Treibhausgasemissionen bzw. Emissionsfaktoren.
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
kW	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaikanlagen gemessen wird.
kWh	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln benötigt man etwa 1 kWh Strom.
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung: Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Sie ist eine sehr effiziente Form der Strom- und Wärmeerzeugung.
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg
MW	Megawatt. Ein MW entspricht 1.000 kW (s.o.)
MWh	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)
Nutzenergie	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie
Primärenergieverbrauch	Der Primärenergieverbrauch, abgekürzt PEV, gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, Elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.
Solarkataster	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieranlagen geeignet sind.
Strommix	Unter Strommix versteht man die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-,

	Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.
ü. NN.	bedeutet „über Normal Null“. Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0 m ü. NN.“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
Wärmekataster	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
WSchV	Wärmeschutzverordnung: Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ begriffen mit ganzheitlichen Planungen.

9. Methodik

9.1 Gebäudetypologisierung

Anhand der Katasterdaten sowie den Daten der Vor-Ort-Erhebung wurden für jedes Gebäude der Gemeinde die Baualtersklasse und die Gebäudeart bestimmt. Nach der „Deutschen Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU, 2005) können die Gebäude anhand dieser zwei Kriterien schließlich einem Gebäudetyp zugeordnet werden.

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005

Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
bis 1918	Fachwerkbau
bis 1918	Mauerwerkbau
1919 – 1948	Zwischen Ende 1. und Ende 2. Weltkrieg
1949 – 1957	Wiederaufbau, Gründung der Bundesrepublik
1958 – 1968	Ende des Wiederaufbaus, neue Siedlungsstruktur
1969 - 1978	Neue industrielle Bauweise, Ölkrise
1979 – 1983	Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung (WSchV)
1984 – 1994	Inkrafttreten der 2. WSchV
1995 – 2001	Inkrafttreten der 3. WSchV
Nach 2002	Einführung der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)

Bei der Einteilung der Gebäude nach Gebäudearten spielt die Anzahl an Wohneinheiten die entscheidende Rolle. So werden folgende Gebäudearten unterschieden: Einfamilien- und Doppelhäuser, Reihenhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser, große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser/Blockbebauung. Die Kriterien der Typen sind die Anzahl der Wohneinheiten. Bei der Unterscheidung zwischen den Einfamilien-/Doppelhäusern und Reihenhäusern muss zusätzlich das Kriterium der Baustruktur herangezogen werden:

- Einfamilienhäuser sind definiert als „freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten“
- Doppelhaushälften sind definiert als „zwei aneinander grenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- Reihenhäuser sind definiert als „drei oder mehr aneinander grenzende Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- kleine Mehrfamilienhäuser haben zwischen 3 und 6 Wohneinheiten

- große Mehrfamilienhäuser haben zwischen 7 und 12 Wohneinheiten
- Hochhäuser/Blockbebauungen haben mehr als 13 Wohneinheiten

Die Methode der Gebäudetypologisierung ermöglicht die Analyse des Energiebedarfs und der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Sie hat außerdem den Vorteil, dass der Energiebedarf eines Gebäudes unabhängig vom Bewohner- und Nutzerverhalten bestimmt werden kann.

9.2 Ermittlung des Wärmebedarfs für das Wärmekataster

Die Ermittlung des Wärmebedarfs und die Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand basieren auf den Angaben zum Gebäudetyp und den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen, die für jedes Gebäude vor Ort erhoben wurden. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) vor (Hausladen und Hamacher, 2011). Somit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäudes als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen bestimmt werden. Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hausladen und Hamacher, 2011).

Der Wärmebedarf der Gebäude stellt den Nutzenergiebedarf des Gebäudes dar. Der tatsächliche Endenergieverbrauch wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst und weicht in der Regel vom Wärmebedarf ab. Hierzu zählen das Nutzerverhalten, die Anzahl der Bewohner, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegewinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), Witterung, Wirkungsgrad der Heizung und Wärmeverluste im Heizsystem.

9.3 Energie- und CO₂-Bilanz

Für die Bilanzierung wurde das für das Land Baden-Württemberg konzipierte Tool BICO₂ BW (Version 2.5) genutzt (IFEU, 2016). Die Version 2.5 ist für das Bilanzjahr 2013 ausgelegt.

9.3.1 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie vom Verteilnetzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden vom Netzbetreiber unterteilt in Standardlastprofil-Kunden, Lastgangzählung-Kunden und Heizungs-/Wärmepumpen. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Gemeinde abgeglichen. Der Stromverbrauch der Großverbraucher (Lastgangzählung) wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der CO₂-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes verwendet, der im Jahr 2013 0,617 t/MWh beträgt (IFEU, 2016).

Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014)

Energielieferant	Anteil am deutschen Strommix (2013)
Kohle	46 %
Atomenergie	15 %
Erdgas	11 %
Wind	9 %
Biomasse	7 %
Solar	5 %
Wasser	3 %
Sonstiges	5 %

9.3.2 Stromeinspeisung

Einspeisemengen wurden für Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden, vom Stromnetzbetreiber NetzeBW für die Jahre 2012-2014 abgerufen.

