

ENERGIENUTZUNGSPLAN

LOHR A. MAIN

Fassung vom 14. Oktober 2014

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Zentrale Ergebnisse.....	3
Überblick und Vorgehensweise.....	4
Teil 1: Ausgangslage.....	4
Lohr a. Main im Profil	6
Natur-, Wirtschafts- und Siedlungsraum.....	6
Naturraum	6
Flächennutzung.....	6
Flächen für die Forst- und Landwirtschaft	6
Leben und Wohnen in Lohr a. Main.....	9
Siedlungsentwicklung	10
Kernstadt Lohr a. Main mit Stadtteil Lindig.....	10
Sendelbach	10
Wombach	10
Sackenbach.....	10
Steinbach.....	11
Rodenbach.....	11
Pflochsbach.....	11
Halsbach.....	11
Ruppertshütten	11
Industrie und Gewerbe in Lohr a. Main.....	11
Mobilität	12
Forstwirtschaft	13
Energie im Projektgebiet.....	14
Energie – Anwendungsarten und Energieträger	14
Kennwerte zum Gebäudebestand	16
Ansatz 1: Entwicklung des wohnwirtschaftlichen Energiebedarfs anhand statistischer Daten und Kennwerte	17
Szenario 1 für den thermischen Energiebedarf.....	19
Szenario 2 für den thermischen Energiebedarf.....	20
Vergleich und Bewertung der Szenarien 1 und 2	21
Ansatz 2: Ermittlung des thermischen Energieverbrauchs anhand Abgrenzung von Rasterflächen mit energetisch einheitlichen Haustypen.....	21
Vorgehensweise	21
Einschränkungen.....	22
Zusammenfassung der Rastereinheiten unter energetischen Aspekten.....	25
Energetische Bewertung der einzelnen Gebäudetypen.....	35

Vergleich der Ergebnisse aus den Ansätzen zur Ermittlung des thermischen Energiebedarfs.....	36
Fazit	36
Erzeugung regenerativer Energie	37
Biomasse.....	37
Solarenergie	37
Wasserkraft	39
Windkraft.....	40
Sonstige Anlagen	40
Zusammenfassung EEG-Anlagen.....	40
Weitere typische Anwendungsfälle zur Nutzung von Umweltenergie	40
Geothermie	40
Biomasse aus lokalen Quellen.....	41
Zusammenfassung.....	41
Potenziale in Lohr a. Main	43
Thermische Energiebereitstellung	43
Energiebereitstellung aus lokal verfügbarer Biomasse – Wald	43
Energiebereitstellung aus lokal verfügbarer Biomasse – Biogasabwärme.....	43
Energiebereitstellung aus lokal verfügbarer Biomasse – Biotop- und Landschaftspflege	43
Biotop- und Offenlandpflege.....	44
Biomassepotenzial Öffentliche Grünflächen.....	46
Biomassepotenzial Sportplätze Ortsteile	47
Biomassepotenzial Privatgärten und Kleingartenanlagen.....	47
Biomassepotenzial aus Pflege entlang Verkehrsstraßen.....	48
Biomassepotenzial aus Pflege entlang Bahntrassen.....	49
Biomassepotenzial aus Pflege entlang Gewässer	50
Technisch nutzbare Potenziale aus der Landschaftspflege.....	51
Gehölzartige Biomasse.....	51
Halmartige Biomasse.....	52
Energiebereitstellung aus der Biotonne	52
Thermische Energiebereitstellung aus geothermischen Verfahren	53
Oberflächennahe Geothermie	53
Tiefe Geothermie	55
Thermische Energiebereitstellung aus Abwärme.....	56
Thermische Energie aus Abwärme von Gewerbe und Industrie	56
Thermische Energie aus Abwärme aus Abwasser.....	57
Elektrische Energiebereitstellung aus lokalen Quellen	57
Erzeugung elektrischer Energie aus regenerativen lokalen Quellen	57
Windkraftanlagen (WKA)	57

Fotovoltaik	59
Wasserkraft	61
Biogas und Biomasse aus der Landwirtschaft	61
Biomassepotenzial Pflanzenbau	62
Elektrische Energie aus Holz	63
Geothermie zur elektrischen Energieerzeugung	63
Optionen für Energieeffizienz und -einsparung	65
Energieeffizienz im wohnwirtschaftlichen Bereich	65
Handel, Gewerbe, Dienstleistung und Industrie	65
Zusammenfassung Potenzialanalyse Energieeffizienz	65
Zusammenfassung der Potenziale	66
Teil 3: Maßnahmen	66
Maßnahmen und Maßnahmenbereiche	68
Mögliche Projektauswahlkriterien	68
Überblick Projekte und Maßnahmen	69
Maßnahmenvorschläge	70
Aufteilung der Handlungsfelder	70
Handlungsfeld „Thermische Energie“	71
Maßnahmen für Liegenschaften der Stadt Lohr a. Main	71
Einführung eines durchgängigen Energiedatenmanagements und -controllings	71
Entwicklung eines Sanierungsfahrplans für die öffentlichen Gebäude	72
Vorbereitung und Durchführung der Sanierungsoffensive für öffentliche Gebäude	72
M1 Einführung Energiedatenmanagement	72
Schrittweise Einführung des Energiedatenmanagements und -controllings	74
Aufbau eines EDM-Systems	75
Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	75
Richtpreise und Basiskosten für ein EDM-System	76
Fördermöglichkeiten	76
Die nächsten Schritte	76
M2 Sanierungsfahrplan	77
Ergebnisse des Energiedatenmanagements gezielt nutzen	77
Umsetzung der Maßnahme Sanierungsfahrplan	77
M3 Sanierungsoffensive	78
Sanierungsoffensive als Instrument für die Öffentlichkeitsarbeit	78
M4 Wärmenetze	78
Sondersituation Lohr a. Main	78
Aufbau und Funktion von Wärmenetzen	79
Thermischer Energiebedarf	79

Wärmeleitungen und Trassen	81
Übergabestationen	81
Entscheidungsfindung	82
Fall 1: Wärmequelle vorhanden	82
Fall 2: Wärmequelle (noch) nicht vorhanden	83
Versorgungsarten	83
Wärmekunden.....	84
Anschlussdichte und Leistungsbedarf	85
Datenerhebung.....	86
Gleichzeitigkeitsfaktoren	86
Auslegung Wärmequelle	87
Grundlast und Spitzenlast	87
Pufferspeicher.....	88
Trassenführung	88
Leitungsverluste.....	88
Mögliche Wärmenetze im Projektgebiet.....	88
Nutzen von Wärmenetzen.....	89
M5 Biomassefeuerung	89
Anwendungsfälle.....	89
Schnittstelle zur Maßnahme „Wärmenetze“	89
Schnittstelle zur Maßnahme „Sanierungsfahrplan“	90
M6 Energie aus Biomüll	90
Verfahren zur energetischen Nutzung von Biomüll	90
Vorteile und technologischer Vorsprung.....	90
Zu klärende Rahmenbedingungen.....	90
Vergleichbare Projekte.....	91
M7 Energie aus Landschaftspflegematerial.....	91
M8 Industrielle Abwärmennutzung.....	91
Umsetzungsvorschlag.....	91
Quantifizierung der Energiequellen	92
Wesentliche Ergebnisse der Datenerhebung	92
Quantifizierung der Energiesenken.....	92
Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts.....	93
Modellbildung Zusammenspiel Energiequellen und –senken	93
Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts.....	93
Modellbildung für weitere mögliche Nutzungsoptionen.....	94
Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts.....	94
Abschätzung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen	94

Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts.....	94
Finanzierungsmöglichkeiten, Förderprogramme und Bürgerbeteiligung	94
Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts.....	94
Maßnahmenbereich „Elektrische Energie“	95
M9 Straßenbeleuchtung.....	95
M10 Optimierung Gebäudebeleuchtung.....	96
M11 Informationskampagne Lokale Energiespeicherung	97
Informationsvermittlung und Sensibilisierung.....	97
M12 Fotovoltaik.....	98
Auf Eigenstromverbrauch optimierte Fotovoltaikanlagen.....	98
M12a – Erneute Prüfung und Bewertung der kommunalen Dächer auf Eignung für den Einsatz von Fotovoltaikanlagen unter dem Aspekt des Eigenstromverbrauchs	98
M12b – Umsetzung der Anlagen als Bürgeranlagen bzw. Genossenschaftsmodell	98
Maßnahmenbereich „Mobilität“	99
M13 ÖPNV.....	99
Integration Stadtbus in übergeordnete Verkehrskonzepte.....	99
M14 Elektromobilität.....	99
Pendlerverhalten.....	100
Lokale Wertschöpfung	101
Aktuelle Entwicklungen bei der Elektromobilität	102
Ladetechnik.....	103
Wertschöpfungssituation bei Elektromobilität	104
Realistisches Szenario für die Einführung der Elektromobilität in Lohr a. Main	104
M14a Teilprojekt Kommunale E-Flotte	105
M14b Teilprojekt Ladestationen für Pendler und Touristen	106
Ladestationen	106
Solar-Carports und solargestütztes Laden	106
Kosten für Ladestationen und Carports	107
M14c Teilprojekt Information und Kommunikation zu E-Mobilität.....	108
M14d Teilprojekt E-Bürgerauto / Bürgerbus	108
M14f Teilprojekt E-Carsharing.....	108
Maßnahmenbereich „Information & Motivation“	109
M15 Informations- und Kommunikationskampagne Bürger	109
Grundlagen Öffentlichkeitsarbeit.....	109
Zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen	110
Aktionen / Aufklärungskampagnen	110
Grundlagen für "Aktionen"	111
M16 Modernisierungsoffensive private Gebäude	112
Umsetzungsvorschlag.....	112

M17 Bürgergeld und Bürger als Finanzierungspartner.....	113
M18 Round-Table Energie.....	113
Umsetzungsvorschlag.....	113
Mögliche Ergebnisse.....	114
M19 Umweltbericht und Energienutzungsplan	114
Umsetzungsvorschlag.....	114
Maßnahmenbereich „Prozesssteuerung“	114
M20 Querschnittsprozess Energie	114
Umsetzungsvorschlag.....	114
Anlagen.....	116
Anlage 1 - Liste öffentliche Gebäude (Eignung für Einbindung in EDM-System).....	116
Anlage 2 – Auflistung Straßenbeleuchtung mit Stand der Umrüstung.....	118
Verzeichnisse	124
Abbildungsverzeichnis	124
Tabellen.....	127

Die Erstellung des Energienutzungsplans für die Stadt Lohr a. Main wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie gefördert.



Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die Energiewende gewinnt zusehends an Konturen und auch wir in Lohr a. Main stellen uns der Verantwortung gegenüber den nachfolgenden Generationen. In den vergangenen Jahrzehnten hat sich in den Bereichen erneuerbare Energien, Energiesparen und nachhaltiges Leben viel getan. Wie groß unser persönlicher CO₂-Fußabdruck ist, hängt schon von der morgendlichen Frage ab, nehme ich das Fahrrad oder das Auto, um zur Arbeit zu fahren. Die Verantwortung für unsere Umwelt tragen wir gemeinsam und der vorliegende Energienutzungsplan ist ein weiteres Instrument auf dem Weg in eine umweltbewusstere Zukunft.

Der Energienutzungsplan zeigt uns die Bereiche in der Stadt Lohr a. Main auf, wo Energie eingespart werden kann oder sich der Umstieg auf erneuerbare Energien lohnt. Das betrifft natürlich nicht nur die städtischen Gebäude, sondern

genauso Privathaushalte und Industrie. In monatelanger Arbeit haben die Büros CHROSIS und neuland⁺ diesen Plan erstellt. Hauptverantwortlich waren die Herren Sebastian Dürr und Hannes Bürckmann. Ihnen gilt mein besonderer Dank. Vor uns liegt nun ein ebenso umfang- wie aufschlussreiches Werk, das der Stadt Lohr a. Main in den kommenden Jahren als Grundlage für Maßnahmen im Bereich der Energienutzung dienen wird.

Die Möglichkeiten der Stadt Lohr a. Main sind vor allem bei der Einsparung von Energie vielfältig: Großes Potenzial bietet zum Beispiel die Abwärme der örtlichen Industriebetriebe. So könnte allein ein Lohrer Unternehmen den Untersuchungen zufolge, bis zu 275 Gebäude mit seiner Abwärme beheizen. Diese mögliche Energiequelle muss freilich erst erschlossen werden, mittels Marktanalysen, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Absprachen mit den betroffenen Firmen und Aufbau einer funktionierenden Infrastruktur. Denkbar für die Zukunft ist, die Abwärme aus der Industrie für Wärme- und Stromgewinnung zu nutzen.

Auf der Grundlage des Energienutzungsplanes könnten außerdem die Gebäude der Stadt Lohr a. Main mit einem Energiedaten-Managementsystem genau unter die Lupe genommen werden. Welche Möglichkeiten bieten sich bei Stadtverwaltung, Bauhof und anderen Außenstellen beziehungsweise Einrichtungen? An welchen Stellen kann Energie eingespart oder erneuerbare Energiequellen eingesetzt werden? Für die Stadt Lohr a. Main ist das Thema Elektromobilität interessant: Bedenken Sie die Geldsummen, die allein die Pendler jährlich für Benzin und Diesel ausgeben. Mit zusätzlichen Stromtankstellen und einer Förderung für Elektroautos könnte wenigstens ein Teil dieses Geldes künftig in der Region gehalten werden, anstatt in die Kassen der global agierenden Ölkonzernen zu fließen.

Durch die topographische Lage der Stadt Lohr a. Main sind die Möglichkeiten für die Gewinnung von umweltverträglichen Energien begrenzt. Im Bereich Photovoltaik werden für unsere Stadt jedoch noch Handlungsspielräume gesehen. Vor etwa zehn Jahren wurden die Dächer der städtischen Gebäude bereits auf ihre Tauglichkeit für Solaranlagen getestet. Auf dem Rodenbacher Kindergarten und der Lohrer Feuerwache wurden damals schon größere Photovoltaikanlagen installiert. Andere Liegenschaften blieben aus technischen Gründen außen vor. Mit den heutigen technischen Möglichkeiten lohnt es sich jedoch, noch einmal zu prüfen, ob sich inzwischen auch noch andere städtische Dachflächen für Solarstromanlagen eignen.

Der Energienutzungsplan zeigt der Stadt Lohr a. Main ganz klar die Potenziale für Energieeinsparungen und Gewinnung von regenerativer Energie auf. Unsere Handlungsgrundlage ist damit geschaffen, nun liegt es an uns, etwas daraus zu machen.

Dr. Mario Paul

Erster Bürgermeister

Vorwort

Zu keinem Zeitpunkt in der Geschichte war das Wissen um die Zusammenhänge des human induzierten Klimawandels und dessen Auswirkungen größer als heute und gleichzeitig gab es selten eine größere Sensibilität hinsichtlich einer nachhaltigen und umweltschonenden Energieversorgung.

Die Stadt Lohr a. Main will sich dieser Fragestellungen aktiv annehmen und hat die Erarbeitung des vorliegenden Energienutzungsplans in Auftrag gegeben sowie dessen Erarbeitung kritisch begleitet.

Die Energiewende, die von zwei Dritteln der Bevölkerung als wichtiges bis sehr wichtiges Thema eingeschätzt wird, muss insbesondere auch dezentral erfolgen. Der Energienutzungsplan ist eine Hilfestellung dafür, wie diese Umsetzung auf lokaler Ebene gelingen kann.

Neben der Erzeugung regenerativer Energie spielt aber auch die Energieeffizienz eine wesentliche Rolle. Nur durch den sinnvollen Energieeinsatz und Energieeffizienzmaßnahmen kann langfristig ein nachhaltiges Energiesystem etabliert werden.

Für die Erarbeitung des Energienutzungsplans wurden umfangreiche Analysen angestellt. Als Ergebnis liegt nun mit diesem Bericht eine Momentaufnahme der energetischen Situation in Lohr a. Main vor, die umfassend darüber Auskunft gibt, an welchen Stellen Potenziale für die Umsetzung von Maßnahmen liegen.

Unser Dank gilt Herrn Wirth, dem Umweltbeauftragten der Stadt Lohr a. Main, der uns bei der Erstellung dieser Ausarbeitung nach Kräften unterstützt hat und für uns immer ein wichtiger und verlässlicher Ansprechpartner war.

Sebastian Dürr

Hannes Bürckmann

Stefan Stern

CHROSIS

neuland+

neuland+

Zentrale Ergebnisse

Der Energienutzungsplan für Lohr a. Main ist ein umfangreiches Werk geworden. Um die Inhalte dem Leser leichter zu erschließen, wurde an dieser Stelle eine Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse eingefügt. Ein dominantes Merkmal des Naturraums ist der Wald. Mit rund 70% Flächenanteil stellt er eine der zentralen Ressourcen der Stadt Lohr a. Main - in verschiedenster Hinsicht - dar. Deutlich weniger ausgeprägt ist hingegen die Landwirtschaft, die sich auf den Anbau von Sonderkulturen spezialisiert hat. Ein weiteres wichtiges Merkmal im Projektgebiet ist die Industrie und das Gewerbe. "Energie" ist für viele dieser Unternehmen ein, wenn nicht das zentrale Thema. Im Gegenzug ergeben sich interessante und erschließenswerte Potenziale bei der Abwärmenutzung.

Lohr a. Main ist aber auch für viele Menschen nicht nur Arbeitsstätte, sondern auch Wohnort. Die historischen Ortskerne mit vielen denkmalgeschützten Gebäuden und die Siedlungsentwicklung bis in die Gegenwart stellen Herausforderungen für eine zukunftsfähige und nachhaltige Energieversorgung dar. Mehr als die Hälfte der Energie im privaten Sektor (55%) wird für Heizzwecke benötigt. Ein weiteres Drittel für Mobilität und ca. 15% für elektrische Energie. An dieser Aufteilung lassen sich deshalb die Prioritäten und möglichen Hebelwirkungen festmachen, auf die in diesem Bereich hingearbeitet werden muss. Der thermische Energiebedarf für die Wohngebäude in Lohr a. Main wurde auf rund 130.000.000kWh pro Jahr abgeschätzt. Dies entspricht 13.000.000 Litern Heizöl, die in jedem Jahr umgesetzt werden. Auch im Bereich Mobilität ergeben sich interessante Konstellationen für Lohr a. Main. Als Wirtschaftsmetropole nimmt die Zahl der Einpendler beständig zu. Seit 2009 wird die Marke von 9.800 Einpendlern beständig überschritten. Auch die Zahl der Auspendler gewinnt, wenn auch auf anderem Niveau, an Bedeutung. Hier sind es rund 1.700 Berufspendler. Bei der Erzeugung regenerativer Energie darf nicht vergessen werden, dass Lohr a. Main zwar im ländlichen Raum zu verorten, aber strukturell eine Stadt ist. Die geografischen Randbedingungen sowie Vorgaben aus raumplanerischen Aspekten schränken damit die Auswahl möglicher Technologien zur regenerativen Energieerzeugung ein.

Gerade bei der Fotovoltaik zeigt sich deutlich, dass die typischen Treiber dieser Technologie, die Landwirte, fehlen. Daraus entsteht andererseits das Potenzial, die noch freien Dachflächen zukünftig für die Energieerzeugung zu nutzen. Die Wasserkraft wird hingegen schon seit alters her für die Energieerzeugung genutzt. Hier bleiben nur noch wenig Potenziale, um beispielsweise kleinere Kraftwerke zu reaktivieren oder ein re-powering durchzuführen. Ähnlich eingeschränkt sind die Potenziale bei der Energiebereitstellung aus Holz. Die zentrale Ressource Holz wird in Lohr mit Bedacht und dem Ziel der Nachhaltigkeit genutzt. Alleine beim Kleinprivatwald kann es an einzelnen Stellen noch die Möglichkeit einer zusätzlichen Aktivierung einzelner Bestände geben. Ein anderes Bild ergibt sich bei der Biotonne, dem Strauchschnitt und Material aus der Landschaftspflege. Hier ist ein Potenzial vorhanden, allerdings ist es aller Voraussicht nicht zielführend, dies nur auf das Projektgebiet begrenzt zu nutzen. Eine ungleich größere Hebelwirkung würde sich aus einem Projekt auf Landkreisebene ergeben. Dann könnte bei dem bestehenden Kompostierungsprozess der Zwischenschritt der Methanisierung, also der Produktion von Biogas, implementiert werden. Dies würde einer energetischen Inwertsetzung des Materials gleichkommen. Die oben geschilderten Analysen haben zu 20 Maßnahmen und Maßnahmenpaketen geführt, von denen die wichtigsten an dieser Stelle dargestellt werden. Die Stadt Lohr a. Main besitzt und bewirtschaftet eine Vielzahl von Liegenschaften. Bei einem Großteil dieser Liegenschaften würde sich die Installation eines durchgängigen Energiedatenmanagementsystems und nachgelagert ein Energiecontrolling anbieten. Damit könnten die folgenden Anforderungen ideal erfüllt werden: Vergleich der Liegenschaften untereinander sowie Priorisierung von Sanierungsmaßnahmen entlang der voraussichtlichen Sanierungseffektivität, die von der Nutzungsart und dem Nutzerverhalten abhängt. Kontrolle der Effektivität von Sanierungsmaßnahmen durch Ermittlung von Kennzahlen und deren Vergleich vor und nach durchgeführten Sanierungen. Darüber hinaus können die Ergebnisse des Energiedatenmanagements bzw. -controllings auch für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt werden. Ein weiteres potenzielles Startprojekt ist die Erschließung der gezielten Nutzung der Abwärme aus Industrieprozessen. Hier ist thermische Energie in Größenordnungen vorhanden, die es in jedem Fall sinnvoll machen, weitere Überlegungen zu deren Nutzbarmachung anzustreben. Ob diese Nutzung später rein auf gewerblicher Ebene erfolgt, oder ob in ein solches Konzept auch private Endkunden eingebunden werden können, wird von unterschiedlichen Randbedingungen abhängig sein, die im Rahmen des Energienutzungsplans in der dafür notwendigen Intensität nicht bearbeitet werden konnten.

Mit der Elektromobilität erschließt sich für die Stadt Lohr a. Main ein ganz neues und zukunftsweisendes Handlungsfeld. Dieses strahlt sowohl in die eigene Fahrzeugflotte aus, als auch in den Bereich der Berufspendler bis hin zu intermodalen Lösungen im Verbund mit dem ÖPNV. Auch wenn an dieser Stelle nur dieser kleine Querschnitt an Maßnahmen dargestellt werden kann, sind wir doch sicher, dass auch die übrigen entwickelten Maßnahmen eine genaue Betrachtung wert sind.

Überblick und Vorgehensweise

Der Energienutzungsplan für die Stadt Lohr a. Main umfasst drei Teile:

Erster Teil: Ausgangslage

- Im ersten Teil wird die Ausgangssituation beschrieben. Neben der Lage und anderen geographischen Faktoren wird in diesem Teil vor allem auf die "energierlevanten" Themen „Thermischer Energieverbrauch Wohnen“ und „Biomasse“ eingegangen. Im Energienutzungsplan für Lohr a. Main wird primär der thermische Energieverbrauch im wohnwirtschaftlichen Bereich analysiert.
- Während im wohnwirtschaftlichen Bereich vor allem die Raumheizung und Bereitung von Brauchwasser im Vordergrund steht, sind es in der industriellen Applikation vor allem Aspekte der Prozesswärme (d.h. thermische Energie, die für Produktionsprozesse erzeugt und genutzt wird) und der vorhandenen Prozessabwärme. Gerade bei den industriellen Applikationen ist eine Abschätzung der jeweiligen Jahresenergiemenge wegen der Heterogenität der Anwendungsfälle nur durch eine Einzelprüfung möglich, die über den Leistungsumfang des Energienutzungsplans hinausgehen würde.
- Lohr a. Main ist das Wirtschaftszentrum des Landkreises Main-Spessart mit 12.000 sozialversicherungspflichtigen Arbeitskräften, von denen nur 5.000 in Lohr a. Main und den Teilorten resident sind. Aufgrund der hohen Anzahl an täglichen Ein- und Auspendlern wird daher das Thema Mobilität im Energienutzungsplan für Lohr a. Main ebenfalls betrachtet¹.

Zweiter Teil: Potenzialbetrachtung

- Im zweiten Teil werden die sich die für Lohr ergebenden Potenziale betrachtet. Zum einen wird für die Erzeugung erneuerbarer Energien eine Abschätzung entsprechend der jeweiligen Technologien abgegeben, zum anderen werden die Potenziale für mögliche Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen dargestellt.

Dritter Teil: Maßnahmen und Projekte

- Im dritten Teil werden konkrete Maßnahmen vorgeschlagen und die mit diesen Maßnahmen verbundenen Effekte diskutiert und bewertet.

Während der Erstellung des Energienutzungsplans für die Stadt Lohr a. Main wurden mit unterschiedlichsten Akteuren Fachgespräche geführt, um eine möglichst genaue Einschätzung der Situation im Projektgebiet zu erhalten. Die Ergebnisse dieser Gespräche sind in diesen Bericht mit eingeflossen.

¹ Das Thema Mobilität ist im Energienutzungsplan typischer Weise nicht vorgesehen. Aufgrund der deutlichen Zahlen bei den Ein- und Auspendlern wird dieses Thema aber im Bereich "Maßnahmen" aufgegriffen, um Projektvorschläge zum Beispiel zum Thema E-Mobilität aufzugreifen.

TEIL 1: AUSGANGSLAGE

Lohr a. Main im Profil

Wie kann Lohr a. Main vor dem Hintergrund des Energienutzungsplans charakterisiert werden? Dieser Fragestellung geht dieses Kapitel nach. Dabei werden beispielsweise Themen wie der Naturraum, die Rolle von Lohr a. Main als Wirtschaftsraum sowie die Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung diskutiert.

Natur-, Wirtschafts- und Siedlungsraum

Naturraum

Die Stadt Lohr a.a. Main liegt am Osthang des Spessart im Maintal auf einer Niederterrasse des Mains. Im Stadtgebiet münden die Lohr und der Rechtenbach in den Main, aufgrund dieser Situation ist das Maintal an dieser Stelle zu einem breiten Talraum aufgeweitet. Die Altstadt liegt etwa 160 m über NN, die umliegenden Spessart Höhen steigen bis auf 500 m ü. NN an.

Die zur Stadt gehörenden Ortsteile liegen bis auf zwei Ausnahmen ebenfalls im Maintal. Der Ortsteil Ruppertshütten liegt nordwestlich der Kernstadt in etwa 10km Entfernung Luftlinie als Rodungsinsel im Spessartwald. Der Ortsteil Halsbach liegt östlich von Lohr a. Main in etwa 6km Entfernung auf der „Fränkischen Platte“ außerhalb des Naturraums Spessart.

Die Geologie von Lohr a. Main ist durch Sedimentgestein geprägt. Der Main hat sich etwa 200 m tief in den Buntsandstein eingegraben. An den Talhängen stehen Fels- und Plattensandstein an. Im Osten schließt sich die Fränkische Platte mit überwiegend Muschelkalk an.

Flächennutzung

Vergleicht man die prozentuale Flächenaufteilung von Lohr a. Main mit dem Freistaat Bayern, dann fällt besonders der hohe Waldanteil auf. Entsprechend niedrig ist der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, einer der niedrigsten in ganz Bayern.

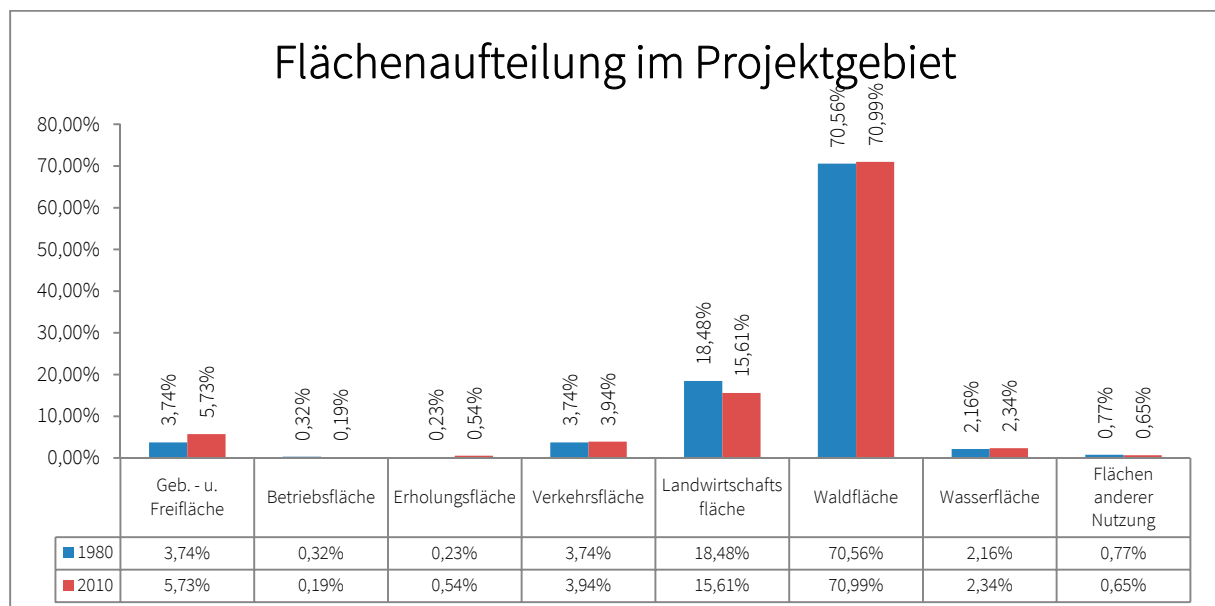


Abbildung 1 – Flächennutzung und Flächenverteilung im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014 nach Daten des Statistischen Bundesamtes

Der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche ist durchschnittlich. Der Flächenverbrauch insgesamt war im letzten Jahrzehnt deutlich geringer als im Landesvergleich. Die stärksten Zunahmen gab es bei Gebäude- und Freiflächen Wohnen und Industrie.

Flächen für die Forst- und Landwirtschaft

Außerhalb des Siedlungsbereiches und des Maintals wird das Stadtgebiet von Lohr a. Main vor allem von Waldflächen bestimmt. Die Hochflächen des Spessarts sind vollkommen bewaldet.

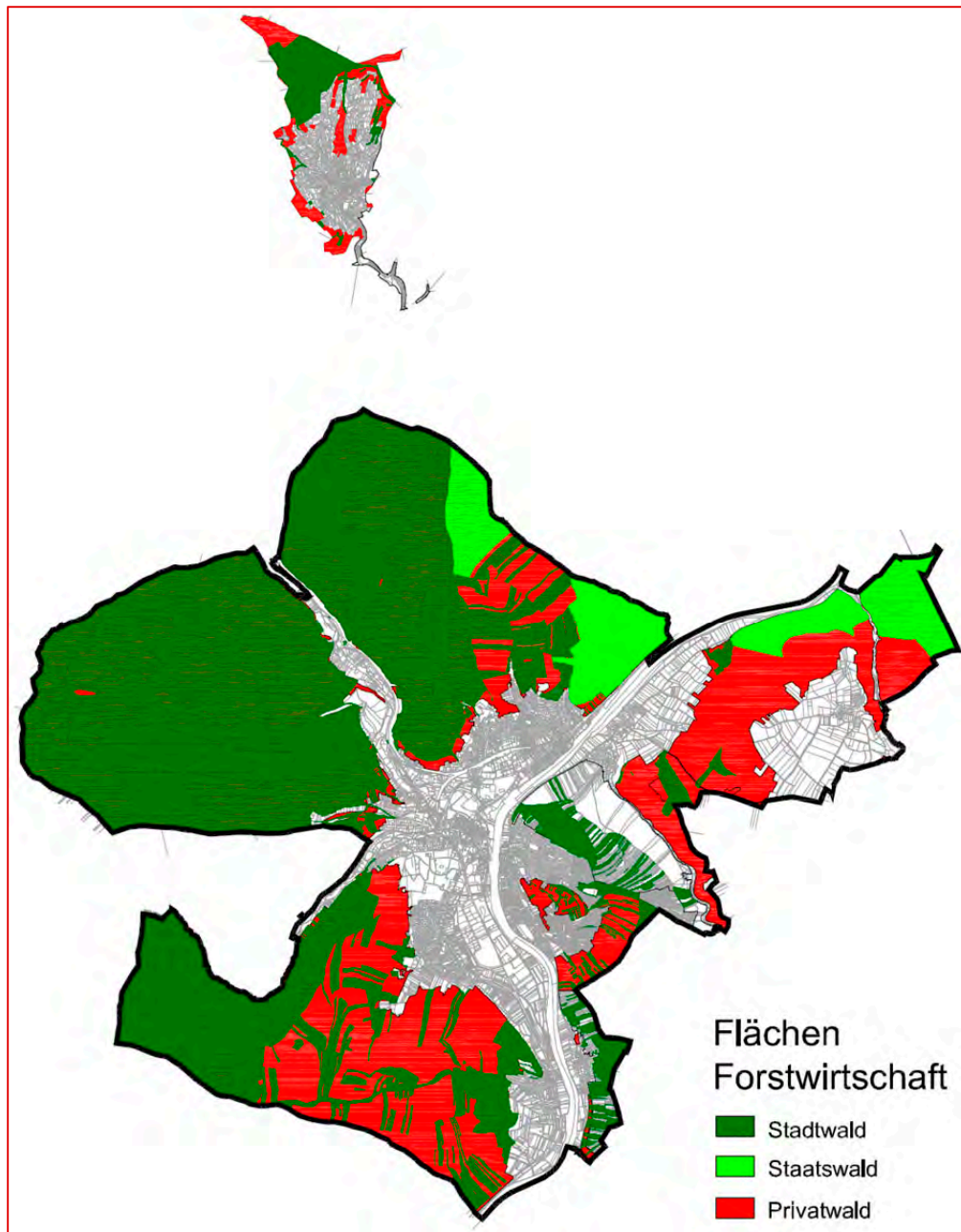


Abbildung 2 – Forstwirtschaftlich genutzte Flächen im Projektgebiet. Quelle: FNP 2000. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014

Mit mehr als 4.100 ha oder 64% der Waldfläche im Projektgebiet ist der Stadtwald von Lohr a. Main der zweitgrößte Stadtwald im Freistaat Bayern. Weitere 2.300 ha Privat- und Kleinprivatwald werden entweder in Eigenregie oder durch die Forstbetriebsgemeinschaft Main-Spessart West bewirtschaftet. Der Stadtwald ist seit dem Jahr 2000 FSC² zertifiziert und besteht überwiegend aus Buchen-Laubwald. Die Buche ist die häufigste Baumart gefolgt von Fichte und Eiche.

Im Vergleich zum Wald ist der Anteil der landwirtschaftlichen Flächen deutlich geringer. Die wenigen landwirtschaftlich genutzten Flächen liegen in den Tallagen des Maintals und des Lohrbachtals, bei Ruppertshütten und bei Halsbach auf der Mainfränkischen Platte.

² FSC: Der Forest Stewardship Council ist eine internationale Non-Profit-Organisation. Das Council schuf das erste System zur Zertifizierung nachhaltiger Forstwirtschaft, betreibt es und entwickelt es weiter.

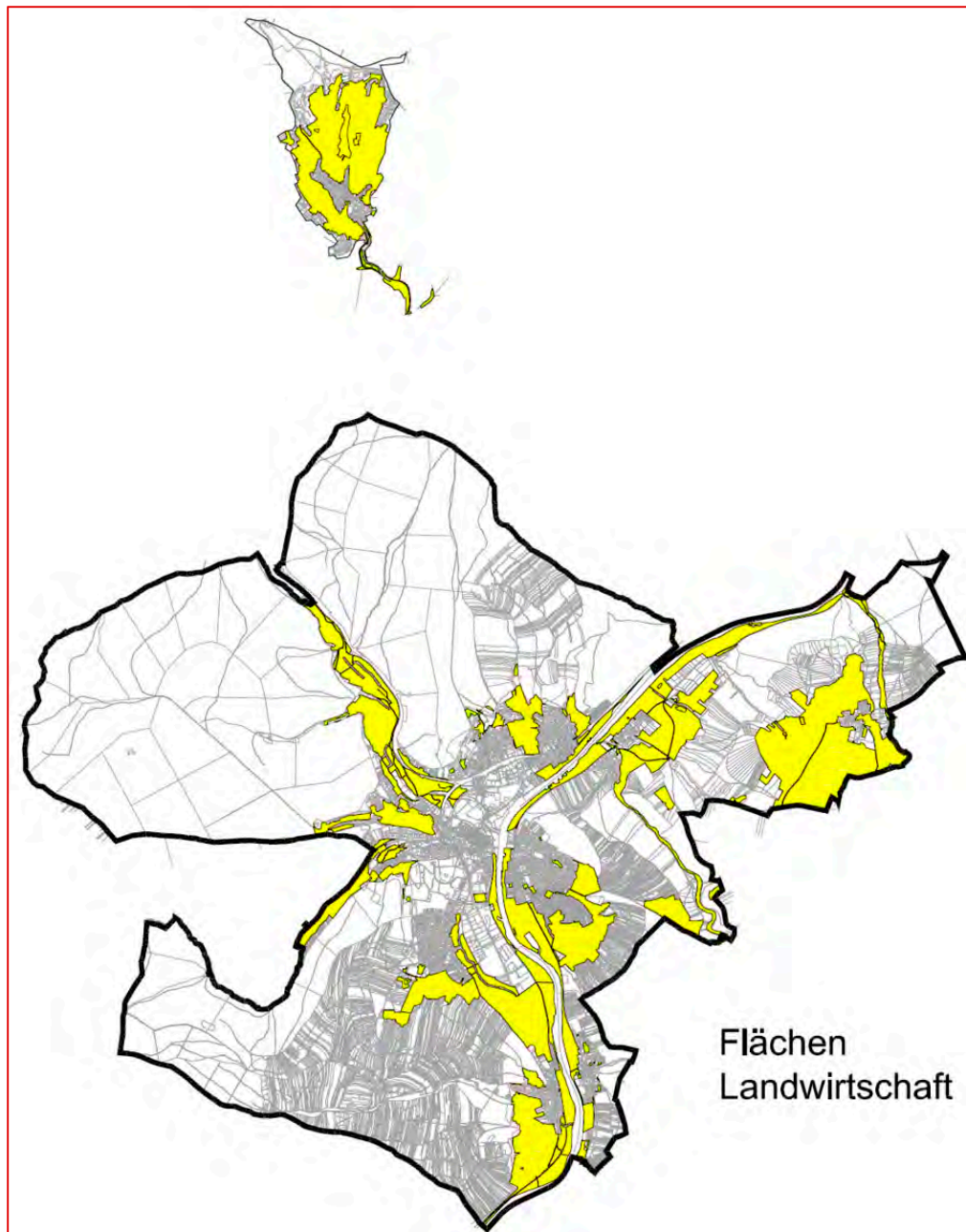


Abbildung 3 – Landwirtschaftlich genutzte Flächen im Projektgebiet. Quelle: Flächennutzungsplan 2000 der Stadt Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.

Die weniger stark ausgeprägte Rolle der Landwirtschaft spiegelt sich auch in der Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe wieder. Diese haben sich auf den Anbau von Sonderkulturen spezialisiert. Aus diesem Grund ist beispielsweise der Anteil von Rindern (im Jahr 2010 waren es 351 Stück, von denen 60 Milchkühe waren) im Projektgebiet gemessen am Bundes- und Landesdurchschnitt unterdurchschnittlich. Die landwirtschaftlichen Flächen setzen sich von Struktur und Nutzung wie folgt zusammen:

- 1.410 ha Landwirtschaftsfläche (2011), also unbebaute Flächen die dem Ackerbau, der Wiesen- und Weidewirtschaft, dem Garten-, Obst- oder Weinbau dienen sowie Moor und Heideflächen
- Ca. 1.150 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (wie oben, allerdings ohne Moor und Heide).
- Nutzung der tatsächlichen landwirtschaftlichen Flächen mit Ackerbau (43%) und Dauergrünland (57%). Im Stadtgebiet Lohr a. Main gibt es rund 40 landwirtschaftliche Betriebe sowie 50 Antragsteller für den gemeinsamen Antrag. Etwa 25% der landwirtschaftlichen Betriebe sind Haupterwerbsbetriebe, mehr als die Hälfte aller landwirtschaftlichen Betriebe bewirtschaftet eine Fläche von weniger als 10ha.

Leben und Wohnen in Lohr a. Main

Die im Folgenden dargestellten Zahlenwerte basieren auf der lokalen Statistik (Statistisches Landesamt Bayern) und wurden mit weiteren Datenquellen ergänzt. Sie geben einen Überblick über die Strukturdaten von Lohr a. Main vor dem Hintergrund des Energienutzungsplans.

Derzeit leben rund 16.100 Einwohner in Lohr a. Main und den Teilorten. In der Altstadt/Kernstadt (31%), Sendelbach (19%) und Wombach (12%) leben die meisten Einwohner.

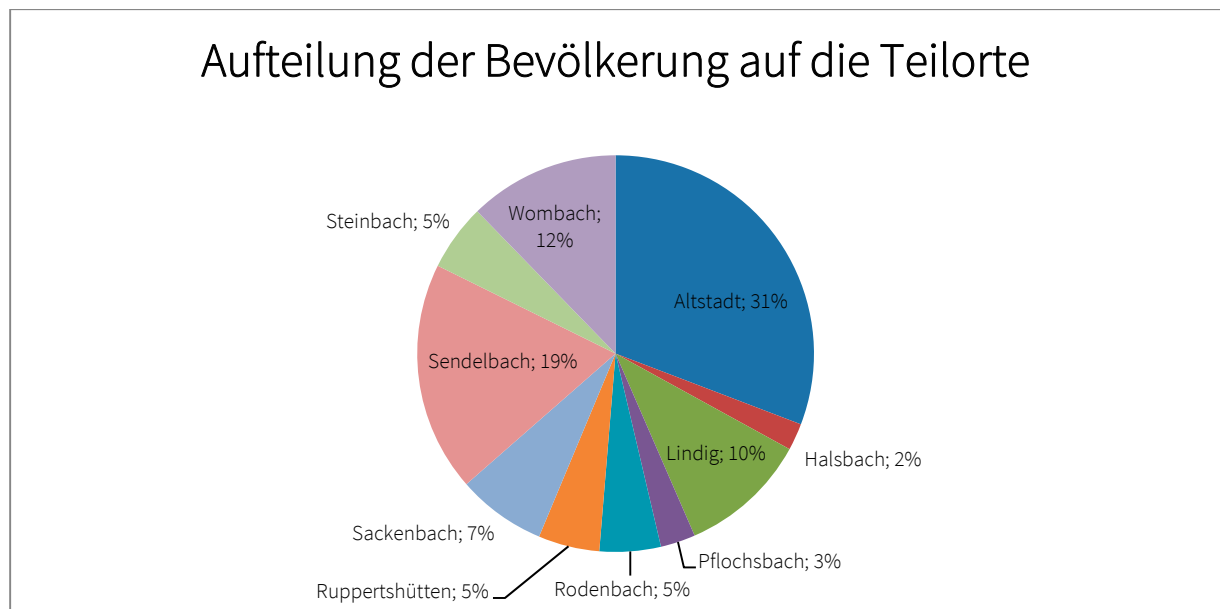


Abbildung 4 – Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung auf die Teilorte. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Landesamts Bayern

Bis in die Siebzigerjahre hinein konnte die Stadt Lohr a. Main ein Bevölkerungswachstum verzeichnen. Seit Mitte der Achtzigerjahre ist die Bevölkerungsentwicklung jedoch leicht rückläufig.

Die Vorausberechnung geht davon aus, dass im Jahr 2029 noch rund 14.300 Menschen in Lohr a. Main leben werden. Dies entspricht einem Rückgang von ca. 11% gegenüber dem Jahr 2012.

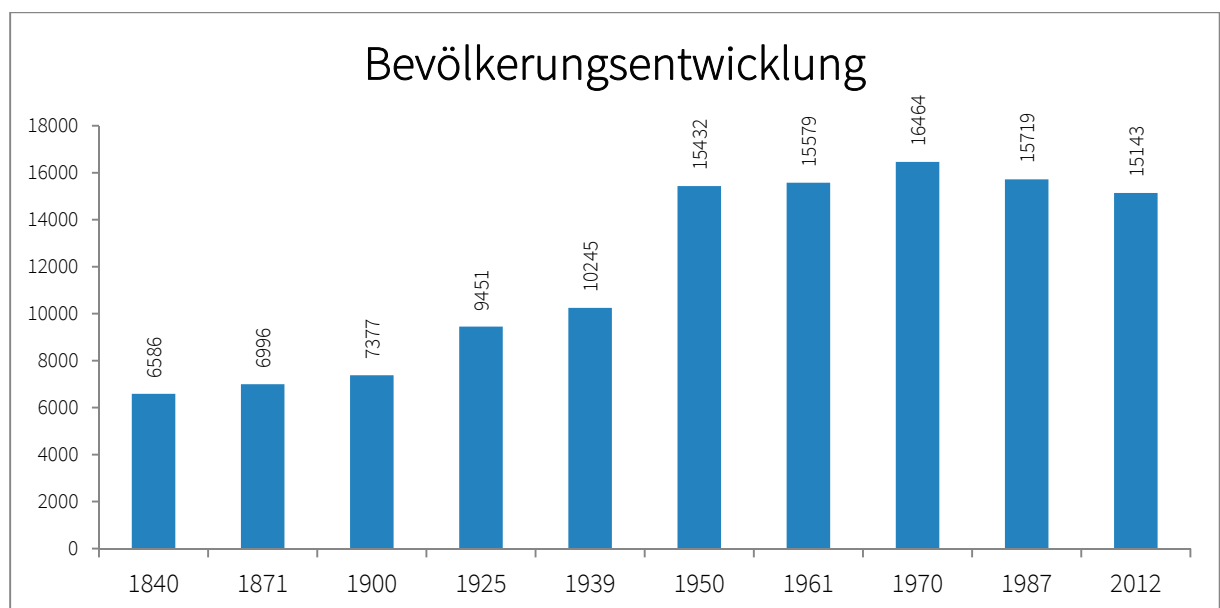


Abbildung 5 – Bevölkerungsentwicklung im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts

Ursächlich für diese Entwicklung sind zum einen der demographische Wandel und zum anderen Wanderungsbewegungen von Nordbayern nach Südbayern. Diese Entwicklung wird auch Einfluss darauf haben, mit welchen Energieverbräuchen zukünftig im Projektgebiet zu rechnen sein wird.

Siedlungsentwicklung

Bis 1930 waren die Siedlungsflächen der Stadt Lohr a. Main im Wesentlichen auf den historischen Altstadt kern, die Vorstadt, den Sommersberg (Bezirkskrankenhaus) und das Bahnhofsareal beschränkt.

Auch die umliegenden Dörfer, bis ins 20. Jahrhundert hinein verwaltungstechnisch eigenständig, waren bis 1937 auf ihre historischen Dorfkern e begrenzt. Insgesamt waren 1937 in der Kernstadt Lohr a. Main und den umliegenden Dörfern etwa 120 ha Fläche bebaut. Siedlungsstrukturell liegen im Projektgebiet überwiegend Straßendörfer vor, d.h. ihre Entwicklung erfolgte entlang der Haupt- bzw. Durchgangsstraße(n). Bis in die 1930er Jahre war eine nur sehr geringe Weiterentwicklung im Maintal entlang der Verbindungsachsen zu verzeichnen.

Bis 1965 wuchs die Siedlungsfläche nur maßvoll. Erst mit der in den 1960er Jahren beginnenden Entwicklung der ortsansässigen Industriebetriebe und der Neuansiedlung von Betrieben entstand eine starke Nachfrage nach Wohnbauflächen.

Damit vergrößerte sich die Siedlungsfläche bis 2007 auf etwa 595 ha. Im Umfeld der Kernstadt Lohr a. Main und in allen Ortsteilen entstanden ausgedehnte Wohngebiete. Der Schwerpunkt der Entwicklung erfolgte in den Jahren 1950-2000, sie ist bis heute nicht abgeschlossen.

Nachfolgend wird die Siedlungsentwicklung der Kernstadt Lohr a. Main und der einzelnen Ortsteile skizziert.

Kernstadt Lohr a. Main mit Stadtteil Lindig

In der Gründerzeit wurde die Kernstadt im Westen entlang Ludwigstraße/Partensteiner Straße/ Rechtenbacher Straße und im Süden entlang Vorbachstraße/Rodenbacher Straße erweitert (Vorstadt). Wie bereits beschrieben, umfassten die Siedlungsflächen der Stadt Lohr bis 1937 die historische Altstadt, die Vorstadt, den Sommerberg, das Bezirkskrankenhaus und das Bahnhofsareal.

1934 wurde der Ortsteil Lindig als Siedlung des Reichsheimwerkstättenwerks neu gegründet. Bis 1962 folgte die Bebauung der Ruppertshüttener Straße und der Diebsbrunnenstraße. Ab 1965 wurde dann das Areal nordöstlich der Ruppertshüttener Straße mit Blockzeilenbebauung erweitert. Auch westlich der Diebsbrunnenstraße erfolgte eine großflächige Erweiterung bis in die bewaldeten Steilhänge des Beilstein hinein mit Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern. Im Westen von Lindig liegt das Schulungszentrum der IG Metall.

Ab 1950 setzte in der Stadt Lohr eine starke bauliche Entwicklung mit Gewerbe, Industrie und Wohnbebauung ein. In den Tallagen wurden das Lohrtal und das Rechtenbachtal, in den Hanglagen die Rombergkuppe und die Valentinusbergkuppe bebaut. 2003 bis 2007 wurde das neue Wohngebiet „Östlich Heeg“ mit 0,61 ha, ab 2010 das neue Wohngebiet „Schafhof Ost“ mit 2,26 ha erschlossen.

Sendelbach

Mit knapp 75 ha ist Sendelbach der zweitgrößte Stadtteil. Historisch handelt es sich um ein Straßendorf, das sich entlang der Würzburger und der Sendelbacher Straße entwickelte. Die Eingemeindung nach Lohr a. Main erfolgte bereits 1939. Die ersten Siedlungserweiterungen wurden ab 1965 bis in die 1970er Jahre entlang Steinfelder Straße, Brunnenrainstraße und Ostlandstraße sowie südlich des historischen Dorfkerns vorgenommen. In den 1980er bis 1990er Jahren erfolgte eine zweite, zusätzliche Erweiterung in Richtung Osten. Seit 2000 ist die Siedlungstätigkeit gering, allerdings bestehen Planungen, südlich der Steinfelderstraße ein größeres Baugebiet mit ca. 3 ha zu entwickeln.

Wombach

Das Straßendorf verzeichnete bis in die 1960er Jahre eine nur geringe Siedlungstätigkeit entlang der Bachstraße. Ab 1960, v.a. aber ab 1970 erfolgte auf den Hanglagen westlich des alten Dorfes eine erste größere neuzeitliche Entwicklung von Wohnbauflächen. Im Osten entstand das großflächige Gewerbegebiet Lohr-Süd. In den Jahren 2003 bis 2007 wurde schließlich das neue Wohngebiet „Westlich Hirtenacker“ mit 7,25 ha begründet. Damit wurde die große „Baulücke“ im Innenbereich von Wombach geschlossen.

Sackenbach

Das Straßendorf wurde 1890 durch den Bau des Bahnviaduktes im historischen Ortskern entscheidend geprägt. Ab 1965/70 erfolgte eine starke Siedlungsentwicklung auf den Südhängen, die bis etwa 2000 andauerte. Die

letzten neuzeitlichen Wohngebiete entstanden 2003 bis 2010 mit den Arealen „Maria-Theresien-Straße“ mit 0,43 ha und mit dem Areal „Nördlich Maria-Theresien-Straße Schafhof Ost“ mit 4,39 ha.

Steinbach

1937 bestand das Haufendorf im Wesentlichen aus dem historischen Dorfkern und einzelnen Gehöften entlang des Buchenbachs zwischen Steinach und Wallfahrtsort Maria Buchen. Bis Anfang 1960er Jahre erfolgten nur geringe Siedlungserweiterungen. Die neuzeitliche Entwicklung größerer Wohngebiete erfolgte ab 1965/70 bis 1990 im Süden auf den Hanglagen zwischen Buchenbach, Wald und Lohrer Straße sowie ab 1990 im Nordosten beidseits der Straße nach Hofstetten.

Rodenbach

Das historische Haufendorf verzeichnete bis in die 1960er Jahre keine nennenswerte Siedlungserweiterung. Die erste Siedlungsentwicklung erfolgte ab 1960 kleinflächig entlang der Talstraße. In den 1970er Jahren wurden dann die flacheren Bereiche westlich der Rodenbacher Straße (St2315) bis zur Katzenbachstraße sowie die oberen Bereiche der Talstraße bebaut. In den 1980er Jahren erfolgte dann entlang der Talstraße der „Lückenschluss“ zwischen den unteren und dem oberen Ortsteil.

Pflobsbach

Das historische Haufendorf ist der jüngste Ortsteil der Stadt Lohr. Zwischen 1937 und Anfang der 1960er Jahre erfolgte eine nur maßvolle Siedlungserweiterung im Norden entlang der Pflobsbacher Straße (Kreisstraße MSP22). 1960 war der Streuobstgürtel zwischen Ortskern und bewaldeten Steilhängen noch vollständig erhalten. Die neuzeitliche Siedlungsentwicklung erfolgte nach Süden beiderseits der Pflobsbacher Straße, in die Hanglagen der ehemaligen Weinberge sowie nach Osten in die Hangbereiche am Faulbach.

Halsbach

Das historische Haufendorf geht auf eine Rodungsinsel zurück. Bis in die 1960er Jahre hinein erfolgte keine Bautätigkeit. Ende der 1960er Jahre wurde ein neues Wohngebiet im Norden von Halsbach oberhalb des alten Dorfkerns eröffnet. Dieses wurde in den folgenden Jahrzehnten kontinuierlich hangaufwärts erweitert, bis heute ist die Bautätigkeit nicht abgeschlossen. Im Süden wurden in den 1970er Jahren die Hänge entlang des Hemenhausweges bebaut. Im Gegensatz zu den Südhängen ist hier aber keine weitere Entwicklung mehr zu verzeichnen. Insgesamt ist aufgrund der abseitigen Lage zur Kernstadt Lohr a. Main die Bautätigkeit in Halsbach deutlich geringer als in anderen Ortsteilen. Nur Ruppertshütten verzeichnet eine noch geringere Entwicklung.

Ruppertshütten

Ruppertshütten entstand 1546 in einer Rodungsinsel einer Glashütte. Das Haufendorf liegt in enger Tallage mit vergleichsweise steilen Hanglagen. Zwischen 1937 bis Anfang 1960er Jahre erfolgten keine nennenswerten Bautätigkeiten. Die erste Ortserweiterung erfolgte entlang der Sindertsbacherstraße bis zur Schule und zum Forsthaus, danach die Besiedlung der Seitentäler. Das Baugebiet „Kirchhofsfuhr“ stellt die größte Siedlungserweiterung oberhalb des Dorfkerns dar. 2003 bis 2007 wurde das neue Baugebiet „Lohrhaupter Berg“ mit einer Fläche von 1,4 ha erschlossen.

Industrie und Gewerbe in Lohr a. Main

Lohr a. Main ist mit 12.000 sozialversicherungspflichtigen Arbeitskräften das Wirtschaftszentrum des Landkreises Main-Spessart. Zu den wichtigsten in Lohr a. Main ansässigen Unternehmen zählen

- Bosch Rexroth AG
- Bezirkskrankenhaus Lohr
- Krankenhaus Lohr
- Gerresheimer Lohr
- Nikolaus Sorg
- Walter Hunger
- OWI Oskar Winkler
- verschiedene holzverarbeitende Betriebe

Bei allen aufgeführten Unternehmen spielt das Thema Energie eine wichtige, in manchen Fällen eine zentrale Rolle. Gleichzeitig ergeben sich Nutzungspotenziale für Abwärme, auf die später eingegangen wird.

Mobilität

Von den 12.000 sozialversicherungspflichtigen Arbeitskräften wohnen nur 5.000 in Lohr a. Main und den Teilorten. Dementsprechend ist die Anzahl der Einpendler vergleichsweise hoch. Seit dem Jahr 2008 liegt die Zahl der Einpendler konstant über 9.800, die Zahl der Auspendler konstant über 1.600.