Tabelle 9 – CO₂-Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2016)

Erzeugungsart	CO ₂ -Ausstoß (t/MWh)	CO ₂ -Einsparung (t/MWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	0,061	0,556
Wasserkraft	0,003	0,614
Biomasse	0,216	0,403
Windkraft	0,009	0,608

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche CO₂-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die CO₂-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. Konkret bedeutet das, dass die CO₂-Einsparungen der Gemeinde durch die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien von der CO₂-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der CO₂-Bilanz der Gemeinde berücksichtigt. Die CO₂-Emissionsfaktoren der einzelnen erneuerbaren Energiequellen, die in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

9.3.3 Energie und CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der CO₂-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers bnNETZE GmbH (für Erdgas) sowie statistische Werte des Landes Baden-Württemberg verwendet, die in die Berechnungssoftware BiCO₂ eingehen. Dabei wird zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffen (Energieholz) unterschieden.

Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank Solaratlas.de abgefragt. Diese Datenbank erfasst alle solarthermischen Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden. Der Bestand an oberflächennaher Geothermieanlagen wurde von der Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Freiburg (LGRB) abgerufen. Die Angaben zu den installierten Solarthermieanlagen bilden den Zustand im Jahr 2014 ab. Die Geothermieanlagen sind in der Bohrdatenbank möglicherweise nicht vollständig erfasst, zumal Anlagen vor 2012 nicht ausnahmslos registriert werden mussten.

Für die Verifizierung der Daten wurden gewerbliche und industrielle Betriebe direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen aus dem Jahr 2013 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) (Datenerhebung 2008 mit Fortschreibung für das Jahr 2013) für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen. Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung Rust gestellt.

Die CO₂-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger stellt das CO₂-Bilanzierungstool BICO₂ BW in der aktuellsten Version 2.5 (IFEU).

9.3.4 Energie- und CO₂-Bilanzierung des Verkehrs

Die Verkehrsdaten der Gemeinde wurden aus einer Datenbank des Statistischen Landesamt Baden-Württembergs abgerufen. Die Daten beinhalten die Jahresfahrleistung nach Fahrzeugtyp jeweils auf Innerorts- und Außerortsstraßen sowie auf Autobahnen (2013). Diese werden im Bilanzierungstool BICO₂ BW (IFEU) mit statistischen Werten zum Energieverbrauch und CO₂-Emissionen je km Fahrt ausgewertet, um die Energie- und CO₂-Bilanz für den Sektor Verkehr zu erstellen.

9.3.5 Datengüte

Eine CO₂-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und CO₂-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BICO₂ BW eine Datengüte ermittelt (IFEU, 2016).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirksame Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BICO₂ BW-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüten der einzelnen Angaben zu Verbräuchen pro Energieträger werden anhand des jeweiligen prozentualen Anteils am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Gesamtbilanz ermittelt wird.

Die beste zu erreichende Datengüte beträgt 100 % und liegt dann vor, wenn alle angegebenen Daten „aus erster Hand“ sind, also lokale Primärdaten darstellen, z.B. Energieversorgungsdaten für leitungsgebundene Energieträger. Die Datengüte verringert sich, wenn gewisse Werte auf Basis von Hochrechnungen ermittelt werden oder rein statistische Angaben verwendet werden. Je mehr regionale (statt lokale) Kennwerte verwendet werden, desto niedriger ist die Datengüte (IFEU, 2012).

9.4 Geothermiespotenzial

Zur Darstellung des Geothermiespotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden auf Basis der Berechnungssoftware „GEOHAND-light V. 2.2“ ermittelt (Hochschule Biberach a.d.R.).

Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m ³ K

Das Geothermiespotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung werden hier Sondenlängen von bis zu 99 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand mit berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 11 gelistet.

Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	99 m
Sondentyp	DN 40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand R_b	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für r_b/H bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,29 / 8,19 / 11,19
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 12 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS EWS (UMBW 2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Tabelle 12 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 99 m	40,8 / 37,6 / 33,4
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ bzw. $+1,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Max. Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 14,7$ K im eingeschwungenen Zustand
Max. Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 9,9$ K im eingeschwungenen Zustand

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 13 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten. Die Jahresarbeitszahl muss mindestens 3,5 erreichen.

Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe	4,3
Vollbenutzungsstunden h	1800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (Tabelle 14).

Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

Parameter für Sondenbelegungsichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5
Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 3 m Abstand zum Gebäude	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot \sqrt{A_{\text{Gebäude}}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	18 m ² / 36 m ² / 169 m ²

Die Potenzialkarten zeigen auf dieser Grundlage an, welches Gebäude seinen Wärmebedarf mit ein, zwei oder bis zu vier Sonden bei der zur Verfügung stehenden Flurfläche decken kann, ohne auf die sonstige Nutzfläche verzichten zu müssen.

10. Kartenmaterial

- Wärmekataster der Gemeinde Rust
- Absolutes und spezifisches Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung
- Geothermiekataster der Gemeinde Rust

Vergrößerte Ausdrücke der wichtigsten Karten befinden sich im Berichtsexemplar für den Bürgermeister bzw. für die Gemeindeverwaltung.

Dort enthalten ist auch eine CD mit einer digitalen Version dieser Studie und der oben genannten Karten, sowie weiterer Materialien und Hinweise.

Diese Studie wurde erstellt durch den Umwelt- und Energiedienstleister

badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

badenova
Energie. Tag für Tag

Ihr Kontakt

Dr. Marc Krecher
(Projektleiter)

marc.krecher@badenova.de

Telefon: 0761 279-1121

Elisabeth Scholz

elisabeth.scholz@badenova.de

Telefon: 0761 279-2522