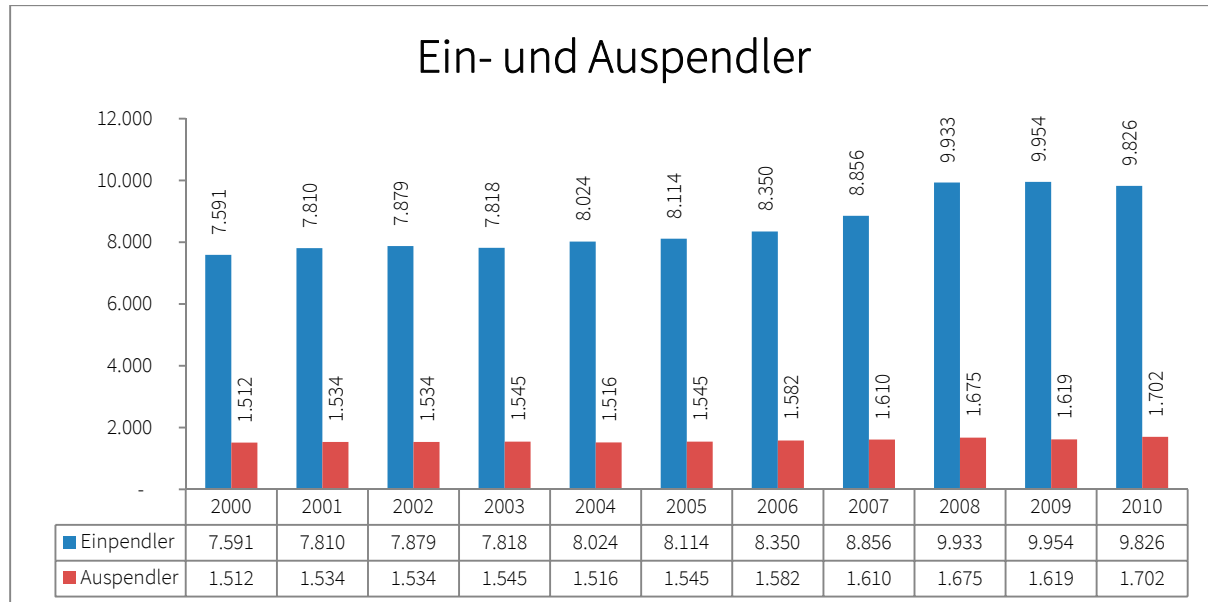


Abbildung 6 – Entwicklung der Pendlerströme, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts

Trotz beständig steigender Pendlerzahlen, hat sich der Kraftfahrzeugbestand seit dem Jahr 2006 leicht rückläufig entwickelt. Mit 8.771 Kraftfahrzeugen waren im Jahr 2012 690 Fahrzeuge weniger zugelassen als im Jahr 2006.

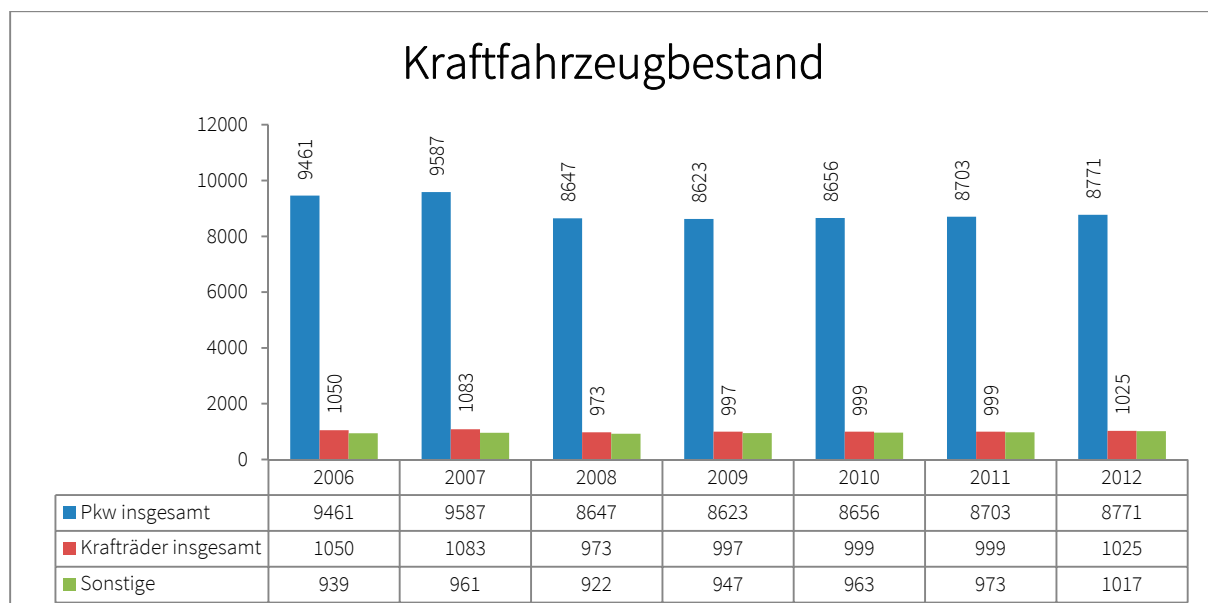


Abbildung 7 – Entwicklung des Kraftfahrzeugbestands, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts

Eine mögliche Ursache hierfür könnte ein verändertes Mobilitätsverhalten sein, beispielsweise die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs und die Bildung von Fahrgemeinschaften. Ungeachtet dessen ist das Thema Mobilität aus energetischen Gesichtspunkten für die Stadt Lohr a. Main von großer Bedeutung.

Forstwirtschaft

Die Forstwirtschaft spielt, dem hohen Waldanteil geschuldet, eine zentrale Rolle in Lohr a. Main. Der Stadtwald Lohr wird nachhaltig bewirtschaftet. Es wird das Ziel verfolgt, auf der gesamten Waldfläche hochwertige Mischbestände zu schaffen, bei denen die Bäume sowohl wirtschaftlichen wie ökologischen Anforderungen entsprechen. Der jährliche Einschlag beträgt 7 Festmeter (FM) je ha bzw. rund 30.000 FM pro Jahr. Bei einem Holzvorrat von 345 FM je ha liegt der Einschlag unter dem jährlichen Zuwachs. Zudem erfolgt die Bewirtschaftung als Plenterwald, d.h. die Entnahme erfolgt einzelbaumweise. Bemerkenswert sind die Totholzmenge von 3,5 FM je ha und der Umstand, dass zwei Drittel des Stadtwaldes Natura2000-Schutzgebiet (FFH, SPA) sind.

90% des Einschlages werden industriell für die Herstellung von Möbeln, Bauholz, Spanplatten und Papier genutzt. Etwa 3.000 FM gehen in die energetische Verwertung, wobei 500 FM als Hackschnitzel und 2.500 FM als Stückholz verwertet werden.

Die Forstbetriebsgemeinschaft schlägt pro Jahr 5.000 FM im Projektgebiet ein. Mit 3.000 bis 4.000 FM wird der überwiegende Teil dieser Holzmenge energetisch genutzt.

Von den 1.500 ha Kleinprivatwald werden zwei Drittel mehr oder weniger intensiv bewirtschaftet. 500 ha werden nur unterdurchschnittlich oder überhaupt nicht bewirtschaftet. Diese Flächen stellen ein Potenzial von weiteren 3.500 FM dar, das aktuell ungenutzt bleibt. Dabei gilt aber zu bedenken, dass diese Bestände wegen ungünstiger Topografie nur schwer zu nutzen sind, was sich wiederum negativ auf die Bewirtschaftung auswirkt.

	Holzeinschlag	Gewerbliche / Industrielle Nutzung	Energetische Nutzung
Stadtwald	30.000 FM/a	27.000 FM/a	3.000 FM/a
Weiterer Waldbestand	5.000 FM/a	1.500 FM/a	3.500 FM/a

Tabelle 1 – Aufteilung Nutzung Waldbestand im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Angaben der Forstverwaltung Lohr a. Main und Forstbetriebsgemeinschaft Main-Spessart West, 2013

Energie im Projektgebiet

Das Thema Energie hat vielfältige Bezüge zum Projektgebiet. Die Bandbreite reicht dabei vom thermischen Energiebedarf im wohnwirtschaftlichen Bereich bis zur Erzeugung regenerativer Energie.

Energie – Anwendungsarten und Energieträger

Energie ist ein zentrales Thema und begegnet uns in unserem täglichen Leben in unterschiedlichsten Formen und Ausprägungen. Entscheidend ist, dass ein Bewusstsein dafür geschaffen wird, an welchen Stellen welche Form von Energie mit welcher Intensität eingesetzt wird.

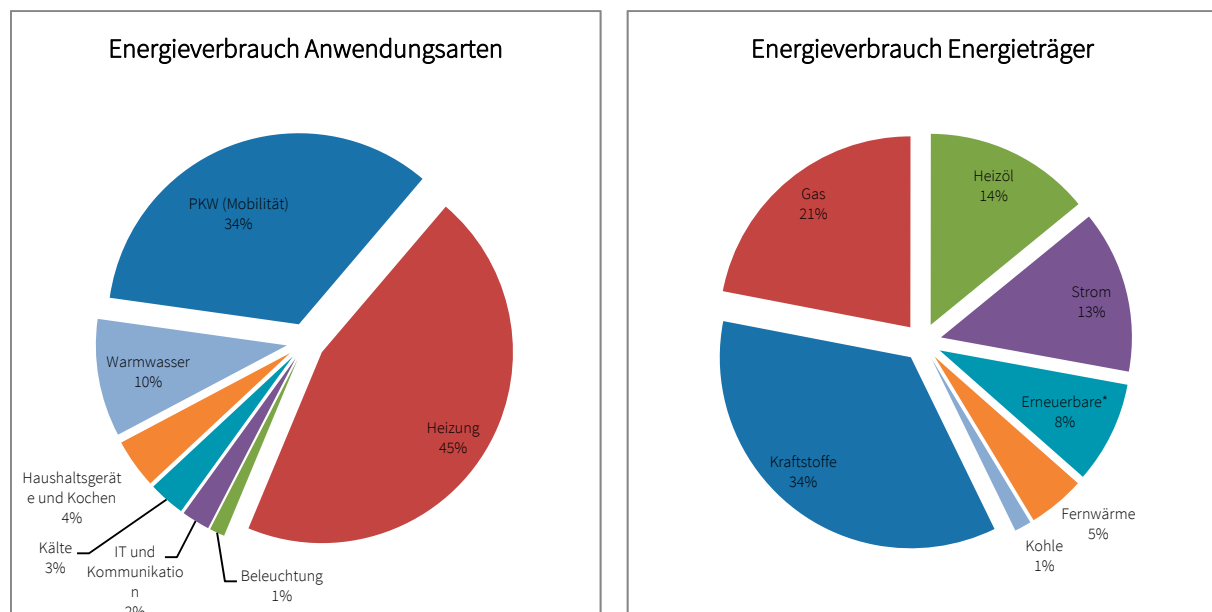


Abbildung 8a/b – Endenergieverbrauch der Haushalte 2012 nach Anwendungsarten und Energieträgern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des BDEW 2014. (*Holz, Solar, Wärmepumpe)

Auf das Energiebudget eines Durchschnittshaushalts bezogen bedeutet dies:

- Thermische Energie spielt mit mehr als der Hälfte des Energieeinsatzes nach Anwendungsarten (45% für Heizung, 10% für Warmwasser) eine wesentliche Rolle.
- Für Mobilitätsanforderungen (PKW) werden weitere 34% des Energiebudgets verwendet.
- An dieser Stelle sind bereits knapp 90% des Energiebudgets verbraucht. Die restlichen 10% verteilen sich auf Haushaltsgeräte und Kochen, Kälte, IT und Kommunikation sowie die Beleuchtung.

Bei den Energieträgern dominieren im Bundesdurchschnitt nach wie vor die fossilen (und endlichen) Energieträger. Heizöl, Gas und Treibstoffe machen zusammen knapp 70% aus.

Die Abfrage bei den Brennstoffhändlern im Projektgebiet bzw. im Landkreis Main-Spessart zur Erfassung der Verbrauchsmengen an nicht leitungsgebundenen Energieträgern (z.B. Holz, Kohle, Pellets, Heizöl etc.) hat gezeigt, dass differenzierte und vor allem auch belastbare Daten nicht erhältlich sind. Sofern Daten vorliegen, können diese nicht einheitlich auf das gesamte Projektgebiet angewendet werden, da sie nur eine punktuelle Gültigkeit aufweisen.

Die Höhe des thermischen Energiebedarfs im wohnwirtschaftlichen Bereich wird im Energienutzungsplan daher mit zwei unterschiedlichen Herangehensweisen ermittelt, um möglichst belastbare Ergebnisse zu erzielen.

- **Ermittlung des thermischen Energieverbrauchs durch statistische Verfahren**
Statistische Verfahren stellen die typische Herangehensweise dar, die für eine großräumige Betrachtung sicherlich auch angemessen ist. Sie beruht darauf, den durchschnittlichen Energieverbrauch (beispielsweise 180W/m²) mit den angegebenen Wohnflächen zu multiplizieren. Diese Vorgehensweise ist verhältnismäßig einfach, jedoch muss mit Abstrichen bei der Genauigkeit gerechnet werden. Wie und in welchem Umfang bzw. mit welcher Effektivität energetisch saniert wurde, wird dabei jedoch nur wenig beachtet, kann allerdings Auswirkungen auf den tatsächlichen Energiebedarf haben.

- **Ermittlung des thermischen Energieverbrauchs durch quartiersbezogene Daten**

Die quartiersbezogene Herangehensweise beruht auf der Auswertung der Bebauungspläne sowie der Begehung des Projektgebiets. Dabei werden die Wohngebiete in Raster unterteilt und die Gebäude verschiedenen Bauzeitaltern und Gebäudetypen zugeordnet. In einem weiteren Schritt kann dann auf Grundlage der Energieeinsparverordnungen der typische Energieverbrauch abhängig vom diesen Gebäudetypen und Bauzeitaltern ermittelt werden.

Als Ergebnis der Auswertungen wird deshalb keine absolute Zahl für den thermischen Energiebedarf angegeben, sondern eine Bandbreite, die sich aus den unterschiedlichen Modellen ergibt.

In Abbildung 9 ist die Vorgehensweise für die Ermittlung des thermischen Energiebedarfs mit den unterschiedlichen Verfahren nochmals dargestellt. Hierzu die folgenden Anmerkungen:

- Ansatz 1: Statistische Daten und Kennwerte
 - Ansatz 1 führt über statistische Kennwerte zu zwei Szenarien. Im ersten Szenario wird von einer normalen Sanierungsrate ausgegangen. Im zweiten Szenario wird die Sanierungsrate höher angesetzt. Das Ergebnis ist eine Bandbreite des voraussichtlichen thermischen Energieverbrauchs im wohnwirtschaftlichen Bereich.
- Ansatz 2: Quartiersbezogene Daten (Baualter und Haustypen)
 - Ergänzend zum Ansatz 1 wird im Energienutzungsplan der Ansatz über die Quartiersdaten gewählt, d.h. über die Aufschlüsselung der Wohnbauflächen nach Baualter und ergänzend nach Haustyp. Es werden die jeweils gültigen Mindeststandards des baulichen Wärmeschutzes zur Ermittlung des thermischen Energiebedarfs herangezogen.

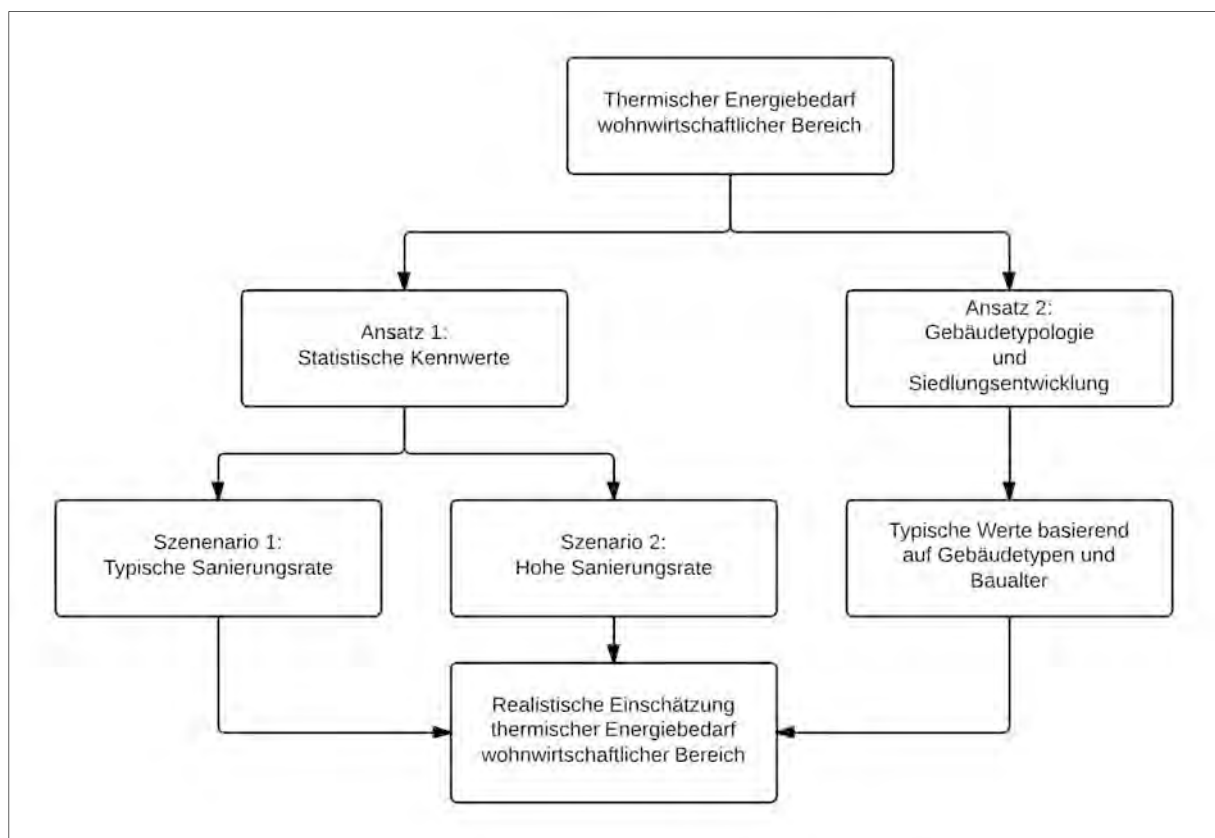


Abbildung 9 – Ablaufschema Herangehensweise Ermittlung thermischer Energiebedarf im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+

Die Kennwerte, auf denen die Berechnungen beruhen, werden im folgenden Abschnitt erläutert.

Kennwerte zum Gebäudebestand

Der Schwerpunkt der wohnbaulichen Entwicklung von Lohr a. Main liegt im Zeitraum 1960-1990. Ab 2000 hat sich die Bautätigkeit auf ein durchschnittliches Niveau von ca. 50 neu errichteten Wohnungen pro Jahr eingependelt, wobei es konjunkturell bedingt zu Schwankungen kam.

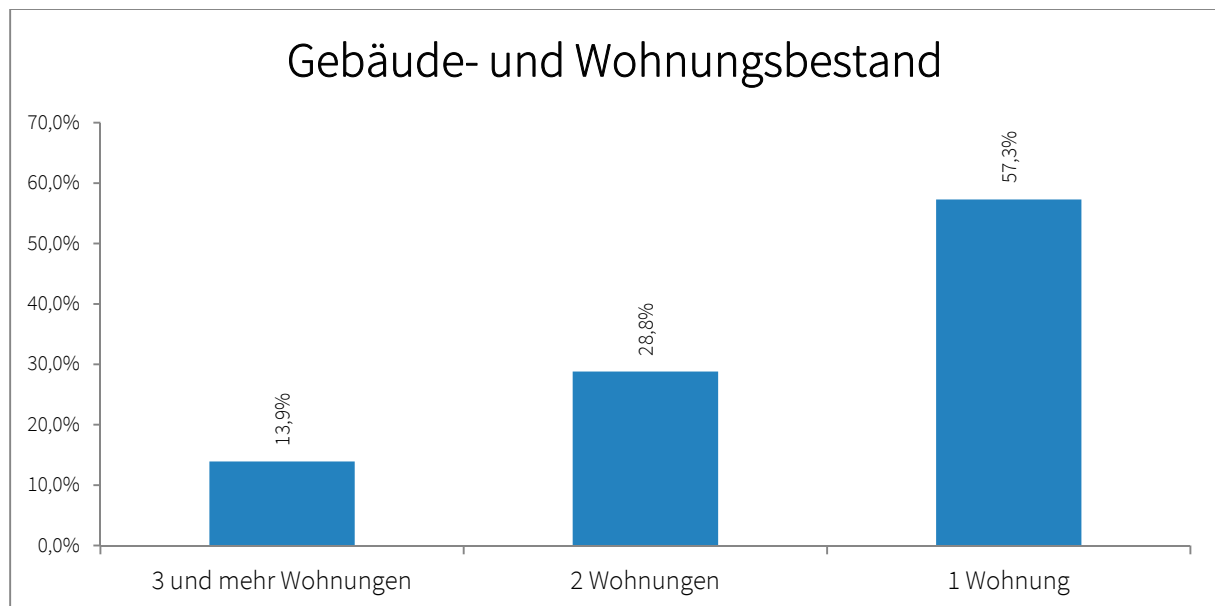


Abbildung 10 – Gebäude und Wohnungsbestand im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts

Die Struktur der Wohngebäude zeigt eine für den ländlichen Raum typische Ausprägung: Deutlich mehr als die Hälfte der Wohnungen befinden sich in Einfamilienhäusern mit ein bis zwei Wohneinheiten (WE). Im Verhältnis zu den Vergleichsorten Karlstadt, Gemünden und Marktheidenfeld ist der Wert relativ niedrig.

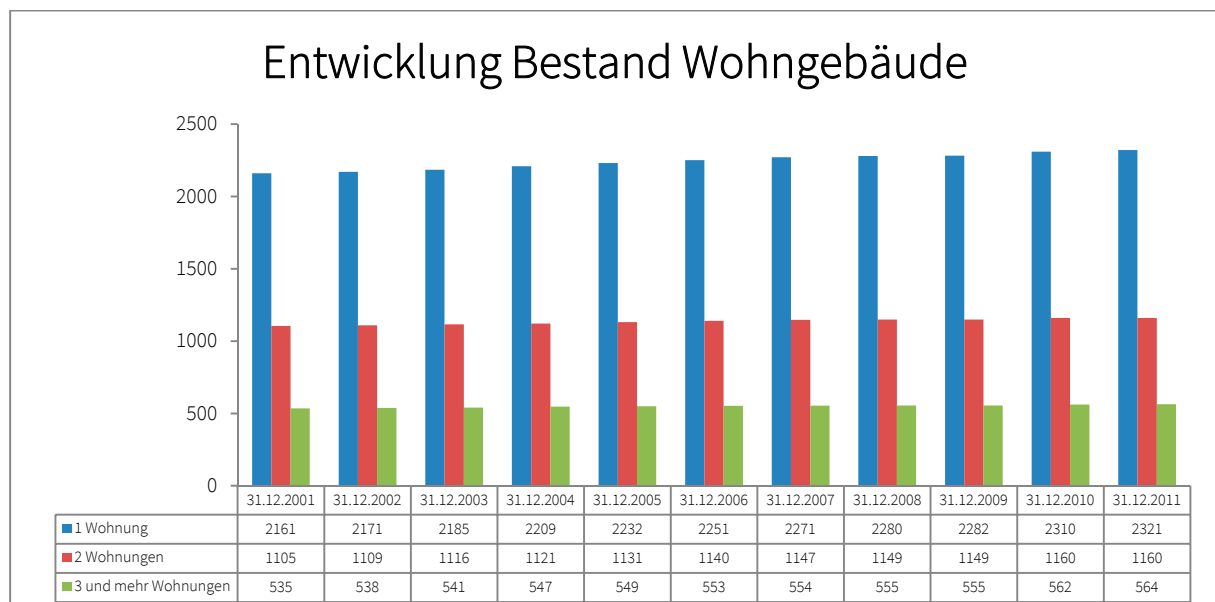


Abbildung 11 – Entwicklung Bestand der Wohngebäude aufgeteilt nach Gebäuden mit 1, 2 sowie mehr als 3 Wohneinheiten (WE). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts.

Die Einfamilienhäuser, Doppelhäuser und Reihenhäuser weisen überwiegend zwei Vollgeschosse, teilweise zusätzlich ein ausgebauten Dachgeschoss auf. Reihenhäuser und größere Wohneinheiten – beispielsweise Mehrfamilienhäuser – sind eher selten anzutreffen und spielen mit nur 13,9% des Gebäude- und Wohnungsbestandes eine nachrangige Rolle.

Hinsichtlich des Energienutzungsplans ist diese Aufteilung vor allem deshalb von Interesse, weil daraus die voraussichtlichen Verbrauchswerte der Gebäude abgeleitet werden können.

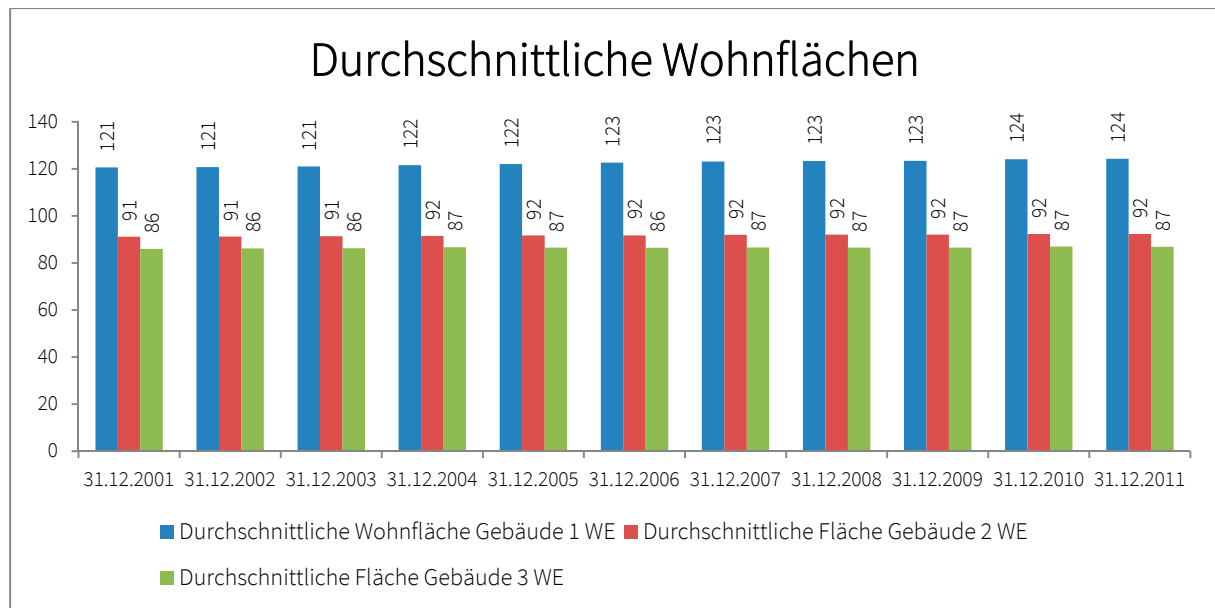


Abbildung 12 – Entwicklung der durchschnittlichen Wohnflächen bei Wohngebäuden bzw. Wohnungen mit 1, 2, 3 oder mehr WE. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts

Die durchschnittliche Wohnfläche nimmt, auf unterschiedlichen Niveaus, im zeitlichen Verlauf zu. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass auf immer weniger Einwohner eine immer größere Wohnfläche kommt.

Als vorläufiges Ergebnis kann aus dieser Entwicklung abgelesen werden, dass der pro-Kopf Energieverbrauch im Segment "Wohnen" voraussichtlich steigen wird.

Ansatz 1: Entwicklung des wohnwirtschaftlichen Energiebedarfs anhand statistischer Daten und Kennwerte

Im ersten Ansatz wird der thermische Energiebedarf entlang der Bauentwicklung und den zeitgleich stattgefundenen Energieeinsparverordnungen modelliert. In einem zweiten Schritt wird die Sanierungseffektivität für die unterschiedlichen Bauzeitalter betrachtet.

In Abbildung 13 sind die Obergrenzen nach den jeweils gültigen Wärmeschutzverordnungen für die einzelnen Bauzeitalter dargestellt.

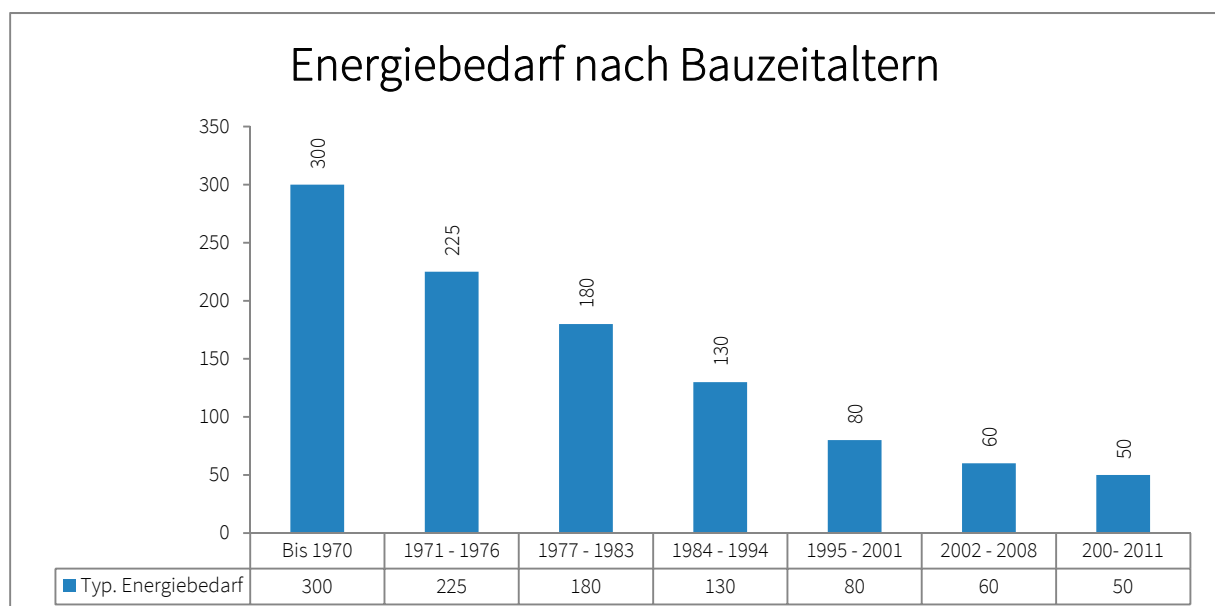


Abbildung 13 – Typischer Energiebedarf bzw. reglementierte Obergrenzen nach Bauzeitaltern in kWh/m²a entsprechend den jeweils gültigen Wärmeschutzverordnungen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014

Entsprechend der unterschiedlichen Energieeinsparverordnung kann für Gebäude abhängig von ihrem Errichtungsdatum der voraussichtliche thermische Energieverbrauch abgeleitet werden.

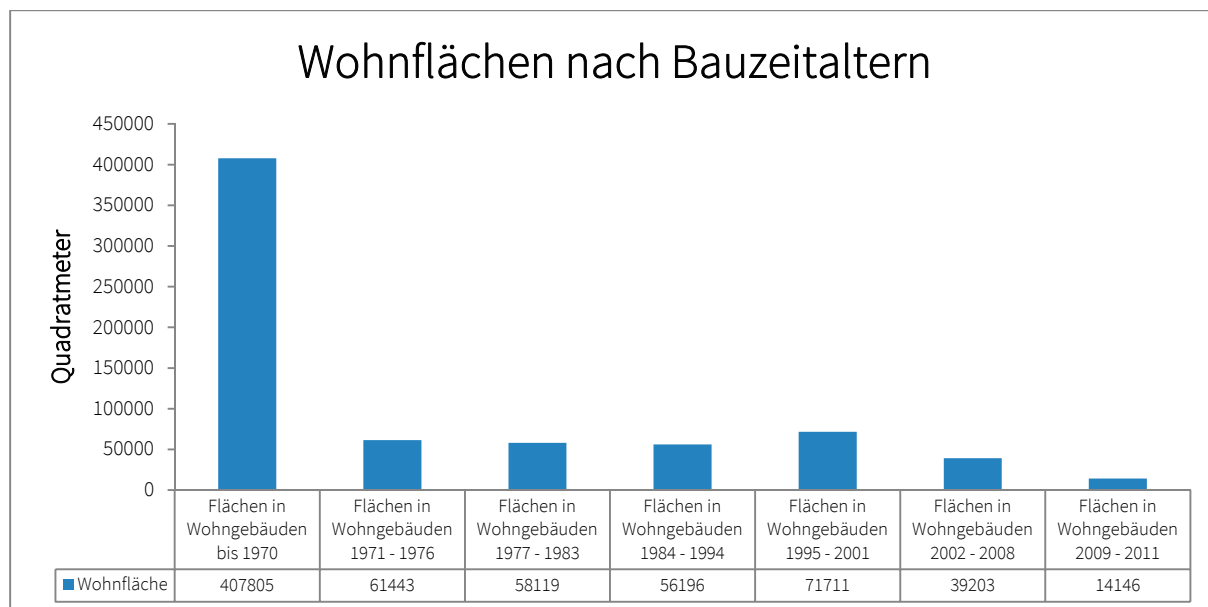


Abbildung 14 – Entwicklung der Wohnflächen nach Bauzeitaltern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ auf Datenbasis Statistisches Bundesamt

In Abbildung 14 ist dargestellt, wie sich der Wohnflächenbestand im Projektgebiet entwickelt hat. Diese Wohnflächen wurden für die Berechnung des Energieverbrauchs herangezogen. Der Gebäudealtbestand, d.h. alle Gebäude mit Wohnflächen aus der Zeit vor 1970, dominieren in dieser Darstellung und zeichnen für einen Großteil des Energiebedarfs im wohnwirtschaftlichen Bereich verantwortlich. Die hier dargestellte Momentaufnahme spiegelt jedoch kein realistisches Bild der aktuellen Situation wieder, da davon ausgegangen werden muss, dass seit der Errichtung der Gebäude energetische Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden, die zu einem niedrigeren thermischen Energiebedarf führen. In der Regel sind energetische Sanierungsmaßnahmen nicht genehmigungspflichtig. Aus diesem Grund kann wiederum nur auf einen statistischen Ansatz zurückgegriffen werden, um den aktuellen Energieverbrauch abschätzen zu können. In dieser Ausarbeitung wurde deshalb ein differenzierter Ansatz gewählt, dem die folgenden Annahmen zu Grunde liegen:

- Seit den 1970er Jahren bestehen klare gesetzliche Vorgaben zum maximalen Energieverbrauch (Wärmeschutzverordnungen). Im statistischen Durchschnitt sollten die Gebäude deshalb maximal den in den jeweiligen Obergrenzen definierten Energieverbrauch aufweisen.
- Die Wärmeschutzverordnung wurde laufend angepasst und verschärft. Dies bewirkt, dass neuere Gebäude einen immer niedrigeren spezifischen thermischen Energieverbrauch aufweisen. Die in Abbildung 13 dargestellten Werte der jeweils zulässigen Obergrenzen wurden für die Modellierung des Energiebedarfs herangezogen.
- Ein weiterer wichtiger Faktor für die Modellierung des Energieverbrauchs sind die Wohnflächen, die den unterschiedlichen Bauzeitaltern zugeordnet werden können.
- Die Sanierungseffektivität speziell bei älteren Gebäuden unterscheidet sich deutlich von der Sanierungseffektivität neuerer Wohngebäude. Das bedeutet, dass bei einem Bestandsgebäude der 1970er Jahre ein höherer Sanierungseffekt vorausgesetzt werden kann, als bei einem Neubau. Werden bei einem älteren Bestandsgebäude beispielsweise das Dach und die Fassade nebst Fenstern saniert, ergibt sich eine prozentual deutlich höhere Energieeinsparung, die bei einem Neubau in der Regel nicht erreicht werden kann. Dies kann auf den bereits sehr guten ursprünglichen Baustandard zurückgeführt werden.

Der voraussichtliche thermische Energieverbrauch kann nun als Produkt von Wohnflächen und spezifischem Energiebedarf unter Berücksichtigung der Sanierungseffektivität und der Sanierungsrate modelliert werden.

Szenario 1 für den thermischen Energiebedarf

Im Rahmen dieses Szenarios wird davon ausgegangen, dass die Sanierungsrate bei einem Prozent liegt (d.h. jedes Jahr wird im Durchschnitt 1% aller Gebäude saniert) und sich die Sanierungseffektivität (d.h. der Umfang, in dem sich der jeweilige Energiebedarf durch die durchgeführten Sanierungsmaßnahmen reduziert) wie in Tabelle 2 dargestellt auswirkt.

Sanierungsrate	1%	pro Jahr
Sanierungseffektivität für Gebäude von 1970	35%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 1971-1976	30%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 1977 -1983	30%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 1984 -1994	25%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 1995 – 2001	25%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 2002 – 2028	20%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 2009 - 2011	15%	des ursprünglichen Energiebedarfs

Tabelle 2 – Randbedingungen für Szenario 1. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+

Die Sanierungseffektivität (also der Prozentsatz, um den sich der Energiebedarf durch die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen vermindert) ist für Gebäude aus älteren Bauzeitaltern höher als für Gebäude mit jüngerem Bauzeitalter (vgl. oben). Die gestapelten Balken in der folgenden Abbildung entsprechen dem jeweiligen thermischen Energiebedarf. Dieser ergibt sich aus

- dem für das Bauzeitalter spezifischem Energiebedarf in kWh/m²a ,
- der Sanierungsrate (in Szenario 1 wird diese mit 1% angesetzt)
- sowie der jeweiligen Sanierungseffektivität für die Gebäude aus den verschiedenen Bauzeitaltern.

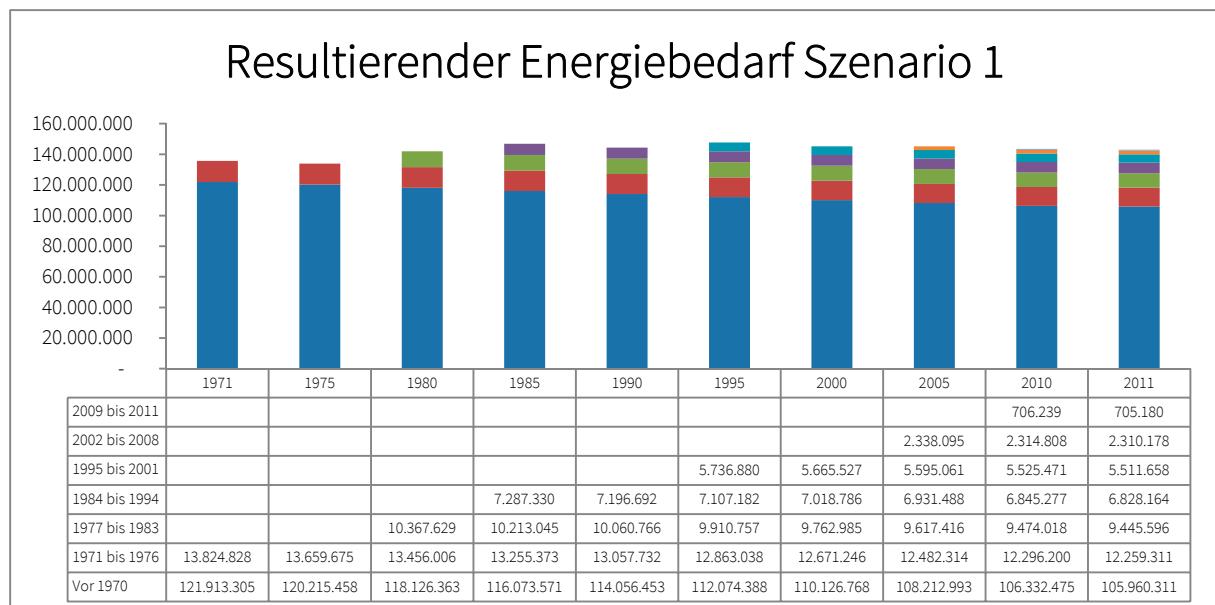


Abbildung 15 – Resultierender thermischer Energiebedarf nach Szenario 1 abhängig von Bauzeitalter und Zubau der Wohnflächen in den jeweiligen Bauzeitaltern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+

Nach Szenario 1 ist der gesamte Heizenergiebedarf im wohnwirtschaftlichen Bereich mit 143.020.400 Kilowattstunden oder 16.825.950 Litern Heizöläquivalent³ pro Jahr zu beziffern. Der Effekt der Sanierungsrate kann besonders gut bei den Gebäuden aus den Jahren vor 1970 beobachtet werden. Der thermische Energiebedarf für diese Gebäude sinkt durch die angenommene energetische Sanierung von anfänglich 121.913.300kWh auf schließlich 105.960.300kWh pro Jahr bzw. im gesamten Betrachtungszeitraum um rund 13%.

Szenario 2 für den thermischen Energiebedarf

Die Ausgangssituation für Szenario 2 ist identisch mit Szenario 1. Der einzige Unterschied liegt in der höheren Sanierungsrate von 2% (statt 1% wie in Szenario 1) sowie anderen Ansätzen bei der Sanierungseffektivität für die jeweiligen Baualtersklassen.

Sanierungsrate	2%	pro Jahr
Sanierungseffektivität für Gebäude von 1970	40%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 1971-1976	35%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 1977 -1983	30%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 1984 -1994	30%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 1995 – 2001	25%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 2002 – 2028	20%	des ursprünglichen Energiebedarfs
Sanierungseffektivität für Gebäude aus den Jahren 2009 - 2011	15%	des ursprünglichen Energiebedarfs

Tabelle 3 – Randbedingungen für Szenario 2. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+

Entsprechend der abweichenden Randbedingungen in diesem Szenario ergeben sich Verbrauchswerte wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

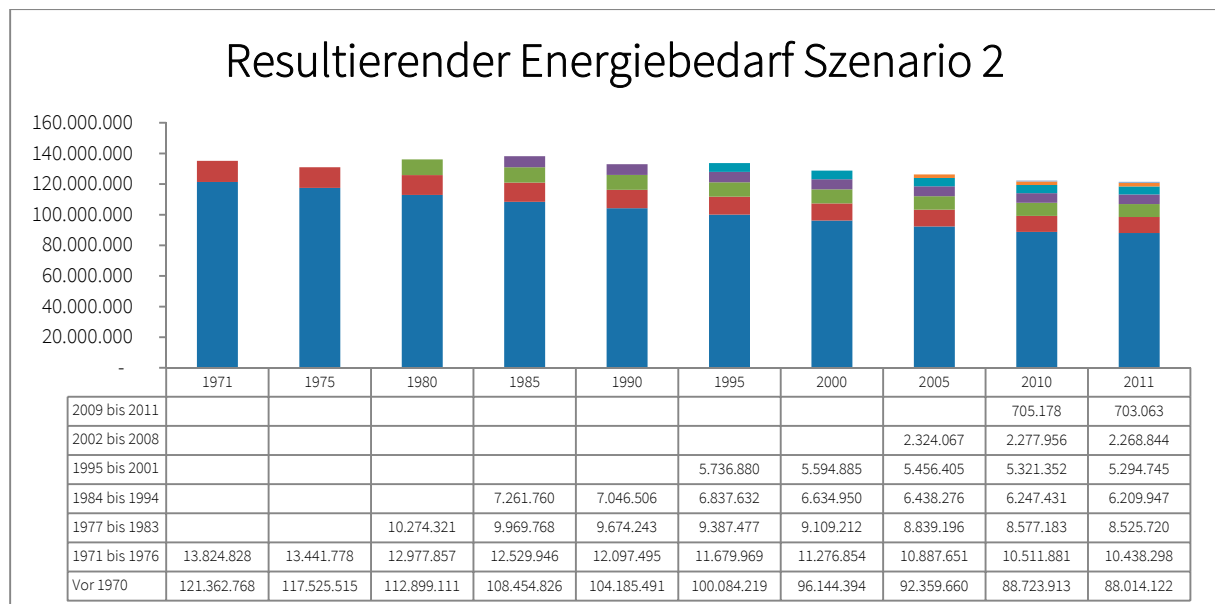


Abbildung 16 – Resultierender Energiebedarf Szenario 2. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+

³ Annahmen: Effektivität der Kesselanlagen 85%. 1 Liter Heizöläquivalent entspricht 10kWh.

Szenario 2 kommt zu dem Ergebnis, dass der gesamte Heizenergiebedarf im wohnwirtschaftlichen Bereich mit 121.454.750 Kilowattstunden oder 14.288.800 Litern Heizöläquivalent⁴ pro Jahr zu beziffern ist.

Die Wirkungen der in diesem Szenario unterstellten höheren Sanierungsrate kann, wie bei Szenario 1 beschrieben, auch hier besonders gut an den Bestandsgebäuden aus den Jahren bis 1970 erkannt werden. Ausgehend von einem thermischen Energiebedarf in Höhe von 121.362.770kWh (in 1971) verringert sich dieser auf 88.014.120kWh (in 2011) – dies bedeutet eine Reduktion des Energiebedarfs um 27.4%.

Bei den Gebäuden aus jüngeren Bauzeitaltern kann die Sanierungsrate sowohl in Szenario 1 wie auch in Szenario 2 noch keine große Wirkung entfalten.

Vergleich und Bewertung der Szenarien 1 und 2

Der direkte Vergleich der beiden Szenarien ist in Tabelle 4 dargestellt. Der progressivere Ansatz in Szenario 2 zeigt sich in einem um 15% niedrigeren thermischen Energiebedarf.

	Szenario 1	Szenario 2
Thermischer Energiebedarf pro Jahr	143.020.400 kWh p.a.	121.454.750 kWh p.a.
Differenz absolut	21.565.650 kWh p.a.	
Differenz in Prozent	15%	

Tabelle 4 – Vergleich der Szenarien 1 und 2. Eigene Berechnung CHROSIS und neuland+, 2013.

Letzten Endes können diese Ergebnisse nur in Form einer Bandbreite des thermischen Energieverbrauchs eingeordnet werden. Wie oben ausgeführt, wirken sich viele Faktoren, nicht zuletzt auch das Nutzerverhalten, auf den thermischen Energiebedarf aus, die an dieser Stelle nur schwer modelliert werden können.

Um die mit diesen Szenarien ermittelten Werte weiter zu bewerten, wurde ein zweiter Ansatz zur Ermittlung des thermischen Energieverbrauchs anhand von Rasterflächen durchgeführt.

Ansatz 2: Ermittlung des thermischen Energieverbrauchs anhand Abgrenzung von Rasterflächen mit energetisch einheitlichen Haustypen

Vorgehensweise

Die Abgrenzung der Rasterflächen erfolgte bei diesem Ansatz nach dem Baualter der Gebäude. Die Rastereinheiten sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Bauepoche	Beschreibung	Rastereinheit
Historische Bebauung Mittelalter bis ca. 1920	Altstadt Lohr a. Main	Altstadt
	Vorstadtbebauung 19.Jh. bis ca. 1920 (Gründerzeit)	Vorstadt
	Dorfkerne einschließlich Dorferweiterungen	Dorfkern
Neuzeitliche Bebauung 1930 - 2013	Wohnhaus 1 bis 2 Wohneinheiten	1930 - 1960
	Wohnhaus mit 1 bis 6 Wohneinheiten	1961 - 1970

⁴ Ansätze wie in Szenario 1: Effektivität der Kesselanlagen 85%. 1 Liter Heizöläquivalent entspricht 10kWh.

	Wohnhaus mit 1 bis 6 Wohneinheiten Mehrfamilienhaus mit 7 bis 14 Wohneinheiten Hochhaus mit ca. 50 Wohneinheiten	1971 - 1990
	Wohnhaus mit 1 bis 6 Wohneinheiten Mehrfamilienhaus mit 7 bis 14 Wohneinheiten	1991 - 2000
	Wohnhaus mit 1 bis 6 Wohneinheiten Mehrfamilienhaus mit 7 bis 14 Wohneinheiten	ab 2001
Ab 2014	Flächenpotenziale nach FNP 2000 Unbebaute Grundstücke	Potenzial

Tabelle 5 - Abgegrenzte Rastereinheiten ENP Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.

Die Unterteilung und Abgrenzung für den Energienutzungsplan erfolgte auf Grundlage folgender Daten und Materialien:

- Katasterplan 1846
- Flächennutzungsplan (FNP) 2000 und Bebauungspläne
- Umweltbericht Stadt Lohr a. Main 2008: Flächennutzung in Lohr a. Main 1937-1963-2007
- Ortho-Farbluftbilder

Die Abgrenzungen wurden im Oktober 2013 vor Ort überprüft und im November 2013 mit dem Stadtbau- und Umweltamt abgestimmt.

Einschränkungen

Die quartiersweise Erfassung von Wohneinheiten ist aus mehreren Gründen nur schätzungsweise möglich:

1. Die historische Altstadt von Lohr a. Main und deren Vorstadtquartiere werden im Energienutzungsplan Lohr a. Main nicht erfasst, da sie eine große Heterogenität hinsichtlich der Bau- und Nutzungsstrukturen aufweisen. Zudem ist das Alter bzw. der Sanierungsstand der Gebäude sehr unterschiedlich. Eine quartiersweise Erfassung würde somit sehr spekulativ ausfallen.
2. In abgeschwächter Form gilt dies auch für die historischen Dorfkerne. Da diese aufgrund ihrer geringeren Ausdehnung und der homogeneren Nutzungsstrukturen insgesamt aber überschaubarer sind, werden sie im Energienutzungsplan berücksichtigt.
3. Fast alle Wohngebiete zeigen eine starke Durchmischung verschiedener Bautypen. Insbesondere die Abgrenzung von Wohnhäusern mit 1-2 Wohneinheiten und von kleinen Mehrfamilienhäusern mit bis zu 6 Wohneinheiten, wie im Leitfaden „Energienutzungsplan“ vorgeschlagen, hätte eine aufwändige Einzelerfassung aller Häuser in allen Wohnquartieren vorausgesetzt, was im Rahmen dieser Studie nicht möglich war. Insofern ist die Anzahl der kleinen Mehrfamilienhäuser mit 3-6 Wohneinheiten nur ein Schätzwert.
4. Die Rasterabgrenzung wurde nach dem Genehmigungsdatum des jeweiligen Bebauungsplanes festgelegt. Da die Bebauungspläne der 1970 bis 1990er Jahre vielfach vergleichsweise groß abgegrenzt sind, kamen die Gebiete aber nur nach und nach zur Bebauung, so dass innerhalb der abgegrenzten Rasterflächen unterschiedliche Altersstrukturen bestehen. Umgekehrt kamen manche Gebiete auch bereits vor Inkrafttreten des Bebauungsplanes zur Bebauung.

Zusammenfassung der Ergebnisse

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Rasterfeldabgrenzung differenziert nach Haustypen und Bauzeitalter zusammengefasst.

Rastereinheit	WH 1 bis 2 WE	MFH 6 WE	MFH 7 bis 14 WE	WH RH	WH DHH	Geschoss WB	HH
Altstadt Fischerviertel	49	25					
Altstadt Kirchbezirk	26	9					
Altstadt Bürgerstadt	209	27					
Vorstadt 1890 - 1920	67	23	23	7			
Vorstadt 1930 -1960	25	7					
Vorstadt 1961 - 1970	66	28	1	24	8	5	
Vorstadt 1971 - 1990	110	18	3	7	24	2	
Vorstadt 1991 - 2000	22				2		
Vorstadt 2001 - 2013	11	11	16	3	14	5	
Krhs 1930 -1960							
Krhs 1961 - 1970							
Krhs 1971 - 1990		4					1
Krhs 1991 - 2000						1	
Krhs 2001 - 2013						1	
Dorfkerne	325	186					
Ortsteile 1930 bis 1960	224	14		13	48		
Ortsteile 1961 bis 1970	491	95	5	104	44		
Ortsteile 1971 bis 1990	757	97	6	120	175		1
Ortsteile 1991 bis 2000	153	6	7	7	42		
Ortsteile 2001 bis 2013	88	0	5	7	34		
Summen	2623	550	66	292	391	14	2

Tabelle 6 – Anzahl der Gebäudetypen in Gebäudekategorien aufgeteilt nach Bauzeitaltern als Ergebnis der Rastererfassung für das Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.⁵

⁵ Erläuterung zu den verwendeten Abkürzungen: WH = Wohnhäuser, WE = Wohneinheiten, MFH = Mehrfamilienhaus, RH = Reihenhäuser, DHH = Doppelhaushälfte, Geschoss-WB = Geschosswohnungsbau, HH = Hochhaus, Krhs = Bezirkskrankenhaus;

Für die weitere Betrachtung wurden die in der folgenden Tabelle dargestellten Faktoren genutzt:

Gebäudetyp	Wohneinheiten bzw. Nutzung
Wohnhaus mit 1 bis 2 Wohneinheiten	1,2 WE
Mehrfamilienhaus mit 3 bis 6 Wohneinheiten	5,0 WE
Mehrfamilienhaus mit 7 bis 14 Wohneinheiten	10,0 WE
Wohnhaus Doppelhaushälfte	1,0 WE
Wohnhaus Reihenhaus	1,0 WE
Geschoss-Wohnungsbau	Anzahl der WE geschätzt
Hochhaus	Anzahl der WE geschätzt
Anzahl der Personen je Haushalt	2,02 Personen ⁶
Größe Wohngrundstücke	600m ²

Tabelle 7 – Ansätze für die Aufteilung von Wohneinheiten nach Gebäudetypen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.

Für das Projektgebiet kommt die Rastererfassung zu dem Ergebnis, dass vor allem in den Bauzeitaltern von 1961 bis 1970 (24%) sowie 1971 bis 1990 (34%) ein deutlicher Zuwachs an Wohneinheiten stattfand. Die Bautätigkeit in jüngerer Zeit, beispielsweise von 2001 bis 2013, ist demgegenüber deutlich geringer.

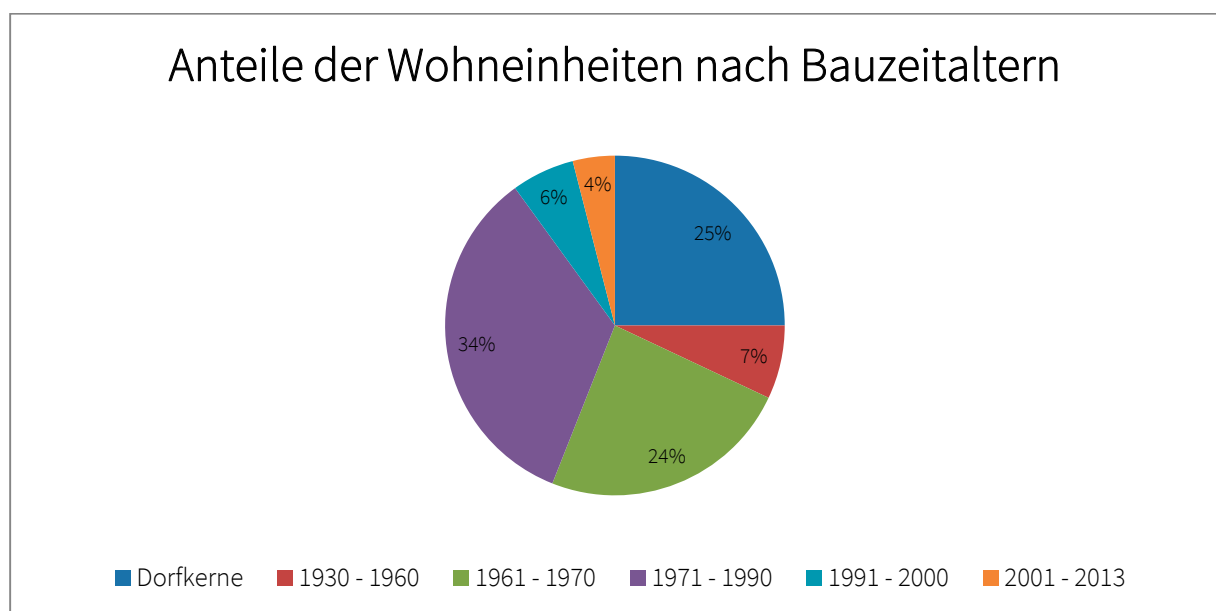


Abbildung 17 – Anteile der Wohneinheiten nach Bauzeitaltern in den Ortsteilen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014

Hinzuzufügen ist, dass die Dorfkerne und der Gebäudebestand bis 1960 für rund ein Drittel aller Wohneinheiten im Projektgebiet stehen. Ein weiteres Kriterium, das für eine energetische Bewertung entscheidend ist, ist die Aufteilung nach Gebäudetypen: Bei Einzelhäusern ist mit einem höheren spezifischen Energiebedarf je Quadratmeter und Jahr auszugehen, als beispielsweise bei Gebäuden mit bis zu 6 Wohneinheiten. Doppelhäuser und

⁶ Entsprechend Angaben des statistischen Bundesamtes;

Reihenhäuser profitieren in noch größerem Umfang von den thermischen Vorzügen, die diese Bauweise mit sich bringt.

Die Analyse der Wohnquartiere kommt für das Projektgebiet zu dem Ergebnis, dass vor allem Wohnhäuser mit 1 bis 2 Wohneinheiten, also klassische Einzelhäuser, mit einem Anteil von rund zwei Dritteln am Gebäudebestand vorzufinden sind. Wohnhäuser mit bis zu sechs Wohneinheiten stellen mit 14% die nächstgrößte Gruppe an Gebäuden dar. Alle anderen Gebäudetypen stellen zusammen die restlichen knapp 20% des Gebäudebestands.

Zusammenfassung der Rastereinheiten unter energetischen Aspekten

Nachfolgend werden die Rastereinheiten, soweit sie sich aus energetischen Aspekten zusammenfassen lassen, näher beschrieben.

Altstadt Lohr

Die Altstadt gliedert sich in die drei Bereiche Kirchbezirk, westliche Bürgerstadt und Fischerviertel. Der Kirchbezirk bildet den ehemaligen, burgähnlich befestigten Siedlungskern aus der Zeit vor dem 12. Jahrhundert und ist von der mittelalterlichen Pfarrkirche geprägt. Heute befinden sich dort das Kapuzinerkloster, Pfarrhäuser und das alte Schulhaus.



Abbildung 18a/b – Fischer- und Bürgerviertel in der Altstadt

Die Westliche Bürgerstadt entstand als hochmittelalterliche, seit dem 14. Jahrhundert einheitlich ummauerte Gründung, entlang der ost-west-gerichteten Hauptstraße. Der historische Stadtkern besteht aus zweieinhalb bis sechs geschossigen gekuppelten Häusern, die entlang der Hauptachsen und den Seitengassen eine geschlossene Baubauungslinie bilden.



Abbildung 19 – Fischer- und Bürgerviertel in der Altstadt, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.

Das dichte, historisch gewachsene Stadtgefüge ist von kleinen öffentlichen Plätzen und versteckten Hinterhöfen durchsetzt. Aufgrund der Bebauungsdichte besteht ein hoher Versiegelungsgrad, Grünflächen sind nicht vorhanden. Baumpflanzungen finden sich nur an den größeren, öffentlichen Plätzen. Nutzungsstrukturell besteht eine Mischung aus Wohnen, Einzelhandel, Gastronomie, öffentlichen Einrichtungen und vereinzelter Büronutzung.

Das im 16. Jahrhundert gegründete Fischerviertel ist die Vorstadt am Fuße des Kirchbezirks. Durch die Lage zwischen dem südlichen Stadttor und dem Main war die Vorstadt zwar nicht in die Stadtbefestigung einbezogen, besaß aber im Süden und Osten eine eigene Umfriedung mit einem zum Main orientierten Torhaus. Nutzungsstrukturell überwiegt Wohnen, vereinzelt sind kleingewerbliche Nutzungen vorhanden.

Der Kirchbezirk ist der ehemalige, burgähnlich befestigte Siedlungskern aus der Zeit vor dem 12. Jahrhundert mit mittelalterlicher Pfarrkirche. Heute befinden sich dort das Kapuzinerkloster, Pfarrhäuser und das alte Schulhaus.

Aufgrund der durch den Denkmalschutz bestehenden Restriktionen sind energetisch bislang in der gesamten Altstadt nur wenige Sanierungen vorgenommen worden.

Mittelalterlicher Dorfkern mit Erweiterungen

Charakteristisch für die mittelalterlichen Dorfkern im Projektgebiet sind dichte Baustrukturen mit gekuppelten Häusern. Die meist zwei bis vier geschossigen Gebäude stehen oft mit der Gebäudeflucht an der Straßen- bzw. Gehwegkante.



Abbildung 20a/b/c – Dorfkern Rodenbach



Abbildung 21a/b/c – Dorfkerne Wombach (Wombacher Straße)

Ein weiteres charakteristisches Merkmal dieser Bebauungsstruktur ist die überwiegende Orientierung der Gebäude am Straßennetz. Während der Dorfkerne eine hohe Bebauungsdichte mit geringem Freiflächenanteil aufweist, lockert die Bebauung zum Rand der Siedlungsstruktur erkennbar auf. Gebäude dieses Siedlungstyps finden sich in jedem Ortsteil im Projektgebiet wie in Abbildung 22 dargestellt.



Abbildung 22 – Verteilung Siedlungstyp „Dorfkerne“, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.

Wohnhäuser 1930 – 1960

Die überwiegende Hausform bei diesem Siedlungstyp ist das kleinere Wohnhaus mit 1 bis 2 Wohneinheiten. Insgesamt hat dieser Rastertyp nur geringen Anteil im Stadtgebiet. Die flächenmäßig größte Rastereinheit liegt im Lohrer Stadtteil Lindig.



Abbildung 23a/b/c/d – Einfamilienhäuser (Typ Einzelhaus, Doppelhaus und Reihenhaus) Lindig

Der Ortsteil Lindig wurde 1934 als Neusiedlung des Reichsheimwerkstättenwerks neu gegründet. Bis in die 1950er Jahre wurden entlang der Ruppertshüttener Straße und der Diebsbrunnenstraße Einfamilienhäuser in Form von Einzelhäusern, Doppelhäusern und Reihenhäusern gebaut. Die Häuser sind gleichmäßig parallel und dicht entlang der Straßen gebaut, der Freiflächenanteil ist sehr unterschiedlich (hoch in den Ortsteilen, gering in Lindig). Als Dachform kommt ausschließlich das für diesen Siedlungstyp prägende Satteldach vor.



Abbildung 25a/b/c/d – Wohnquartier 1961 -1970; kleinere Mehrfamilienhäuser mit 2-4 Wohnungen (Lindig)

Die Bebauungsstruktur orientiert sich am Straßenverlauf mit gleichmäßiger Ausrichtung der Fassaden zur Straßenseite. In Lindig sind die Wohnhäuser in Zeilenbauweise parallel zur Straße errichtet. Der Freiflächenanteil ist relativ gering.

Flächenmäßig ist diese Rastereinheit vergleichsweise groß, dementsprechend hoch ist auch die Anzahl der Häuser bzw. der Wohneinheiten. Anteilsmäßig liegt die Einheit mit 25 % an dritter Stelle und verdeutlicht damit den Beginn der starken Wohnbauentwicklung in Lohr a. Main in den 1960er Jahren. In den vergangenen Jahren wurden einzelne Gebäude umgebaut und saniert.



Abbildung 26 – Verteilung Siedlungstyp „Wohnhaus 1961 – 1970“

Wohnhäuser 1971 – 1990

Aus methodischen Gründen (relativ große Geltungsbereiche der Bebauungspläne) umfasst die Rastereinheit 1971-1990 einen vergleichsweise großen Zeitraum. Mit Ausnahme des Geschosswohnungsbaus, der ausschließlich in den Vorstadtquartieren der Kernstadt vorhanden ist, sind alle Haustypen vorhanden.

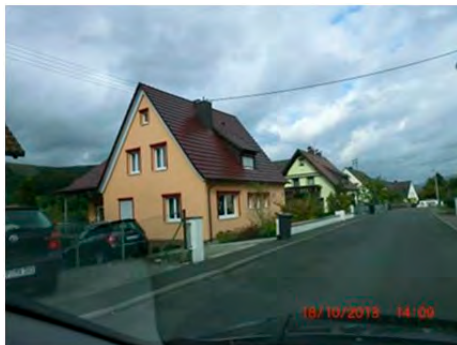


Abbildung 27a/b/c/d – Wohnhäuser 1971 – 1990: Einfamilienhäuser und kleine Mehrfamilienhäuser (Steinbach)

Wie in allen anderen Einheiten überwiegen auch hier eindeutig kleiner Wohnhäuser. Außerdem ist eines der beiden Hochhäuser in Lohr a. Main (im Stadtteil Lindig) dieser Einheit zuzuordnen. Das zweite Hochhaus im Projektgebiet liegt im Areal des Bezirkskrankenhauses. Die freistehenden Wohnhäuser sind überwiegend zweigeschossig mit Satteldach, Dachfenstern oder Dachgauben. In den vergangenen Jahren wurden auch hier einzelne Gebäude umgebaut und/oder saniert.



Abbildung 28a/b/c/d – Typ größeres Mehrfamilienhaus 1971 - 1990 (Lindig)



Abbildung 29 – Verteilung Siedlungstyp „Wohnhaus 1971 – 1990“, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.

Wohnhäuser 1991 – 2000

Nur rund 6% aller Wohneinheiten sind im Zeitraum 1991-2000 entstanden, überwiegend als alleinstehende Einfamilienhäuser oder als Doppelhaushälften. Die Architektur der Häuser ist im Vergleich zu den vorherigen Rasereinheiten differenzierter, die privaten Freiflächen sind relativ klein. Als Dachformen sind Satteldächer mit Gauben üblich.





Abbildung 30a/b/c/d – Wohnbebauung 1991 – 2000 (Steinbach)



Abbildung 31 – Verteilung Siedlungstyp „Wohnhaus 1991 -2000“

Wohnhäuser 2001 – 2013

Mit rund 4% ist der Anteil der seit 2000 entstandenen Wohneinheiten am geringsten. Wie zuvor überwiegen alleinstehende Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften.



Abbildung 32a/b/c/d – Wohnbebauung 2001 -2013 (Wombeck)

Die Architektur der Häuser ist aufgrund der liberalisierten Bauordnung noch weiter differenziert als bei der Einheit 1991-2000. Als Konsequenz daraus sind beispielsweise als Dachformen neben den traditionellen Satteldächern nunmehr auch Flachdächer vorhanden. Der Freiflächenanteil ist bei dieser Rastereinheit vergleichsweise hoch.



Abbildung 33 – Verteilung Siedlungstyp „Wohnhaus 2001 – 2013“, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013

Energetische Bewertung der einzelnen Gebäudetypen

Unter energetischen Gesichtspunkten betrachtet, finden sich in Lohr a. Main beide Extremwerte: Thermisch hoch gedämmte Wohngebäude aus den Jahren 2001 bis 2013 mit einem voraussichtlich sehr niedrigen Heizenergiebedarf sind ebenso vorhanden wie Gebäude aus dem mittelalterlichen Stadtkern, für die aus denkmalschutzrechtlichen Gründen keine oder nur wenige Sanierungsmaßnahmen möglich sind.

Die Ermittlung des thermischen Energiebedarfs im quartiersbezogenen Ansatz erfolgt durch eine Einordnung der Gebäude in gleiche Bauarten (zum Beispiel Einfamilienhaus) und Bauzeitalter (etwa 1960 bis 1970) unter Berücksichtigung der typischen Verbrauchswerte für solche Gebäude.

So reichen beispielsweise die typischen Werte für den Energieverbrauch in Einfamilienhäusern abhängig von Baualter und Sanierungsstand von mehr als 300kWh/m² und Jahr bis zu 50kWh/m² und Jahr. Die für diese Ausarbeitung herangezogenen Referenzwerte für den Energieverbrauch basieren auf Werten, die durch die Deutsche Energie-Agentur GmbH (DENA) für Bestandsgebäude erhoben wurden.

In Abbildung 34 sind die Anteile der einzelnen Gebäudetypen am thermischen Energiebedarf dargestellt. Analog zu den oben, auf statistischen Werten beruhenden Modellierungen des thermischen Energiebedarf für die Wohngebäude in Lohr a. Main in zwei Szenarien, sind die Werte in der Abbildung 34 das Produkt aus den in der Quartiersanalyse ermittelten Wohnflächen und dem von der DENA geschätzten Energieverbrauch.

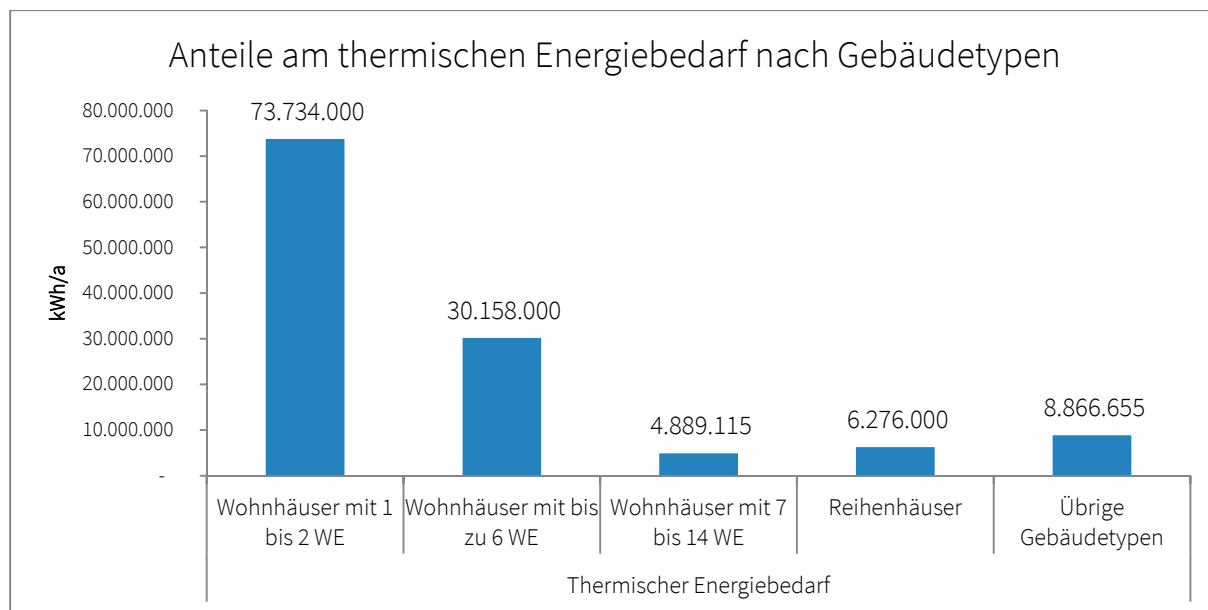


Abbildung 34 – Anteile am thermischen Energiebedarf nach Gebäudetypen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.

Wie zu erwarten verursachen die Wohnhäuser mit einer bis zwei Wohneinheiten den größten thermischen Energieverbrauch im wohnwirtschaftlichen Bereich. Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Gebäude den größten Anteil am Gebäudebestand darstellen. Zum anderen stammt gerade die Gebäudesubstanz in dieser Kategorie aus älteren Bauzeitaltern, was einen weiteren Einflussfaktor auf den Anteil am Energieverbrauch erklärt.

Im Rahmen der Quartiersanalyse wurde für alle Gebäude ein voraussichtlicher thermischer Energiebedarf von 123.923.800kWh pro Jahr ermittelt. Im nächsten Abschnitt wird diskutiert, wie dieser Wert im Vergleich zu den Daten der statistischen Ansätze (Szenario 1 und 2) bewertet werden kann.

Vergleich der Ergebnisse aus den Ansätzen zur Ermittlung des thermischen Energiebedarfs

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse für die Modellierung bzw. Abschätzung des thermischen Energieverbrauchs zusammengefasst. Wie bereits oben ausgeführt, ergibt sich eine Differenz von 15% zwischen den Szenarien 1 und 2. Das Ergebnis der Quartiersanalyse korreliert eng (knapp 2% Differenz) mit Szenario 2.

Vergleich der ermittelten Werte	Szenario 1	Szenario 2	Quartiersanalyse
Thermischer Energiebedarf pro Jahr	143.020.400 kWh	121.454.750 kWh	123.923.800 kWh
Vergleich Szenario 1 und 2		15%	
Vergleich Szenario 2 und Quartiersanalyse			1,9%
Vergleich Szenario 1 und Quartiersanalyse		13,4%	

Tabelle 8 – Ergebnisvergleich der Szenarien 1 und 2 sowie der Quartiersanalyse für den thermischen Energiebedarf im Gebäudebestand. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.

Fazit

Die ermittelten Werte für den thermischen Energiebedarf im privaten wohnwirtschaftlichen Bereich liegen voraussichtlich in einer Bandbreite von 124.000.000 bis 143.100.000kWh pro Jahr. Nach den vorliegenden Daten und den in Begehungen erhobenen Informationen stellen diese Werte eine belastbare Annäherung an die Realität dar. Eine vollständige exakte Ermittlung des tatsächlichen Energieverbrauchs ist wie oben beschrieben aufgrund des hohen Aufwands und der Freiwilligkeit der Angaben der Haushalte kaum möglich.

Für den vorliegenden Energienutzungsplan stellen die ermittelten Werte auf jeden Fall eine sehr gute Arbeitsgrundlage dar.

Erzeugung regenerativer Energie

In diesem Abschnitt wird betrachtet, in wie weit Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energie im Projektgebiet installiert sind. Um diese Fragestellung zu klären, wurden zum einen auf die Daten der Verbundnetzbetreiber zugegriffen und zum anderen eine Anfrage an das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gestellt. Damit konnten alle Anlagen, die entweder eine Einspeisevergütung nach dem EEG erhalten oder durch das BAFA gefördert wurden, identifiziert werden.

Ergänzend wurden für Anlagen ohne Förderung bzw. Einspeisevergütung – soweit möglich – Kenndaten bei den Genehmigungsbehörden oder öffentlich zugänglichen Quellen wie z.B. dem Energieatlas Bayern erhoben.

Biomasse

Im Projektgebiet ist eine Biomasseanlage i.S.d. EEG installiert. Es handelt sich vermutlich um ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von 314kW, das mit Pflanzenöl oder einem anderen Brennstoff betrieben wird, der den Anforderungen des EEG entspricht. Da das BHKW bei einem Industriebetrieb gemeldet ist, ist davon auszugehen, dass neben der elektrischen Energie vor allem auch die thermische Energie genutzt wird.

Solarenergie

Das Bild, das sich bei den Solaranlagen zeigt, ist uneinheitlich. Deutlich wird allerdings, dass die absolute installierte Leistung gemessen an den Einwohnerzahlen eher unterdurchschnittlich im Landes- und Bundesvergleich ist.

Fotovoltaik

In Lohr a. Main sind mit Stand Ende 2013 insgesamt 213 Fotovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von rd. 3,4MWp genehmigt. Die installierten Fotovoltaikanlagen sind mehr oder weniger gleichmäßig auf das gesamte Stadtgebiet verteilt (Abbildung 35). Rückschlüsse auf bevorzugte Areale für die Nutzung von Fotovoltaik sind nicht möglich.



Abbildung 35 – Räumliche Verteilung der Fotovoltaikanlagen im Projektgebiet. Ausschnitt aus Gesamtplan. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Bundesnetzagentur und der Netzbetreiber, 2013.

Über die vorliegenden Informationen der Verbundnetzbetreiber ist es möglich, die Anlagen in verschiedene Größenklassen zu unterteilen. Typische kleinere Dachanlagen auf Ein- oder Zweifamilienhäusern haben i.d.R. eine Leistung von bis zu 9kWp. Dies entspricht, abhängig von der eingesetzten Technologie, einer Dachfläche von

rund 100 m² (unter Berücksichtigung der erforderlichen Abstandsflächen). Anlagen dieser Größenklasse stellen mit 122 Stück bzw. rund 57% die absolute Mehrheit aller Anlagen im Projektgebiet dar.

Betrachtet man die relative Häufigkeit mit der eine bestimmte Anlagengröße auftritt, wird klar, dass die Anlagen bis 30kWp mehr als 90% aller Anlagen ausmachen. "Mittlere" Anlagen bis 100kW und "größere" Dachanlagen mit Leistungen größer 200kWp sind hingegen deutlich unterrepräsentiert.

Große Solaranlagen, die von der Leistung her auf eine große Dachanlage oder einen Solarpark hindeuten würden, konnten im Rahmen der Luftbildauswertung und der Datenerhebung nicht identifiziert werden.

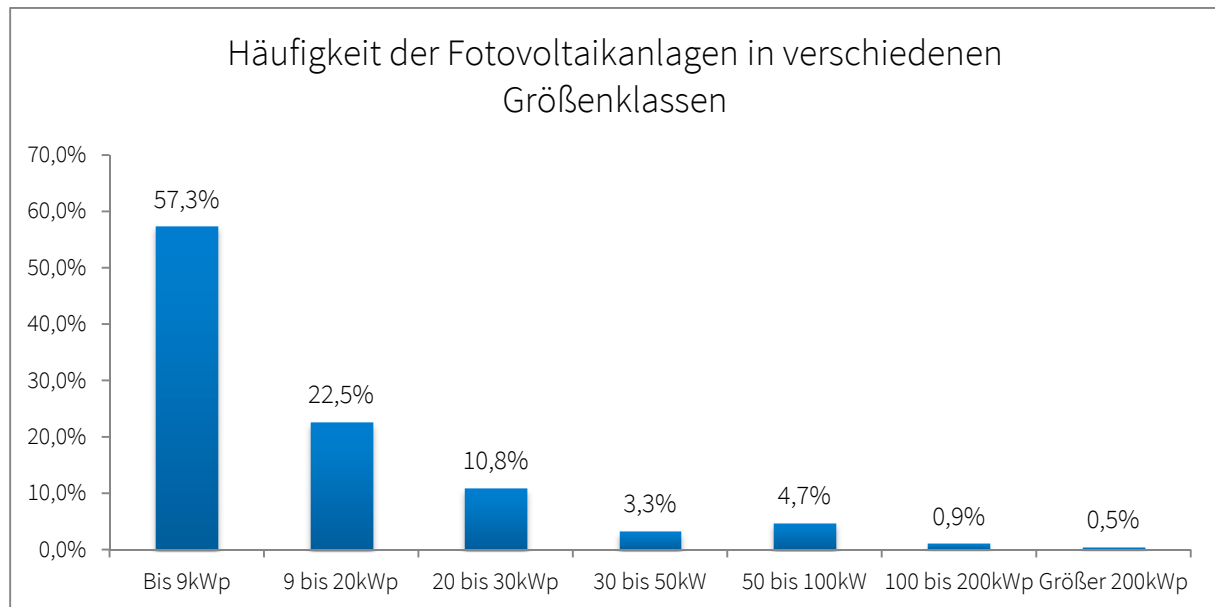


Abbildung 36 – Häufigkeitsverteilung der PV-Anlagen in verschiedenen Größenklassen, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Verbundnetzbetreiber, 2013.

Die älteste bekannte PV-Anlage geht auf das Jahr 2000 zurück (Leistung 1,6kWp). Die Novellierung des EEG um das Jahr 2005 brachte nur einen geringen Zuwachs. Der bisher deutlichste Zubau erfolgte im Jahr 2010 mit rund 950kWp installierter Leistung. Die Zuwachszahlen der folgenden Jahre blieben hinter diesem Wert zurück.



Abbildung 37 - Jährlicher Zubau Fotovoltaik in kW. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Verbundnetzbetreiber, 2013.

Solarthermie

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle fördert die Installation von thermischen Solaranlagen. Eine Anfrage beim BAFA nach den geförderten Anlagen ergab, dass im Projektgebiet 392 Anlagen gefördert wurden

(Stand Ende 2013). Diese Anlagen verfügen über eine Gesamtfläche von 3.215 m² bzw. eine durchschnittliche Fläche von 8,20 m².

Aus datenschutzrechtlichen Gründen werden durch das BAFA keine Details zu den einzelnen Anlagen mitgeteilt. Die durchschnittliche Anlagengröße lässt jedoch darauf schließen, dass es sich nicht ausschließlich um Anlagen zur Brauchwassererwärmung handelt, sondern zumindest auch teilweise um Anlagen, die der Heizungsunterstützung dienen.

Wasserkraft

Erhoben wurden zum einen bei den Verbundnetzbetreibern die Wasserkraftanlagen, die eine Vergütung nach dem EEG erhalten. In der Summe sind 327,5 kW installiert, die sich auf vier gemeldete Anlagen verteilen.

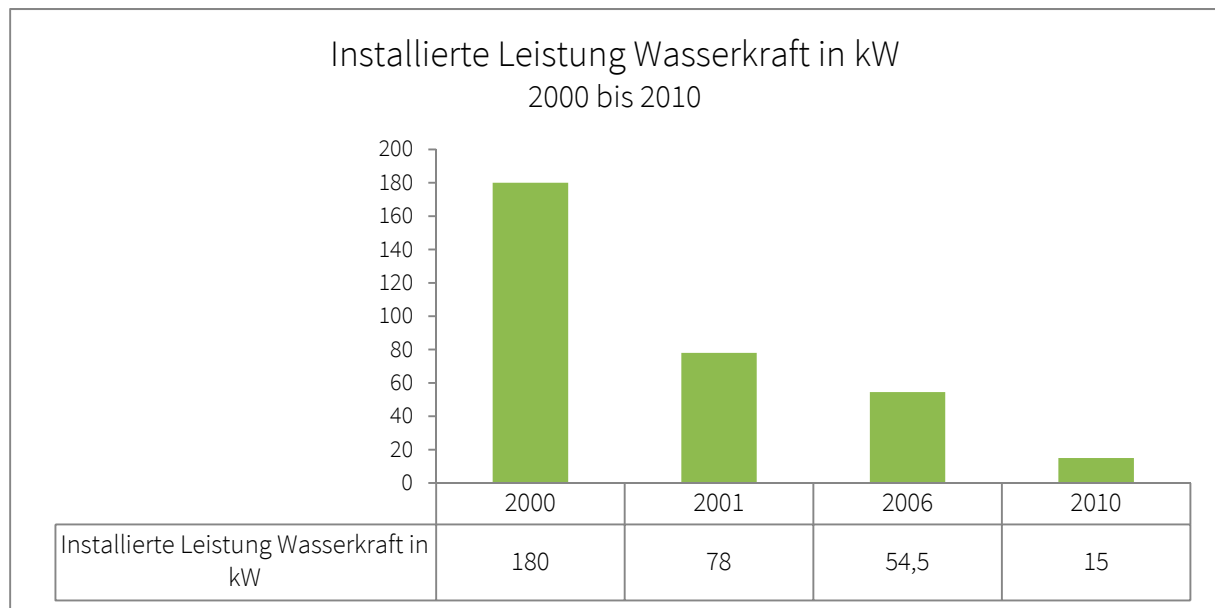


Abbildung 38 – Installierte Leistung Wasserkraft in kW. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Verbundnetzbetreiber, 2013.

Nach Angaben der Genehmigungsstelle beim Landratsamt sind im Stadtgebiet Lohr a. Main fünf Anlagen gemeldet. Dies deckt sich auch mit der in der folgenden Abbildung dargestellten Verteilung der Anlagen auf das Projektgebiet. Es ist davon auszugehen, dass eine Anlage nicht nach dem EEG vergütet wird.

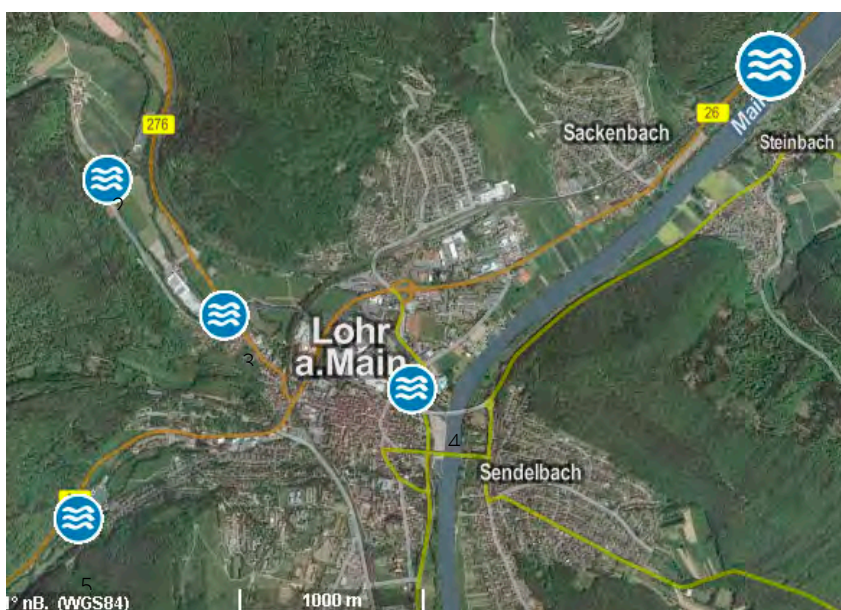


Abbildung 39 – Lage der Wasserkraftanlagen im Stadtgebiet Lohr a. Main, Quelle: Auszug aus dem Energieatlas Bayern (www.energieatlas-bayern.de), 2014.

Windkraft

Aktuell sind keine Windkraftanlagen (WKA) im Projektgebiet vorhanden.

Sonstige Anlagen

Aktuell sind keine weiteren oder sonstigen Anlagen i.S.d. EEG gemeldet.

Zusammenfassung EEG-Anlagen

Die installierte Leistung von Biomasse (vermutlich Pflanzanöl-BHKW) und Wasserkraft halten sich die Waage. In beiden Fällen liegt die Leistung bei knapp über 300 kW. Hinzu kommt die Fotovoltaik mit knapp 3,4MWp.

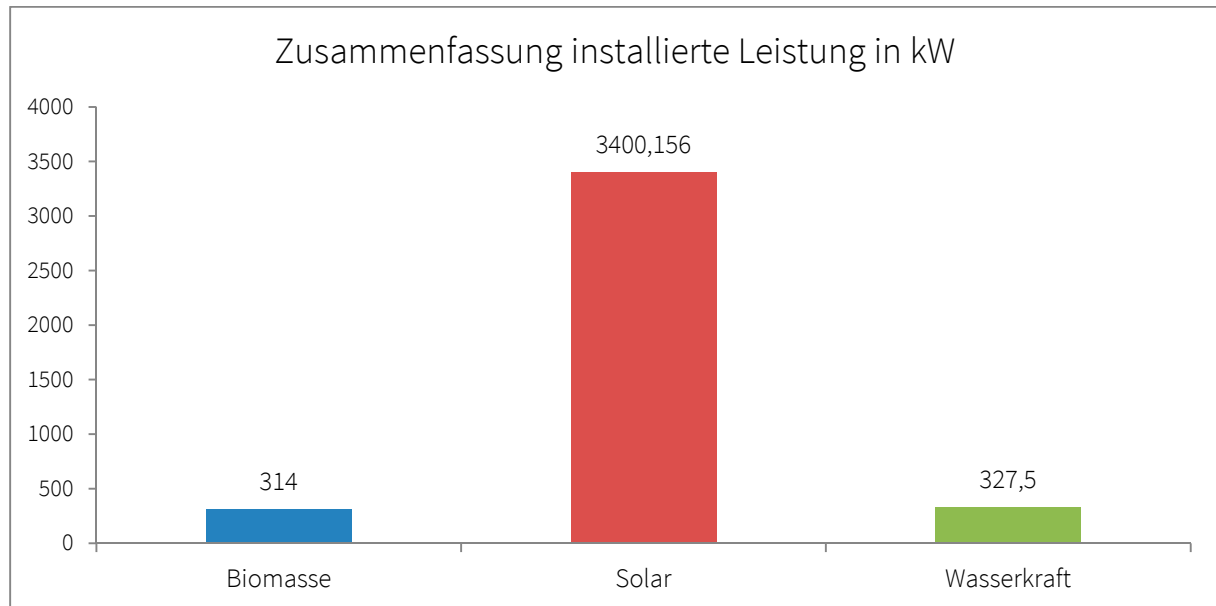


Abbildung 40 – Zusammenfassung installierte Leistung in kW. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Verbundnetzbetreiber, 2013.

Eine erste Abschätzung der Stromproduktion basiert auf folgenden Annahmen:

- Vollbenutzungsstunden BHKW (Biomasse) 6.000 h p.a.
- Vollbenutzungsstunden Wasserkraft 6.000 h p.a.
- Erzeugte Energie aus PV mit 975 kWh/kWp (langfristig gerechnet, d.h. mit Degradation etc.)

Damit ergeben sich folgende Eckwerte:

- Stromproduktion aus Biomasse: ca. 1.884.000 kWh
- Stromproduktion aus Wasserkraft: ca. 1.965.000 kWh
- Stromproduktion aus Fotovoltaik: ca. 3.315.000 kWh

Weitere typische Anwendungsfälle zur Nutzung von Umweltenergie

Eine weitere Form der Nutzung von Umweltenergie findet sich beispielsweise in der Geothermie und der Nutzung von Biomasse.

Geothermie

Erdwärmesonden nutzen die Energie aus dem Untergrund. Sie werden zum Heizen und Kühlen von Gebäuden eingesetzt. Die Karte in Abbildung 41 zeigt die Standorte im Stadtgebiet Lohr a. Main, an denen Bohrungen für Erdwärmesonden vorgenommen wurden. Dargestellt sind die zurzeit am Bayerischen Landesamt für Umwelt bekannten und erfassten Erdwärmesondenanlagen und -bohrungen.

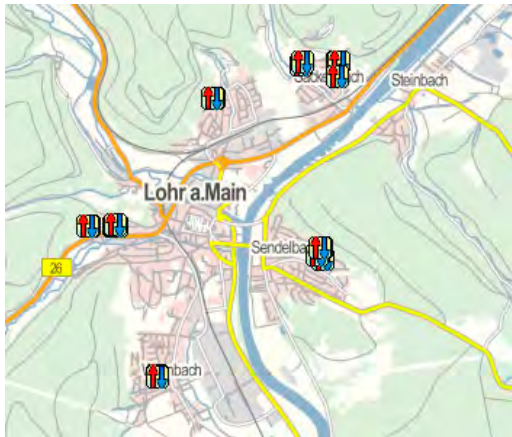


Abbildung 41 – Standorte für Tiefengeothermie nach Bayerischem Energieatlas, 2013.

In Lohr a. Main bzw. in den Teilorten bestehen demnach neun Erdwärmesonden. Die Bohrungen stammen aus den Jahren 2003 bis 2010, wobei der Schwerpunkt im Jahr 2009 liegt. Die Bohrungen liegen in Tiefen von 25 und 99 m. Angaben über die exakte Verwendung der Bohrungen oder der „Nutzer“ liegen nicht vor.

Die Einbringung von Erdwärmebohrungen unterliegt theoretisch in jedem Fall der Genehmigung durch den Landkreis Main-Spessart bzw. das zuständige Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die Anzahl der tatsächlich existierenden Bohrungen bzw. Erdwärmesondenanlagen wahrscheinlich höher ist, als die dargestellten neun Anlagen, da vermutlich nicht für alle Anlagen eine Genehmigung eingeholt wurde. Anlagen ohne Genehmigung werden sich aber auf Anlagen zur Wärmegewinnung für kleine oder mittlere Eigenheime beschränken und dürften bei der Wärmebereitstellung keine statistisch signifikante Rolle spielen.

Biomasse aus lokalen Quellen

Mit dem außerordentlichen Waldreichtum von Lohr a. Main hat sich auch die Nutzung von Holz aus heimischem Wald als Energieträger etabliert. Noch heute werden in vielen Haushalten Brennstellen – als Einzelöfen oder moderne Holzvergaserkessel – betrieben, die diesen lokal verfügbaren Rohstoff nutzen.

In größerem Maßstab setzt beispielsweise der Energieverbund in Lohr auf die Nutzung von Hackschnitzeln. Die thermische Energie wird über ein Wärmenetz zu verschiedenen Abnehmern geleitet.

Zusammenfassung

Für die Ermittlung des thermischen Energiebedarfs im wohnwirtschaftlichen Bereich wurden verschiedene Szenarien entwickelt und berechnet. Die Ergebnisse der drei Szenarien liegen in einer vergleichbaren Größenordnung, sind aber letztlich als Anhaltswert zu verstehen. Auch wenn nicht mit 100%-iger Sicherheit der genaue Verbrauchswert im Rahmen dieser Ausarbeitung entwickelt werden kann, so wird doch deutlich, welche Energiemengen umgesetzt werden.

Bei der Erzeugung regenerativer Energie fällt auf, dass zum einen der limitierende Faktor „Stadt“ eine Rolle spielt und zum anderen die klassischen Treiber der Energiewende, die Landwirte, im Projektgebiet fehlen.

Tradition und Innovation trifft in jedem Fall im Themenfeld Holz aufeinander. Moderne Technik nutzt diese traditionelle Ressource heute sehr effektiv. Gleiches gilt für geothermische Verfahren bzw. für Wärmepumpen.

TEIL 2: POTENZIALE

Potenziale in Lohr a. Main

Neben der aktuellen Energieerzeugung aus regenerativen Quellen sind für den Energienutzungsplan vor allem die zukünftigen Entwicklungspfade bei der Nutzung lokal vorhandener regenerativer Energiequellen von Bedeutung.

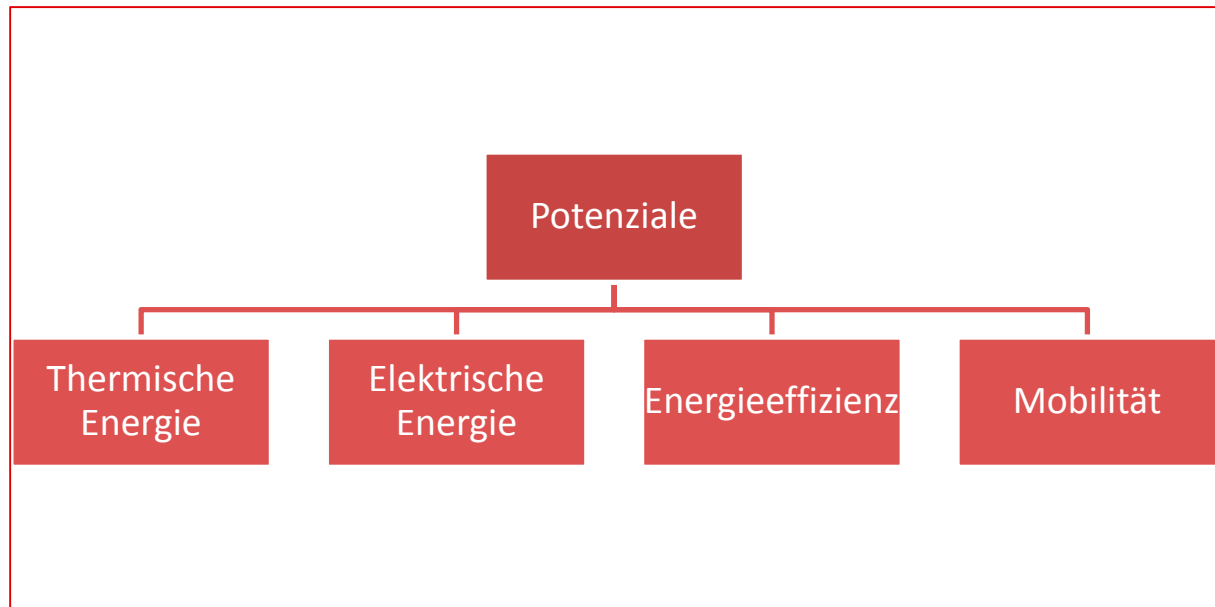


Abbildung 42 – Potenziale in Lohr a. Main nach Handlungsfeldern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014

Darüber hinaus spielen Effizienzmaßnahmen eine wesentliche Rolle, die sich auf den zu erwartenden Energiebedarf auswirken. Die einzelnen Handlungsfelder in den folgenden Kapiteln dargestellt.

Thermische Energiebereitstellung

Energiebereitstellung aus lokal verfügbarer Biomasse – Wald

Tatsächliche Potenziale – bezogen auf das Projektgebiet – ergeben sich nur noch beim Kleinprivatwald (500ha oder 3.500FM p.a. als weiteres Potenzial). Der unter strengen Nachhaltigkeitskriterien bewirtschaftete Stadtwald hat keine weiteren Potenziale, die zusätzlich genutzt werden könnten. Punktuell wäre sicherlich auch noch eine Optimierung der Ressourcennutzung im Privatwald denkbar. Jedoch sind die dort verfügbaren Potenziale ebenfalls bereits deutlich ausgeschöpft.

Sollen also tatsächlich noch weitere Potenziale erschlossen werden, so wird dies nur auf dem Weg der Aktivierung des Kleinprivatwaldes erfolgen können.

Energiebereitstellung aus lokal verfügbarer Biomasse – Biogasabwärme

In Stadtgebiet Lohr a. Main bestehen derzeit keine Biogasanlagen. Die einzige räumlich nah gelegene Biogasanlage für eine theoretische Nutzung der Wärme im Stadtgebiet für Heizzwecke über Wärmenetz ist eine Biogasanlage in Steinsfeld mit insgesamt rund 700 kW Leistung. Angesichts der zu überbrückenden Entfernungen ist jedoch nur mit geringer Wahrscheinlichkeit von einem realisierbaren Projekt auszugehen.

Energiebereitstellung aus lokal verfügbarer Biomasse – Biotop- und Landschaftspflege

Die Potenzialermittlung der im Bereich Landschaftspflege anfallenden Biomasse zur energetischen Nutzung berücksichtigt Gehölz- und Grünschnitt aus der Biotoppflege, der Landschaftspflege im Rahmen der Straßen-, Bahn- und Gewässerunterhaltung sowie der Pflege öffentlicher und auf privater Freiflächen/Gärten. Zu unterscheiden sind:

- Theoretisches Potenzial: Es beschreibt das innerhalb einer gegebenen Region in einem bestimmten Zeitraum theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot. Es wird ausschließlich durch die physikalischen Nutzungsgrenzen bestimmt.
- Technisches Potenzial: Das technische Potenzial (Strom, Wärme) bildet den Anteil des theoretischen Potenzials ab, der unter den gegebenen technischen Restriktionen sowie ökologischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen erschlossen werden kann.
- Ökonomisches oder Wirtschaftliches Potenzial: Darunter versteht man den zeit- und ortsabhängigen Anteil des technischen Potenzials, welcher im jeweils betrachteten Energiesystem wirtschaftlich erschlossen werden kann. Es unterliegt sich ändernden wirtschaftlichen Randbedingungen (z.B. Ölpreis) und unterschiedlichen Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung.
- Erschließbares oder ausschöpfungsfähiges Potenzial: Nicht alles wirtschaftlich erschließbare Potenzial wird erschlossen. Regionale Gegebenheiten, Ressourcenkonkurrenzen oder betriebsstrukturelle Hemmnisse schränken dieses Potenzial weiter ein. Daher beschreibt das erschließbare Potenzial den Anteil des wirtschaftlichen Potenzials, welcher derzeit unter realen Bedingungen erschlossen werden kann und ist in der Regel kleiner als das wirtschaftliche Potenzial.

Im ENP Lohr wird ausschließlich das theoretische Potenzial der Landschaftspflege betrachtet. Inwieweit letztendlich eine energetische Verwertung auch tatsächlich möglich ist, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht ermittelt werden.

Biotop- und Offenlandpflege

Bei der Offenland-Pflege ist zu unterscheiden zwischen Gehölzpflege und der Pflege von Gras- und Hochstaudenflächen:

- Die Pflege von Gehölzen und Gehölzbeständen erfasst Feldgehölze, Hecken sowie Gehölze an Wegen. Sie erfolgt meist im Winterhalbjahr. Die Astmaterialien werden meist zerkleinert und zur Zwischenlagerung zu anderen Plätzen verbracht. Holziges Pflegematerial stärkerer Dimensionen wird als Brennholz genutzt.
- Die Pflege von Flächen mit Gräsern und Hochstauden umfasst das Mähen von Wegrändern, Gehölzsäumen und Naturschutzflächen.

Die anfallende Grünmasse kann zu einem großen Teil energetisch verwertet werden. Generell unterliegt Biomasse aus der Biotop- und Landschaftspflege aber großen Ertrags- und Qualitätsschwankungen. Hinzu kommen weitere Einschränkungen:

- Das Material fällt dezentral und in kleineren Mengen an.
- Die zu pflegenden Biotop- und Kulturlandschaftsflächen sind im Vergleich zu Ackerflächen mit gezieltem Anbau von Energiepflanzen i.d.R. verhältnismäßig klein.
- Das anfallende Material ist heterogen zusammengesetzt.
- Die „Erntezeitpunkte“ korrespondieren nicht mit dem Ziel maximaler Energieerträge, sondern richten sich nach den Zielen des Naturschutzes und den Erfordernissen der Freiraumpflege.

Eine konkrete Potenzialermittlung ist nur mit konkretem Flächenbezug auf der Grundlage von mehrjährigen Ernteversuchen zu ermitteln (Tischew u.a. o.J., S.83). Daher erfolgt die Abschätzung auf Basis der in der Gemarkung Lohr vorkommenden kartierten Biotopflächen, denen je nach Nutzung bzw. Pflege ein spezifischer Ertrag zugeordnet wird. Auch hier ist einschränkend anzumerken, dass ungeachtet zahlreicher Untersuchungen bislang noch keine standardisierte Methode definiert ist. Außerdem kann das Potenzial entsprechend der jeweiligen räumlichen Gegebenheiten sehr unterschiedlich ausfallen. Dementsprechend werden für den ENP Lohr verschiedene biotopbezogene Ansätze zugrunde gelegt.

Biotoptypen Kung Stadtgebiet	Gemar- Lohr	Fläche in ha	Ansatz TM / ha a	dt	Theroretisches Potenzial dt TM / Jahr	Ansatz kgTM/m2 a	Theoretisches Potenzial TM / a	kg
Artenreiches Extensivgrün- land ohne Düngung		62,524	50**		3126			
Magerrasen, bodensauer		6,452			323			
Magere Altgrasbestände und Grünlandbrache		0,806	80**		65			
Seggen- / binsenreiche Nasswiesen, Sümpfe		5,66	50***		283			
Verlandungsröhricht		6,418			321			
Feuchte und nasse Hoch- staudenfluren		1,982			99			
Feldgehölz, naturnah		60,153	-	-		0,5	300.765	
Feuchtgebüsche		0,552					2.760	
Gewässerbegleitgehölze		17,21					86.050	
Hecken naturnah		39,42					197.100	
Initiale Gebüsche und Gehölze		1,198					5.990	
Sonstiger Feuchtwald, degenerierte Moorflächen		0,737					3.685	
Streuobstbestand		0,525				0,1	525	
Unverbautes Fließgewäs- ser (Gehölze)		4,205				0,5	21.025	
Keine Angabe zum Bio- toptyp		3,777				0	0	
Summe		211,62			4.217		617.900	

Tabelle 9 – Theoretisches Biomassepotenzial aus Biotoppflege. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013⁷.

Die Tabelle 9 zeigt die in Lohr vorkommenden Biotoptypen und das sich daraus ergebende theoretische Biomassepotenzial. Nicht berücksichtigt sind kommunale Ausgleichsflächen und Naturschutzgebiete, da die dort anfallende Biomasse nach Auskunft des Umweltamtes Stadt Lohr (November 2013) bereits entweder im Stoffkreislauf der Landwirtschaft verwertet oder einer sonstigen Biomasseverwertung zugeführt wird.

⁷ Quellenangaben zur Tabelle: * = LfU 2013; **nach Stegner u.a. 2010 (Mittelwerte für Naturschutzgerechte Wiesennutzung ohne Düngung / mit Aushagerung); *** Mittelwert nach Peters (2012) und Hochberg u.a. (2011) für Feucht- und Nassgrünland; **** nach Rüder (2010) Ansatz 750gFM/m2 = 500g TM/m2, Pflegeintervall 15 Jahre;

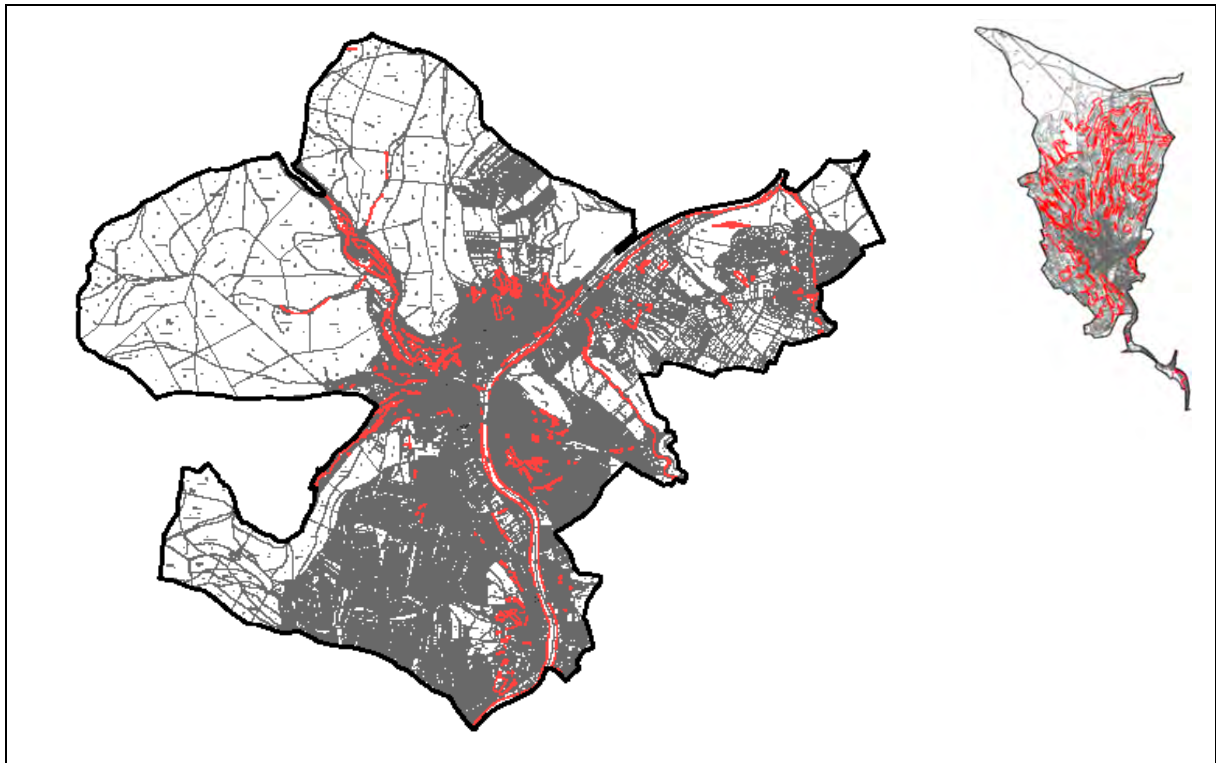


Abbildung 43 – Potenzialflächen Biomasse Landschaftspflege in Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014

Biomassepotenzial Öffentliche Grünflächen

Im Stadtgebiet Lohr bestehen insgesamt rund 94 ha öffentliche Grünflächen (ohne Sportplätze in den Ortsteilen), davon sind rund 36 ha Gehölze und 44 ha gehölzfreie Flächen.

Stadtgebiet	Gesamtfläche	Davon (ha)	Gehölze (ha)	Davon (ha)	Grünschnitt
Kernstadt	39,41	14,74		15,80	
Steinbach	9,24	4,92		3,15	
Sackenbach	2,79	0,74		2,01	
Rodenbach	6,22	2,65		3,07	
Pflobsbach	2,46	2,23		0,23	
Wombach	9,87	4,10		6,72	
Sendelbach	20,24	5,30		11,88	
Halsbach	3,32	1,01		0,41	
Ruppertshütten	0,68	0,12		0,61	
Summe	94,23	35,81		43,88	

Tabelle 10– Flächengrößen öffentliche Grünflächen ohne Sportplätze (Flächenangaben nach eigener Schätzung anhand FNP und Luftbild). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2013.

Nach Schätzung des städtischen Bauhofs (Herr Bechold mdl., November 2013) fallen im Rahmen der städtischen Grünflächenpflege (Straßenböschungen, öffentliche Grünflächen ohne Friedhöfe) jährlich ca. 1.000 m³ Gehölz-

schnitt an. Davon werden 100-200 m³ gehäckselt und als Mulch wieder in die Flächen eingebracht. 800-900 m³ werden zur Kompostierungsanlage Wiesenfeld gebracht und privat vermarktet⁸, ebenso rund 200 m³ Rasenschnitt und Laub. Zusätzlich fallen auf den Friedhöfen ca. 200-300 m³ Grünabfall an, der allerdings sehr heterogen zusammengesetzt ist und auch Fremdkörper enthalten kann.

Biomassepotenzial Sportplätze Ortsteile

Die Sportplätze werden von den Vereinen gepflegt. Sehr oft wird das Material nicht ordnungsgerecht über die Kompostierungsanlage entsorgt, sondern randlich der Anlagen wild abgelagert.

Zur Ermittlung des theoretischen Biomassepotenzials aus Grünschnitt wird ein Durchschnittswert von 5t/ha*a angesetzt (projects energy GmbH 2009). Für Gehölzschnitt wird der Ansatz 0,5 kg TM/m² und Jahr bei einem Pflegeintervall von 15 Jahre angesetzt (Röder 2010).

Ort	Gesamtfläche ha (*)	davon Gehölze ha (*)	davon Grünschnitt ha (*)	Ansatz Biomasse Grünschnitt /ha (**)	Theoretisches Potenzial Grünschnitt t/Jahr	Ansatz Biomasse Gehölze kg TM/m ² (***)	Theoretisches Potenzial Gehölzschnitt FM/Jahr
Steinbach	2,9	0,5	2,4				
Sackenbach	1,1	0,4	0,5				
Rodenbach	2,0	0,4	1,6				
Pflobsbach	2,0	0,2	1,8				
Wombach	3,0	0,5	2,5	5		0,5	
Sendelbach	0	0	0				
Halsbach	1,9	0,3	1,6				
Ruppertshütten	3,3	1,4	1,9				
Summe	16,17	3,7	12,27		61,35		18,5

Tabelle 11– Flächengrößen Sportplätze (Flächenangaben nach eigener Schätzung anhand FNP und Luftbild). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2013⁹.

Biomassepotenzial Privatgärten und Kleingartenanlagen

Der in Privatgärten und in Kleingartenanlagen anfallende Grünschnitt muss von den Eigentümern bzw. Pächtern über die Braune Tonne, den Grüngutsack, Eigenkompostierung oder über die Kompostieranlage entsorgt werden. Außerdem bietet der Landkreis zweimal im Jahr im Frühjahr und im Herbst die kostenlose Abfuhr von Grünabfall an. Im Wertstoffhof Lohr wird Grüngut nicht angenommen. Früher bestand eine Grüngutsammelstelle

⁸ Die Stadt Lohr hatte früher eine eigene Kompostieranlage, die nach Erweiterung des Klärwerks geschlossen wurde.

⁹ *Flächenangaben nach eigener Schätzung anhand FNP und Luftbild; **nach Kaltschmitt, Merten, Fröhlich, Nill 2003; *** nach Röder2010; Ansatz 750 gFM/m² = 500g TM/m²; Pflegeintervall 15 Jahre

in Ruppertshütten, die jedoch zu klein bemessen und daher schnell überfüllt war. Sie ist mittlerweile wieder geschlossen¹⁰.

Große Freiflächen bestehen zudem im Areal des Bezirkskrankenhauses (NHA, rund 50 ha davon rund 12 ha Gehölze und etwa 20 ha Wirtschaftsgrünland), weitere rund 10 ha Grünflächen bestehen im Umfeld weiterer öffentlicher Einrichtungen wie Realschule, Seniorenzentrum, Jugendzentrum, Aloysium und Krankenhaus. Wie dort das Material verwertet wird, ist derzeit unbekannt.

Nach Einschätzung des städtischen Bauhofs und des Umweltamts (mdl. November 2013) läuft die Entsorgung bzw. Verwertung nicht zufriedenstellend. Die Braune Tonne reicht nicht aus, Eigenkompostierung wird nur von Teilen der Bevölkerung gemacht und die kostenlose zweimalige Abfuhr pro Jahr ist nicht ausreichend und erfolgt zudem in zeitlich zu großen Abständen.

Die Ermittlung des Biomasse-Potenzials aus Privatgärten und Kleingartenanlagen wird mit der Potenzialbetrachtung im Bereich Bio-Abfälle mit abgedeckt.

Biomassepotenzial aus Pflege entlang Verkehrsstraßen

Biomassen aus der Landschaftspflege entlang von Verkehrsstraßen fallen nicht unter den Bereich der kommunalen Entsorgungspflicht. Somit besteht für Kommunen kein unmittelbarer Zugriff auf die hier anfallende Biomasse.

Die Pflegemaßnahmen umfassen die Mahd gehölzfreier Böschungen, den Rückschnitt von Gehölzen und die Auslichtung von Gehölzstreifen. Gehölzschnitte werden in der Regel im Winter ausgeführt. Die Intensität einer Maßnahme und der Pflgeturnus richten sich nach der Wüchsigkeit der Gehölze bzw. nach deren Alter und Entwicklungszustand. Je nach Alter und Entwicklungszustand der Gehölzbereiche werden in mehrjährigem Turnus (5-10 Jahre) Eingriffe notwendig, bei denen rd. 20-40 % des stockenden Bestandes entnommen werden. Maßnahmen am krautigen Straßenbegleitgrün werden im Sommerhalbjahr durchgeführt. Im Gegensatz zu den holzigen Materialien verbleibt das krautige Schnittgut meist vor Ort.

Die Potenziale aus dem Straßenbegleitschnitt werden nach Kern u.a. (2009) über die Straßenkilometer und die Böschungsbreiten berechnet.

Straßentyp	Mindestpflegefläche bei Grasböschungen ha/km	Mindestpflegefläche bei Gehölzböschungen ha/km
Autobahnen	0,8	1,5
Bundesstraßen	0,6	0,7
Land- und Kreisstraßen	0,4	0,3

Tabelle 12– Pflegeflächen auf Straßenböschungen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Kern u.a. 2009 bzw. 2013.

Dabei ist zu beachten, dass die Pflegeflächen durch reliefbedingte Ausformungen auch deutlich größer ausfallen können. Weiterhin besteht bei der Gehölzpflegefläche ein Zusammenhang mit dem Bewaldungsanteil einer Region. In waldreicheren Regionen (wie im Spessart) müssen reguläre Pflegemaßnahmen auf über 50% der zu bearbeitenden Streckenlänge durchgeführt werden.

Im Durchschnitt ist an den Straßenrändern von eher mittelmäßigen Standortpotenzialen auszugehen. Da nicht die gesamte aufwachsende Biomasse eines Jahres von den Pflegemaßnahmen tangiert werden (Annahme: 75%ige Erfassung der aufwachsenden Biomasse) und durchschnittlich von zwei Pflegeschnitten pro Jahr auszu-

¹⁰ In den anderen Ortsteilen waren keine Sammelstellen eingerichtet. Begründung für Ruppertshütten war der aufgrund der abseitigen Lage des Ortsteiles sehr lange Anfahrtsweg zur Kompostieranlage Wiesenfeld.

gehen ist, wird für den anfallenden Grünschnitt ein Ertrag von 4 t TS/ha*a angenommen (Kern u.a. 2009). Bei der Gehölzpflege wird von durchschnittlich 2 t TM/Jahr holziger Biomasse pro Straßenkilometer ausgegangen.

Tabelle 13 zeigt das gesamte theoretische Biomasseaufkommen an den im Gemarkungsgebiet der Stadt Lohr verlaufenden Bundes-, Landes- und Kreisstraßen. Die Trassenlängen wurden mittels CAD anhand der Digitalen Flurkarte und der Luftbilder ermittelt, die Anteile der Gehölze bzw. der Grasböschungen anhand der Luftbilder abgeschätzt.

	Länge gesamt km (*)	Ansatz Pflegefläche ha/km (**)	Pflege- fläche (ha)	Ansatz tTM/ha*a (**)	Theoretisches Potenzial t TM/Jahr
Bundesstraßen B26, 276	9,5				
davon Grünschnitt	4,0	0,6	2,4	4	9,6
davon Gehölzschnitt	5,5	0,7	3,9	2	7,8
Staatsstraßen St 2315, 2335	11,3				
davon Grünschnitt	4,0	0,4	0,2	4	0,8
davon Gehölzschnitt	7,3	0,3	2,2	2	4,4
Kreisstraßen MSP19, 22, 23	8,6				
davon Grünschnitt	3,0	0,4	1,2	4	4,8
davon Gehölzschnitt	5,6	0,3	1,7	2	3,4
SUMME	39,4		11,6		30,8

Tabelle 13– Theoretisches Biomassepotenzial aus Pflege Straßenränder Bundes-, Landes- und Kreisstraßen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2013¹¹.

Biomassepotenzial aus Pflege entlang Bahntrassen

Biomassen aus der Landschaftspflege von Bahntrassen fallen nicht unter den Bereich der kommunalen Entsorgungspflicht, somit hat die Stadt Lohr auch hier keinen unmittelbaren Zugriff auf die Biomasse. Pflegemaßnahmen entlang von Schienentrassen werden aus Gründen der Verkehrssicherheit hauptsächlich an Gehölzen durchgeführt. Wie bei den Straßentrassen ist die Intensität der Pflegemaßnahmen in bewaldeten Gebieten deutlich höher als in offenen Landschaften. In letzteren sind die Bahnböschungen eher von kleinräumigen Landschaftsstrukturen geprägt (Feldgehölze, Gehölzstreifen etc.). In der Regel erfolgen die Maßnahmen bedarfsorientiert: Rückschnitte geringeren Umfangs erfolgen meist an Einzelbäumen, meist fällt das Schnittgut von Sträuchern und schwach dimensionierten Bäumen an. Der Anteil stärkerer Dimensionen (> 10 cm Durchmesser) liegt nur selten über 20% der Gesamtmasse, häufig unter 5%, sodass eine höherwertige Vermarktbarkeit des Holzes oftmals nicht gegeben ist. Die höchsten Biomasseaufkommen fallen bei punktuell intensiv stattfindenden Pflegeeingriffen an¹². Entlang der Bahnstrecken werden je nach Geschwindigkeitskategorie der jeweiligen Strecke die Randstreifen in einer Tiefe von vier bis acht Metern gepflegt. Maßnahmen auf separaten Flächen mit Gehölz-

¹¹ * Eigne Erhebung anhand digitaler Flurkarten und Luftbild; ** Nach Kern, Funda, Hofmann & Siepenkothen. 2009

¹² Einschränkung muss angemerkt werden, dass die DB AG in den letzten Jahren aufgrund der zunehmenden Starkwinde verstärkt Pflegemaßnahmen durchgeführt hat. Das Intensivpflegeprogramm wurde 2011 aber abgeschlossen, so dass derzeit eher geringere Mengen an holzigem Pflegematerial zu erwarten sind.

beständen (z. B. in Bahnhofsbereichen, an Streckenkreuzungen) spielen eine eher untergeordnete Rolle. Die in verschiedenen Einzeluntersuchungen je Streckenkilometer anfallenden Holzmassen können in Abhängigkeit vom Strukturtyp (Waldrand, Feldgehölz, Hecke etc.) und vor allem vom Pflegeintervall stark schwanken. Nach Kern u.a. 2009 ist für Süddeutschland von durchschnittlich 200 t FM/km und Jahr auszugehen. Die Trassenlängen wurden mittels CAD anhand der Digitalen Flurkarte und der Luftbilder ermittelt, die Anteile der Gehölze bzw. der Grasböschungen anhand der Luftbilder abgeschätzt.

	Länge km (*)	gesamt	Ansatz t (**)	FM/km*a	Theoretisches t TM/Jahr	Potenzial
Hauptstrecke Würzburg- Aschaffenburg-	9,1					
davon Grünschnitt	2,1			0	0	
davon Gehölzschnitt	7,0		200		1.400	
Nebenstrecke Lohr- Gewerbegebiet Wombach	3,1					
davon Grünschnitt	0,1			0	0	
davon Gehölzschnitt	3		200		600	
SUMME	29,4				2.000	

Tabelle 14– Theoretisches Biomassepotenzial aus Pflege von Bahnböschungen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2013¹³.

Biomassepotenzial aus Pflege entlang Gewässer

Die Gewässer im Bundesgebiet werden in Kategorien 1. bis 3. Ordnung eingeteilt:

- Gewässer 1. Ordnung sind Bundeswasserstraßen. Ihre Pflege liegt in der Zuständigkeit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes.
- Für Gewässer 2. Ordnung sind Landkreise und Kreisfreie Städte unterhaltspflichtig.
- Gewässer 3. Ordnung werden von Kommunen gepflegt.

Pflegemaßnahmen am Gewässerbegleitgrün (z. B. Aushieb von Erlen, Weiden etc.) erfolgen meist im Winterhalbjahr. Die Pflege erfolgt i.d.R. in zeitlich größeren Abständen. Auf dem Gemarkungsgebiet der Stadt Lohr verlaufen folgende Gewässer:

Gewässer	Länge (m)
Main (Gew. I.Ordnung)	14.400
Lohr (ohne innerstädtische Grünflächen)	4.700

¹³ * Eigene Erhebung anhand digitaler Flurkarten und Luftbild; ** nach Kern, Funda, Hofmann & Siepenkothen 2009

Lohr Nebengewässer und Triebwerkskanäle	4.100
Steinbach	1.200
Wombach (bis Einmündung Sandgraben)	900
Sandgraben (Wombach)	2.500
SUMME	27.400

Tabelle 15 – Theoretisches Biomassepotenzial aus Gewässerbegleitgrün. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.

Da die Gehölzbestände entlang der Gewässer in großen Teilen in der Biotopkartierung erfasst sind, ist das theoretische Potenzial bereits über die Biotop- und Landschaftspflege erfasst.

Technisch nutzbare Potenziale aus der Landschaftspflege

Ausgehend von den oben dargestellten Überlegungen wurden folgende technisch nutzbaren Potenziale aus der Landschaftspflege abgeschätzt.

Gehölzartige Biomasse

Für die gehölzartige Biomasse ergeben sich, entsprechend der oben dargestellten Kalkulationen und unter Berücksichtigung des voraussichtlichen Bergungsgrades (d.h. Anteil der Biomasse, die tatsächlich auch geborgen und einer Nutzung zugeführt werden kann), die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Zahlenwerte.

Biotoptypen , Grünflächen	Fläche in ha	Ansatz kgTM/m ² *a	Theoretisches Potenzial tTM/Jahr	Anteil technisch nutzbar (%)	Technisches Potenzial (tTM / Jahr)
Feldgehölz, naturnah	60,2		300,8	50%	150,4
Feuchtgebüsche	0,6		2,8	0%	0,0
Gewässerbegleitgehölze	17,2	0,5	86,1	80%	68,8
Hecken naturnah	39,4		197,1	50%	98,6
Initiale Gebüsche und Gehölze	1,2		6,0	50%	3,0
Streuobstbestand	0,5	0,1	0,5	80%	0,4
Unverbautes Fließgewässer (Gehölze)	4,2	0,5	21,0	80%	16,8
Gehölze Grünflächen	35,0		175,0	80%	140,0
Gehölze Sportplätze	4,0	0,5	20,0	80%	16,0
Gehölze NHA	12,0		60,0	80%	48,0
SUMME	174,3		869,2		542,0

Tabelle 16 – Zusammenfassung gehölzartige Biomasse, eigen Berechnungen CHROSIS und neuland+, 2014

Die hier angegebenen rund 540 Tonnen Material würden, einen spezifischen Brennwert von 2,5kWh je kg Material unterstellt, rund 1.350MWh entsprechen. Dies entspricht ungefähr einem Heizöläquivalent von 135.000 Litern.

Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass die Logistik für die Sammlung und Aufbereitung ebenfalls zu organisieren ist.

Halmartige Biomasse

Für halmartige Biomasse, die ggf. in einer Biogasanlage umgesetzt werden könnte, ergeben sich die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Jahresmengen.

Biotoptypen / Grünflächen	Fläche in ha	Ansatz dt TM/ha*a	Theoretisches Potenzial t TM/Jahr	Anteil technisch nutzbar (%)	Technisches Potenzial (tTM / Jahr)
Artenreiches Extensivgrünland ohne Düngung	63	50	313	50%	156,3
Magerrasen, bodensauer	6		32	50%	16,1
Magere Altgrasbestände und Grünlandbrache	1	80	6	50%	3,2
Günschnitt Öffentliche Grünflächen	43	50	215	75%	161,3
Grünschnitt Sportplätze	12		60	75%	45,0
Grünschnitt NVA	20		100	75%	75,0
SUMME	145		726		456,9

Tabelle 17 – Zusammenfassung halmartige Biomasse, eigene Berechnung CHROSIS und neuland+, 2014

Ausgehend von der Zusammenstellung der verfügbaren halmartigen Biomasse ist nicht davon auszugehen, mit dieser Menge alleine eine Biogasanlage wirtschaftlich betrieben werden kann. Jedoch ergibt sich ggf. gemeinsam mit dem Potenzial der Biotonne auf Landkreisebene eine Möglichkeit der energetischen Verwertung.

Energiebereitstellung aus der Biotonne

Klar abgrenzbare Zahlen darüber, welche Tonnagen pro Jahr über die Sammlung der Biotonne erreicht werden, konnten im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht erhoben werden, da eine differenzierte Ermittlung auf kreisebene und damit eine Zuordnung auf die jeweiligen Gemeinden und Städte nicht möglich war.

Eine sehr gute Abschätzung des Potenzials ist jedoch über statistische Ansätze dennoch möglich. Ausgehen von den Rahmenbedingungen

- Einwohnerzahl
- Einem voraussichtlichen Anfall von rd. 50kg Biomüll je Einwohner und Jahr
- Einem notwendigen Abschlag von 20% - nicht jeder Biomüll wird über die Biomülltonne entsorgt

kann von einem jährlichen Anfall an Biomüll in der Größenordnung von rd. 600 Tonnen ausgegangen werden.

Hinzu kommen, wie oben dargestellt, als weiteres nutzbares Potenzial der Grünschnitt, beispielsweise von Extensivgrünland, öffentlichen Flächen oder aber auch Magerrasen. Hierfür ergibt sich, entsprechende Abschläge mit einbezogen, ein voraussichtlich nutzbares technisches Potenzial von rund 460 Tonnen pro Jahr.

Für eine potenzielle Vergärung ergibt sich damit ein verfügbares Potenzial von ca. 1.060 Tonnen pro Jahr. Ein wirtschaftlicher Anlagenbetrieb kann damit nach den heute bekannten Rahmenbedingungen (EEG) voraussichtlich nicht erreicht werden. Jedoch bietet sich in diesem Zusammenhang ein Projekt auf Landkreisebene an, bei dem die gesamten Potenziale aus Biomüll gezielt genutzt werden können (vgl. Kapitel Maßnahmen).

Thermische Energiebereitstellung aus geothermischen Verfahren

Die Geothermie oder Erdwärme ist die im zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme, soweit sie entzogen und genutzt werden kann. Unterschieden wird zwischen der

- oberflächennahen Geothermie zur direkten Nutzung, etwa zum Heizen und Kühlen, meist als Wärmepumpenheizung, und der
- tiefen Geothermie zur direkten Nutzung im Wärmemarkt oder auch indirekt zur Stromerzeugung.

Weiterhin wird zwischen Hoch- und Niedrigenthalpielagerstätten unterschieden. Hochenthalpie bedeutet, dass derartige Lagerstätten eine hohe Temperatur aufweisen.

Die Erdwärme kann durch Grundwasserwärmepumpen, Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden oder sog. „Energiepfähle“ erschlossen werden (vgl. hierzu auch die Anlagen zu dieser Ausarbeitung).

Besonders bei größeren Objekten und vor allem dort, wo auch noch Kühlbedarf abgedeckt werden soll, sind Erdwärmeanlagen den konventionellen Systemen wirtschaftlich schnell überlegen. Auch bei Neubauten von Ein- oder Zweifamilienhäusern können sich die Mehrausgaben nach ca. 10 Jahren wieder amortisieren. Die Bundesregierung gibt zudem Investitionshilfen aus dem Marktanreizprogramm. Etwa Dreiviertel der in Gebäuden benötigten Wärmeenergie kann über oberflächennahe Erdwärmesysteme bereitgestellt werden. Zur ökologischen Optimierung können auch Solarkollektoren einsetzen, die außerhalb der Heizperiode die Warmwasserbereitung übernehmen.

Oberflächennahe Geothermie

Die Eignung des Stadtgebiets Lohr a. Main für die oberflächennahe Geothermie ist den folgenden Abbildungen zu entnehmen.

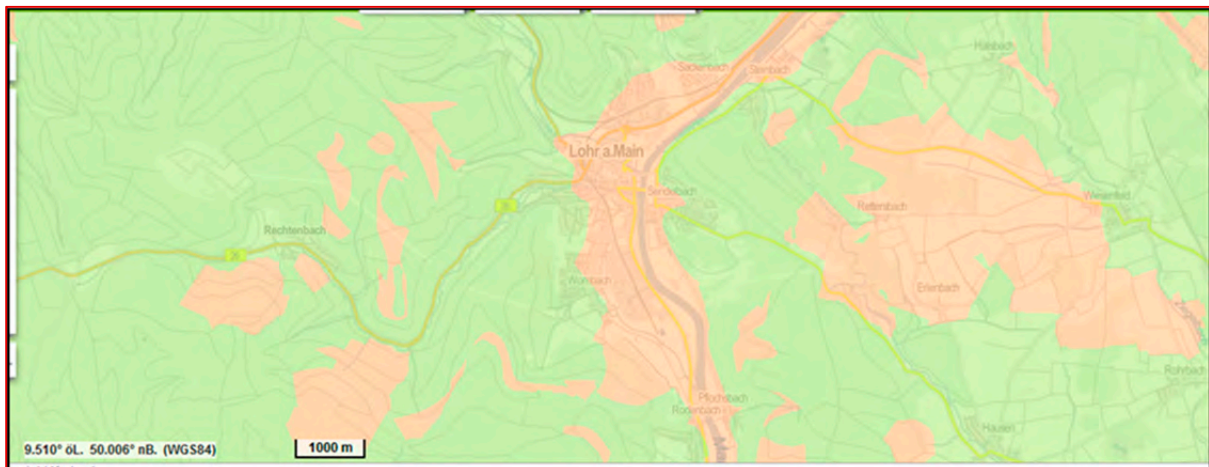


Abbildung 44 – Begünstigte und ungünstige Gebiete für oberflächennahe Geothermie im Gebiet der Stadt Lohr a. Main. Quelle: bayerischer Energieatlas, 2013. Grün = „voraussichtlich möglich“; Gelb = „erst nach Einzelfallprüfung“; Rot = „ungeeignet“

Die Karte zeigt, dass das Stadtgebiet von Lohr a. Main und der gesamte Talboden des Maintals grundsätzlich nicht geeignet sind.

Die Bewertung nach Gebieten, die für bodennahe Geothermie geeignet sind bzw. nach Gebieten, in denen eine Einzelfallbewertung erfolgen muss (durch die Wasserbehörde) und Gebieten, die nicht geeignet sind, erfolgt auf Grundlage der Vorgaben im Leitfaden für Erdwärmesonden in Bayern und den Erkenntnissen der Wasserwirtschaftsverwaltung. Das daraus abgeleitete oberflächennahe geothermische Potenzial ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.

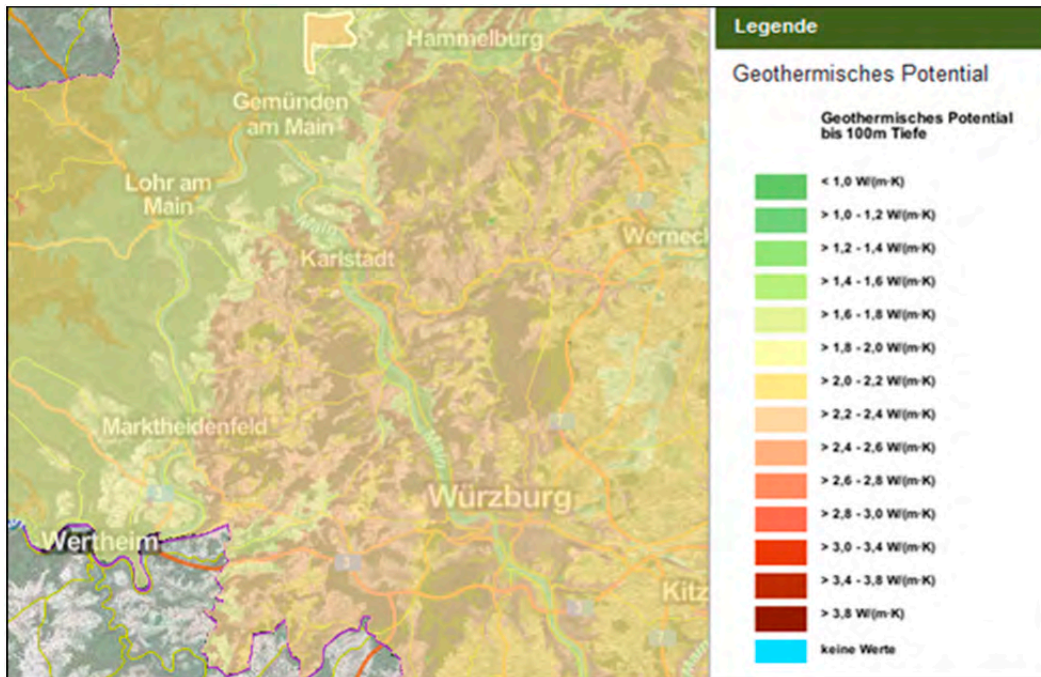


Abbildung 45 - oberflächennahes geothermisches Potenzial für das Gebiet der Stadt Lohr a. Main. Quelle: bayerischer Energieatlas, 2013. Grün = geringes Potenzial $< 1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, je roter die Einfärbung ist, desto größer das Potenzial ($> 3,8 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$).

Die Auslegung von Erdwärmesondenanlagen ist in besonderem Maße von der Beschaffenheit des Untergrundes abhängig. Beispielsweise kann aus einem trockenen Sand im Untergrund deutlich weniger geothermische Energie entzogen werden als aus einem mit Grundwasser erfüllten Kalkstein. Deshalb muss für die optimale Auslegung von Erdwärmesondenanlagen die geothermische Ergiebigkeit berücksichtigt werden. Der Inhalt der Karte gibt einen orientierenden Überblick über die geothermische Ergiebigkeit. Die Darstellung erfolgt klassifiziert in fünf Ergiebigkeitsstufen. Die Ergiebigkeitsstufen werden auf Grundlage der mittleren Wärmeleitfähigkeit der Gesteine im Untergrund in $[\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}]$ bis 100 Metern Tiefe ermittelt. In anderen Tiefen werden differierende mittlere Wärmeleitfähigkeiten erreicht. Der Wärmetransport durch das Grundwasser ist nicht berücksichtigt. Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Erdwärmesonden.

Grundlage für die Erstellung der Karte sind repräsentative Bohrungen aus dem Bayerischen Bodeninformationssystem (BIS). An Hand der lithologischen Beschreibung der Bohrungen, wie z.B. Sand, Kalkstein oder Granit, werden den einzelnen Schichten bis 100 Metern Tiefe entsprechende Wärmeleitfähigkeiten zugewiesen. Nachfolgend wird ein mittlerer Wert für die gesamten 100 Meter ermittelt.

Ergänzend zur Potenzialanalyse müssen noch die Bohrrisiken ermittelt werden. Durch die Bewegung der tektonischen Platten in der Erdgeschichte können Gesteine ihre Härte und Kompaktheit verloren haben, dies sind dann tektonische Störungen. Der Bau und Betrieb von Geothermieanlagen in diesen Bereichen kann unerwartete Störungen bewirken. Folgende Karte zeigt vermutete tektonische Störungen (gelb), die in Lohr a. Main, jedoch nur vereinzelt vorkommen. Bekannte tektonische Störungen werden in rot angezeigt.

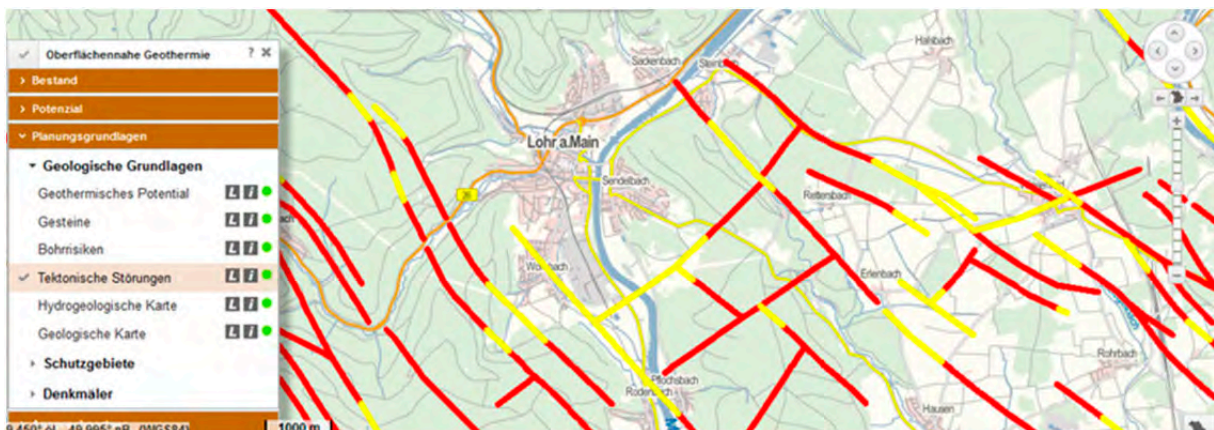


Abbildung 46 – Bohrrisiken für geothermische Anlagen für das Gebiet der Stadt Lohr a. Main. Quelle: bayerischer Energieatlas, 2013.

Da Lohr a. Main innerhalb des Naturparks Main-Spessart liegt, können hier Restriktionen zur Nutzung von bodennaher Geothermie vorliegen. Sonst liegt die Stadt in keinem anderen Schutzgebiet, jedoch direkt an den Grenzen der Stadt liegt ein Vogelschutzgebiet (Richtung Norden), ein FFH-Gebiet und die Stadt umgebend ein Landschaftsschutzgebiet. Diese Kriterien sind auch ausschlaggebend für tiefe Geothermie. Neben Boden- und Baudenkmälern, gibt es in Lohr a. Main auch Baudenkmalensembles und landschaftsprägende Denkmäler. Diese führen ebenfalls u.U. zu Restriktionen bei der Installation von erneuerbaren Energiequellen, wie Geothermie. In Lohr a. Main gibt es demnach nur ein geringes Potenzial für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie.

Tiefe Geothermie

Die Temperaturverhältnisse im Untergrund sind neben der Ergiebigkeit das wesentliche Kriterium für eine geothermische Nutzung, da bereits geringfügig höhere oder tiefere Temperaturen die Wirtschaftlichkeit einer geothermischen Nutzung entscheidend beeinflussen können. In Nordbayern ergibt sich eine weiträumigere, weniger stark differenzierte Temperaturteilung als im Süden des Landes, was vermutlich auf die geringere Datendichte zurückzuführen ist.

Nach der Karte in der folgenden Abbildung liegen in Lohr a. Main Temperaturen zwischen 35 und 40°C vor. Bis 1.000 m unter Grund liegen die Temperaturen in Lohr a. Main zwischen 45 und 50°C, in 1.250 m Tiefe bei 65 und 70°C und in 1.500 m Tiefe bei 70 und 85°C. Mit zunehmender Tiefe nimmt die Aussagekraft der Temperaturkarten jedoch aufgrund fehlender Daten stark ab.

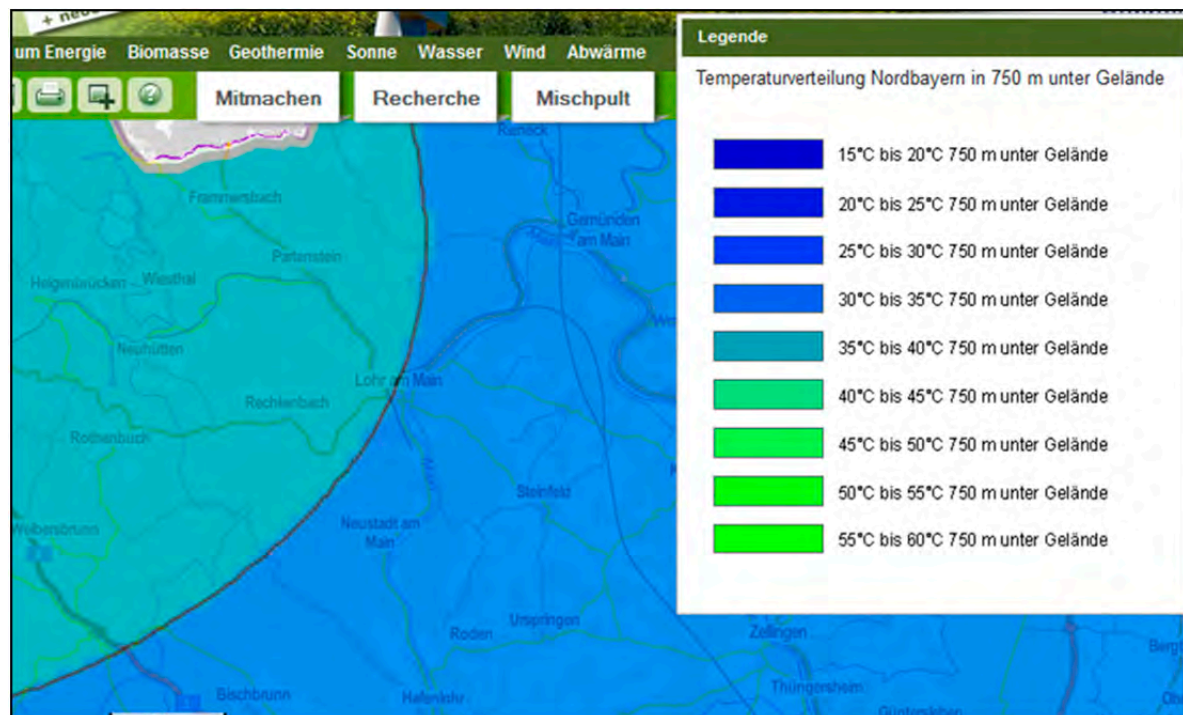


Abbildung 47 - Temperaturverteilung für Nordbayern in 750m Tiefe. Quelle: http://www.geothermie-dialog.de/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=18

Um Heizenergie zu erhalten, ist eine Temperatur von mindestens 40 °C im Untergrund notwendig, für die Stromerzeugung sind es bei Einsatz der gängigen Technologie ca. 120 °C („Kalina“-Verfahren 90 °C). Demnach muss im Gebiet der Stadt Lohr a. Main mit Bohrungen bis in eine Tiefe von mind. 1.000 m gerechnet werden, um ein Temperaturniveau für die Gewinnung von Heizenergie zu erreichen. Aussagen über Effizienz und Wirtschaftlichkeit der tiefegeothermischen Anlagen sind entscheidend von den hydraulischen und thermischen Eigenschaften des Nutzhorizontes sowie der Zusammensetzung des Wassers abhängig. Diese Eigenschaften sind für das Stadtgebiet Lohr a. Main nicht oder unvollständig vorhanden. Ausgewertete hydrogeologische und geologische Karten stellen z.B. die Durchlässigkeit mittel bis mäßig dar. Eine detaillierte und fundierte Abschätzung des technischen Potenzials der tiefen Geothermie ist für Lohr a. Main aufgrund fehlender Daten kaum möglich. Aufgrund der vorangehend erläuterten Annahmen, bekannten Temperaturverhältnisse und insbesondere der Restriktionen ist aber von einem eher geringen Potenzial auszugehen. Dies wird auch dadurch verdeutlicht, dass in Lohr a. Main bislang nur sehr wenige und nur oberflächennahe Geothermiebohrungen eingebracht wurden.

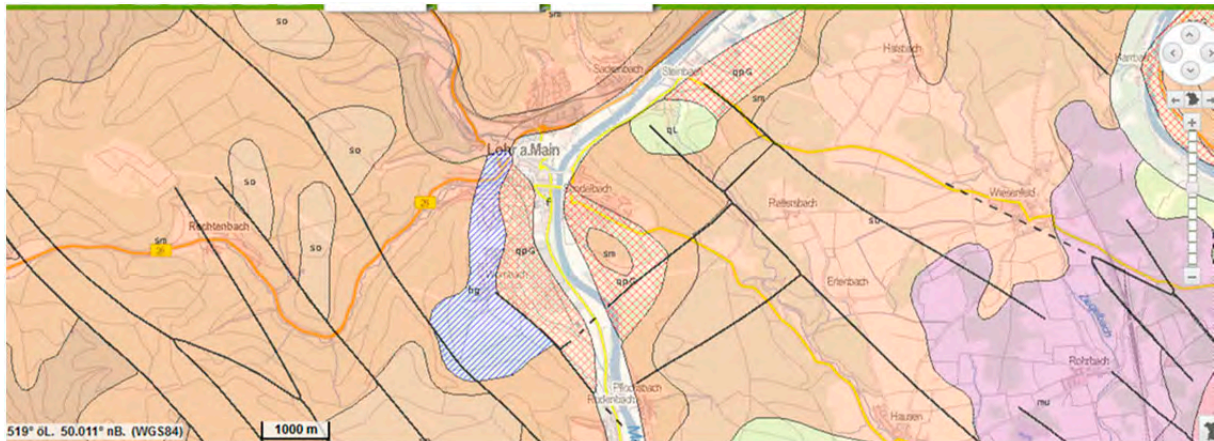


Abbildung 48 – Geologische Karte für Lohr a. Main, Quelle: LfU, 2012¹⁴

Thermische Energiebereitstellung aus Abwärme

Die zwei wesentlichen Quellen für thermische Energie in Form von Abwärme sind zum einen die Industrie/Gewerbe in Lohr a. Main sowie in geringerem Umfang Abwässer, denen thermische Energie entzogen werden kann.

Thermische Energie aus Abwärme von Gewerbe und Industrie

Eine weitere denkbare und voraussichtlich auch gut umsetzbare Alternative ist die Nutzung von Abwärme aus der Industrie im Projektgebiet. Erste Experteninterviews sowie die Auswertung der Daten aus dem Bayerischen Energieatlas zeigen hier ein großes theoretisches Potenzial. Insgesamt werden dort drei Industriebetriebe mit Abwärmepotenzialen aufgeführt.



Abbildung 49 – Auszug aus dem bayerischen Energieatlas mit Darstellung der Standorte von Industrieanlagen mit Abwärmepotenzial, Quelle: <http://www.energieatlas.bayern.de/>, 2013

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Anlagen, wie im Bayerischen Energieatlas genannt, zusammenfassend dargestellt.

¹⁴ qpG: Terrassenschotter und Sand; hg: Hangschutt und -lehm, z.T. auch jungpleistozän - Schutt, z.T. lehmig; F: Ablagerungen im Auenbereich, meist jungholozän, und polygenetische Talfüllung, z.T. würmzeitlich - Mergel, Lehm, Sand, Kies, z.T. Torf; Sm: Mittlerer Bundsandstein - Sandstein, vorwiegend mittel- bis grobkörnig, geröllführend; im O auch Kaolinsandstein

Unternehmen	Wärmeträger	Temperaturbereich (von - bis in °C)	Abwärmemenge (MWh / Jahr)	Abwärmleistung (kW)	Betriebsdauer (Stunden)
Mehling & Wiesmann GmbH	Abluft	193	2.500	300	8.000
Gerresheimer Lohr GmbH	Abluft	25 – 360	47.300	5.400	8.600
OWI GmbH & Co. KG	Abluft	190	700	100	5.760

Tabelle 18 – Abwärmepotenzial aus Industrie im Stadgebiet Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Angaben des bayerischen Energieatlasses 2013.

Auch wenn die oben stehenden Daten aus dem Jahr 2011 stammen, zeigt sich hier deutlich das große theoretische Potenzial von über 50.000MWh thermischer Energie pro Jahr aus der Industrie, wobei das Abwärmepotenzial von Bosch-Rexroth mit ihrem Potenzial in dieser Darstellung noch nicht erfasst ist.

Zur weiteren Quantifizierung des technisch nutzbaren Potenzials wurde ein Workshop durchgeführt. Hierbei wurde festgestellt, dass tatsächlich ein großes Potenzial vorhanden ist, das in jedem Fall weiter untersucht werden soll.

Thermische Energie aus Abwärme aus Abwasser

Prinzipiell kann dem Abwasser thermische Energie entzogen werden. Dies erfolgt analog zu den geothermischen Verfahren, es wird also eine geringe Temperaturdifferenz genutzt, die im Anschluss über eine Wärmepumpe auf ein nutzbares Niveau transformiert wird.

Wärmequelle	Abwassermenge
Kommunale Kläranlage Lohr a. Main	2.387.295 m ³ p.a.

Tabelle 19 – Abwassermengen der kommunalen Kläranlage in Lohr a. Main, Quelle: Bayerischer Energieatlas, 2013.

Ausgehend von den erhobenen Abwassermengen kann nicht davon ausgegangen werden, dass ein größeres Potenzial zur Wärmegegewinnung aus Abwärme nutzbar gemacht werden kann.

Elektrische Energiebereitstellung aus lokalen Quellen

In diesem Abschnitt des Energienutzungsplans werden die Entwicklungsoptionen und Potenziale für den zukünftigen Ausbau Erneuerbarer Energien im Projektgebiet diskutiert.

Erzeugung elektrischer Energie aus regenerativen lokalen Quellen

Die klassischen Verfahren zur Gewinnung elektrischer Energie aus regenerativen Quellen sind Windkraft, Fotovoltaik, Wasserkraft und Biogas. Ergänzend werden in diesem Energienutzungsplan auch die Optionen der elektrischen Energiegewinnung aus Geothermie diskutiert.

Windkraftanlagen (WKA)

Grundlage für die Beantragung bzw. Errichtung von WKAs sind der Regionalplan Region 2 Würzburg sowie die Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) in Bayern vom 20.12.2011 („Bayerischer Windenergieerlass“ Bay. SM). Im Windenergieerlass werden die Gebietskulisse Windkraft beschrieben sowie Vorrang- und Ausschlussgebiete definiert.

Der Regionalplan Würzburg vom 01.12.1985 wurde am 31.07.2012 hinsichtlich der Vorgaben des Windenergieerlasses zur Windkraftnutzung fort geschrieben¹⁵. Im Gebiet Lohr a. Main wird sich ein möglicher Suchraum für Windkraftanlagen auf die bewaldeten Hochlagen des Spessart und auf die Offenlandflächen der Fränkischen Platte erstrecken. Das Maintal und das Lohrtal kommen aufgrund der geringen Windhöufigkeit nicht in Betracht. Aufgrund der in den Regionalplan übernommenen Vorgaben des Energieerlasses sind folgende Gebiete generell als Ausschlussgebiete für WKAs zu betrachten:

- Naturschutzgebiete,
- flächenhafte Naturdenkmäler und geschützte Landschaftsbestandteile sowie
- gesetzlich geschützte Biotop.

Außerdem sind die Europäischen Vogelschutzgebiete (SPA) als regelmäßige Ausschlussgebiete für die Windenergienutzung anzusehen. In den europarechtlich geschützten FFH-Gebieten ist eine Errichtung von WKAs möglich, soweit die Erhaltungsziele nicht beeinträchtigt werden.

Der Regionale Planungsverband erstellt aktuell für den Naturpark Spessart ein Zonierungskonzept, das drei Zonen umfasst (Tabuzonen: von WKA freihalten, Ausnahmezonen: für WKA verträglich, Entscheidungszonen: weiterer Klärungsbedarf). Außer den o.g. Ausschlusskriterien werden dabei weitere Kriterien für die Abgrenzung von Tabuzonen berücksichtigt:

- Fundorte von WKA-relevanten Arten und von Wiesenbrütern,
- Avifaunistisch bedeutsame Rast-, Nahrungs-, Mauser- und Brutplätze sowie Flugkorridore,
- Alle rechtlich festgesetzten Ausgleichs- und Ersatzflächen.

Zudem läuft derzeit über der bayerische Umweltministerium die Erarbeitung einer Methodik zur „Landschaftsbildbewertung“.

Da endgültige Ergebnisse aus den o.g. Untersuchungen noch nicht vorliegen, wird im ENP Lohr a. Main anhand der bislang bekannten Vorgaben eine erste Einschätzung bzgl. der Eignung des Stadtgebietes Lohr a. Main für WKA gegeben. In Abbildung 50 sind die entsprechenden Ausschlussgebiete dargestellt. Demnach verbleiben in Lohr a. Main als Suchräume

- westlich des Mains die bewaldeten Höhenlagen nördlich Sackenbach und südlich Wombach
- sowie östlich des Mains die bewaldeten Höhenlagen und die Offenlandflächen bei Halsbach.

Gemäß dem Windenergieerlass ist bei Naturwaldreservaten, Schutzwäldern (sofern Nachteile für die Schutzfunktionen zu erwarten sind), Erholungswäldern (wenn Erholungsfunktion geschmälert wird) und Bannwald (bei Nichtsicherstellung gleichwertiger Ersatzaufforstung) die waldrechtliche Rodungserlaubnis zu versagen, da zwingende Gründe des öffentlichen Rechts bei Windkraftanlagen im Wald in aller Regel nicht gegeben.

Da das Stadtgebiet Lohr a. Main insgesamt Teil des Naturparks Spessart ist, sind daher alle siedlungsnahen Waldgebiete der Stadt Lohr a. Main voraussichtlich als Ausschlussgebiete anzusehen. Somit würden einzig die Freilandflächen südlich Halsbach in Frage kommen, wobei sich der hier verfügbare Raum aufgrund der zuletzt politisch vorgegebenen Abstandsregelung von rund 2.000 m weiter deutlich einengt.

¹⁵ Änderung des Regionalplanes: Aufhebung des Ziels 3.2 im Kap. BX „Energieversorgung“, Abschnitt 3 „Windkraftanlagen“; Beschluss vom 31. Juli 2012, RPV2

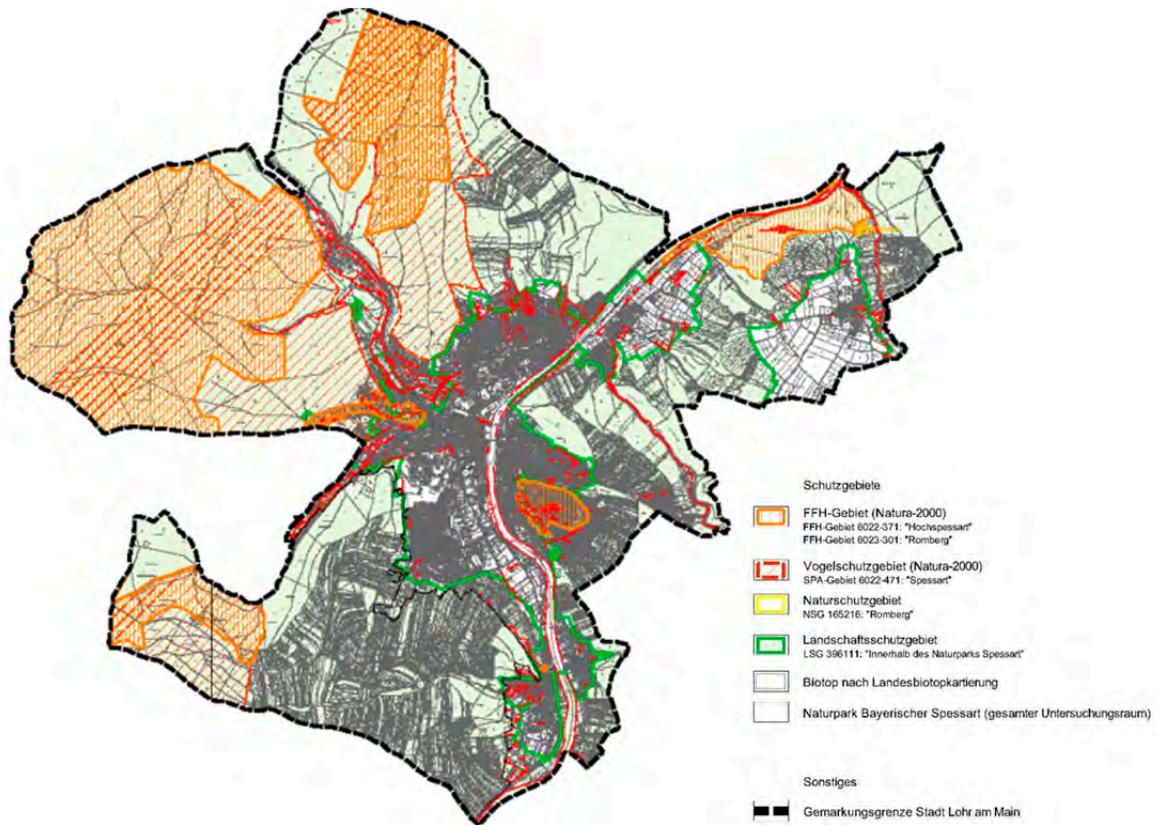


Abbildung 50 – Ausschlussgebiete für Windkraftanlagen, Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.

Fotovoltaik

Für den wirtschaftlich rentablen Betrieb von Fotovoltaikanlagen ist neben anderen Faktoren vor allem die nutzbare Globalstrahlung ausschlaggebend. In der folgenden Abbildung ist eine Gesamtübersicht der Globalstrahlung in Bayern dargestellt.

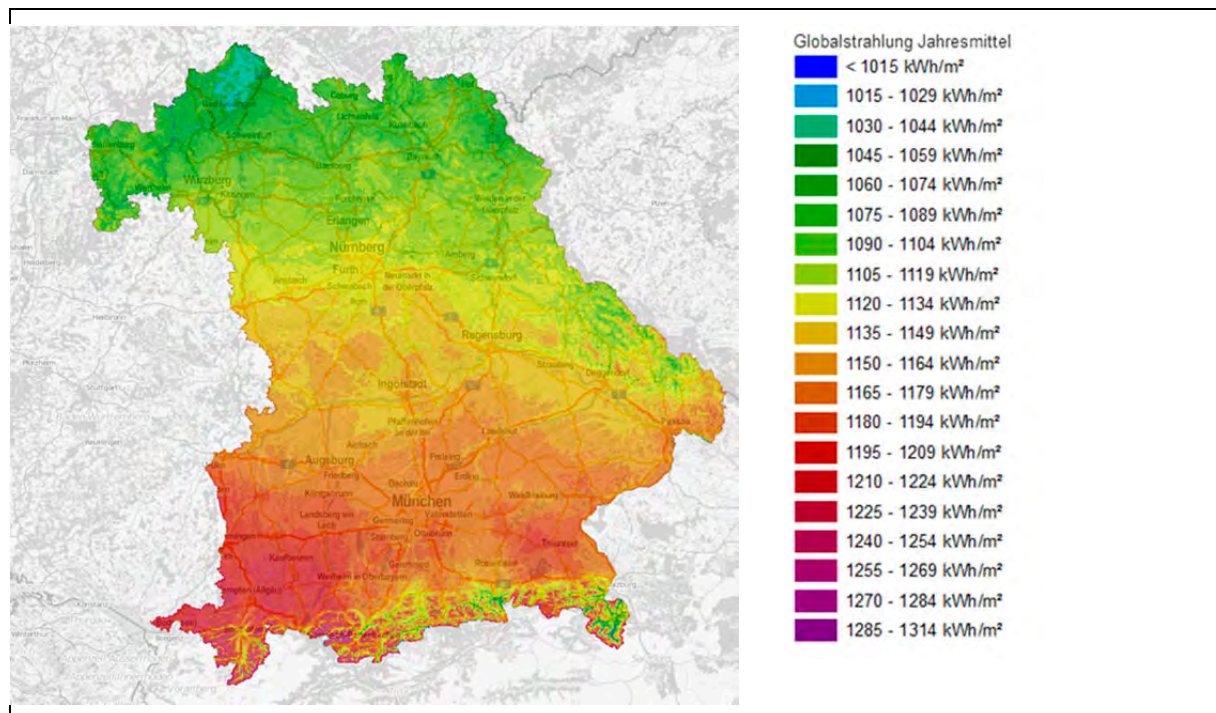


Abbildung 51 a/b – Globalstrahlung im Jahresmittel. Quelle: Bayerischer Energieatlas, 2014

Der Ausschnitt dieser Karte für das Projektgebiet zeigt, dass die Globalstrahlung geringer als in anderen Regionen Bayerns ist.



Abbildung 52 – Ausschnitt aus der Globalstrahlungskarte für die Projektregion. Quelle: Bayerischer Energieatlas, 2013. Legende entsprechend vorheriger Abbildung.

Für die Stadt Lohr a. Main wurden die Globalstrahlungsdaten durch eine Abfrage in der Meteonorm Datenbank ermittelt. Durch Meteonorm wird die Globalstrahlung mit 1.068kWh/m² und Jahr angegeben.

Monat	Einstrahlung	Temperatur
	kWh/m ²	°C
Januar	23,7	1,5
Februar	38,4	2,8
März	75,6	6,0
April	124,2	10,6
Mai	152,4	15,2
Juni	160,5	18,1
Juli	168,2	19,6
August	133,0	19,4
September	96,0	14,8
Oktober	55,2	10,5
November	23,8	5,7
Dezember	17,0	2,1
Summe bzw. Durchschnitt	1068,0	10,5

Tabelle 20 – Einstrahlungsdaten für den Standort Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten von Meteonorm, Schweiz, 2013.

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Fotovoltaik sind die politischen Rahmenbedingungen (konkret die Förderung nach dem EEG), die sich in den letzten Jahren deutlich verändert haben. Diese Änderungen am EEG machen gerade die Implementierung von größeren Fotovoltaikanlagen im Projektgebiet problematisch. Obgleich für Lohr a. Main in jedem Fall ein technisches Potenzial für die Verdoppelung der bereits installierten Anlagen vorliegt, liegen die wirtschaftlichen Potenziale vor dem Hintergrund der aktuell diskutierten EEG-Novellierung deutlich darunter.

Wirtschaftliche Ausbaupotenziale sind unter diesen Voraussetzungen vor allem in den Bereichen

- Kleinanlagen bis 10kWp auf privaten Dächern sowie
- eingeschränkt bei kleineren Gemeinschaftsanlagen

zu sehen. Die Implementierung von größeren Anlagen in Leistungsklassen von 100 bis 300kWp auf Gewerbedächern erscheint zwar denkbar, wird aber immer von Nutzungsart und Betreibermodell abhängig sein.

Wasserkraft

Ein weiterer Ausbau der großen Wasserkraft im Projektgebiet erscheint, dies ist auch ein Ergebnis des kreisweiten Konzepts, unwahrscheinlich. Die bei der großen Wasserkraft bestehenden Potenziale sind faktisch schon gehoben.

Bei der kleinen Wasserkraft gibt es vereinzelt Potenziale für die Reaktivierung bzw. das Repowering bestehender Anlagen. Ob eine Umsetzung jeweils möglich ist, muss in Einzelverfahren geprüft werden.

Biogas und Biomasse aus der Landwirtschaft

Biomassepotenzial Tierhaltung

Entscheidend für die Gewinnung von Biogas aus der Tierhaltung ist das vorhandene Potenzial an Gülle bzw. Mist. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Art und Anzahl der im Projektgebiet gehaltenen Nutztiere.

Tierart	Anzahl
Rinder	351
- davon Milchvieh	60
Schweine (ohne Zuchtsauen)	590
Andere Schweine	490
Schafe	2.150
Pferde	72
Hühner	9.000

Tabelle 21 – Tierhaltung in Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des statistischen Landesamtes Bayern, 2013

In der folgenden Tabelle ist das Biogas- bzw. Energieertragspotenzial dargestellt bei einer 100%igen Gülle- bzw. Mistnutzung aller Nutztiere im Landkreis in einer Biogasanlage.

Tierart	Bestand 2011	GVE / Tier	Biogas (m ³ /Jahr&GVE)	Biogas m ³ /a	Energieertrag in kWh/a
Milchkühe	50,00	0,90	450,00	20.250,00	121.500,00
Schweine	1.000,00	0,15	225,00	33.750,00	202.500,00
Hühner	9.000,00	0,01	800,00	36.000,00	216.000,00
SUMME					540.000,00 kWh/a
entspricht ca.:					54.000,00 l Heizöl
Entspricht bei Verbrauch von ca. 2.500 l Heizöl / Haushalt & Jahr				21	Haushalte

Tabelle 22 – Theoretisches Biogaspotenzial Gülle / Mist aus der Tierhaltung. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013

Einschränkend muss festgehalten werden, dass es sich hierbei nur um das theoretische Potenzial handelt. In der Praxis müssen Einschränkungen in Betracht gezogen werden:

- So können aufgrund der Erfassungs- und Transportprobleme bei Festmist Rinder, Schafe, Pferde vermutlich nicht eingerechnet werden.
- Ohnehin ist fraglich, ob Pferde als Nutztiere i.S.d. EEG angesehen werden können.
- Weiterhin sind die Standorte der landwirtschaftlichen Betriebe über das gesamte Projektgebiet verteilt, was einen sehr hohen logistischen Aufwand zur zentralen Erfassung von Gülle bzw. Festmist bedeutet.

Es ist deshalb nur von einem untergeordneten Potenzial im Bereich Biogas auszugehen.

Biomassepotenzial Pflanzenbau

Energiepflanze Mais

Der Umfang des Maisanbaus im Stadtgebiet liegt bei ca. 30 ha, wobei es sich überwiegend um Futtermais handelt, der siliert und in der Fütterung eingesetzt wird. Der Anbau von Mais ist im Projektgebiet wenig wirtschaftlich aufgrund ungünstiger Standortbedingungen.

Reststoff Stroh aus dem Ackerbau

Die Berechnung des Potenzials an Stroh beruht auf folgenden Annahmen:

- regionalen Hektargetreideertrag von ca. 6t / a
- Korn-Stroh-Verhältnis: 1:1
- Getreideanbau: 300 ha
- Strohertrag / a: 1.800 t
- Heizwert: ca. 4.000kWh / t
- theoretisches Heizwertpotenzial Stroh: 7.200.000 kWh

Auch hier müssen Einschränkungen gemacht werden: Stroh ist im Vergleich zu anderen erneuerbaren Quellen wie z.B. Holz ein deutlich anspruchsvollerer Brennstoff mit höheren Emissionsanforderungen und teurerer Technik (1,5 bis 2-fach). Zudem erfolgt die Verwertung von Stroh bislang überwiegend innerbetrieblich bzw. in der Region mit einem hohen Anteil an Tierhaltung mit Strohbedarf wie Mutterkuh-, Pferde- oder Schafhaltung. Weiterhin ist der Humusaufbau im Ackerbau aufgrund der schlechten Bodenstruktur sehr wichtig, weswegen nicht in der Tierhaltung benötigtes Stroh wieder in den Acker eingearbeitet wird.

Insgesamt ergibt sich ein sehr geringes Potenzial zur energetischen Verwertung von Stroh.

Biomasse aus Dauergrünland

Im Projektgebiet gibt es ca. 650 ha Grünland. Bei einem durchschnittlichen Grünmasseertrag von ca. 20t/ha (Durchschnitt aller Grünlandflächen) erntefrische Masse mit 18% TM ergibt sich ein theoretischer Gesamtertrag von ca. 13.000t FM / a.

Tierart	Tierbesatz	GVE / Tier	Tierbesatz in GVE	Angenommener Gras- / Heubedarf pro Jahr	
				je GVE in t	Gesamt in t
Milch- & Mutterkühe	410	1,2	492	13,3	6.543
Schafe	2.150	0,1	215	12,8	2.752
Pferde	72	1,1	79	12,2	966
Summe Bedarf					10.261
Theoretischer Gesamtertrag					13.000
Differenz ca.					3.000

Tabelle 23 – Raufutterbedarf für die Tierhaltung, Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.

Stellt man dem theoretischen Gesamtertrag den Raufutterbedarf für die Tierhaltung gegenüber, ergibt sich eine Differenz von ca. 3.000 t bzw. rund 150 ha/a, die für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehen könnten. Dies entspräche bei einem Biogasertrag von ca. 4.500 m³/ha und Jahr aus Grünland einem theoretischer Energieertrag in von ca. 27.000 kWh/a, was ungefähr 2.700 l Heizöl entspricht.

Elektrische Energie aus Holz

Es gibt unterschiedliche Ansätze für die Gewinnung elektrischer Energie aus Biomasse. Neben der mittlerweile schon klassischen Biogastechnik kann auch Holz vergast und das Prozessgas anschließend in einem Blockheizkraftwerk umgesetzt werden.

Dies würde jedoch voraussetzen, dass die bisher noch ungenutzten Potenziale im Kleinprivatwald gehoben werden. Wie bereits oben ausgeführt, ist dies jedoch mit einem erheblich höheren Aufwand verbunden, als die klassische Holzernte. Hinzu kommt, dass neben dem theoretisch denkbaren Potenzial fraglich ist, ob vor dem Hintergrund der aktuellen Gesetzeslage ein wirtschaftliches Potenzial besteht.

Geothermie zur elektrischen Energieerzeugung

Bei geothermischen Verfahren zu Energiebereitstellung muss zwischen solchen Verfahren unterschieden werden, bei denen thermische Energie erzeugt wird und solchen, bei denen elektrische Energie das Prozessergebnis ist. An dieser Stelle wird auf die Verfahren eingegangen, bei denen elektrische Energie erzeugt wird. Das bekannteste Verfahren ist dabei das Hot-Dry-Rock-Verfahren zur Nutzung der im Erdkörper enthaltenen Erdwärme aus einer Tiefe zwischen 3.000 und 6.000 Metern.

Das HDR Verfahren beruht auf dem Betrieb eines Wärmetauschers zwischen zwei Bohrlöchern. Dabei wird in das eine Bohrloch Wasser mit hohem Druck (bis zu 150bar) eingepresst. Dieses Wasser weitet die im Gestein vorhandenen Risse auf. Durch den Zugewinn an "Oberfläche" im Gestein wird ein Wärmeübertrager zwischen den Bohrlöchern geschaffen. Im Betrieb wird durch ein Bohrloch kaltes Wasser in das System gepumpt und an der anderen Bohrung wieder entnommen. Auf seinem Weg durch die aufgedrückten Gesteinsschichten nimmt dieses Wasser zum einen thermische Energie auf und unter Umständen auch Tiefenwasser. Das erwärmte Wasser wird an die Oberfläche gebracht und treibt dort eine Turbine an, mit der elektrische Energie erzeugt wird.

Das erste große HDR-Projekt in Europa entstand in Soultz-sous-Forêts (Elsass). In einem viermonatigen Test erbrachte 1997 der dort geschaffene Wärmeübertrager von mindestens drei Quadratkilometern heißes Wasser

mit einer Temperatur von 142 °C. Inzwischen wurden die Bohrungen auf über 5.000 m vertieft, um ein Temperaturniveau von 200 °C zu erreichen. Damit ließe sich dann ein erstes Kraftwerk mit einer Dampftemperatur von ca. 180 °C als wissenschaftliche Pilotanlage zur Stromerzeugung betreiben¹⁶.

Auf das Projektgebiet bezogen ergibt sich die Fragestellung, ob vergleichbare Verfahren dort ebenfalls erfolgreich anwendbar wären. Wie in Abbildung 53a dargestellt, befindet sich vor allem im Süden Bayerns ein entsprechendes Band, in dem HDR Verfahren ggf. sinnvoll genutzt werden können.

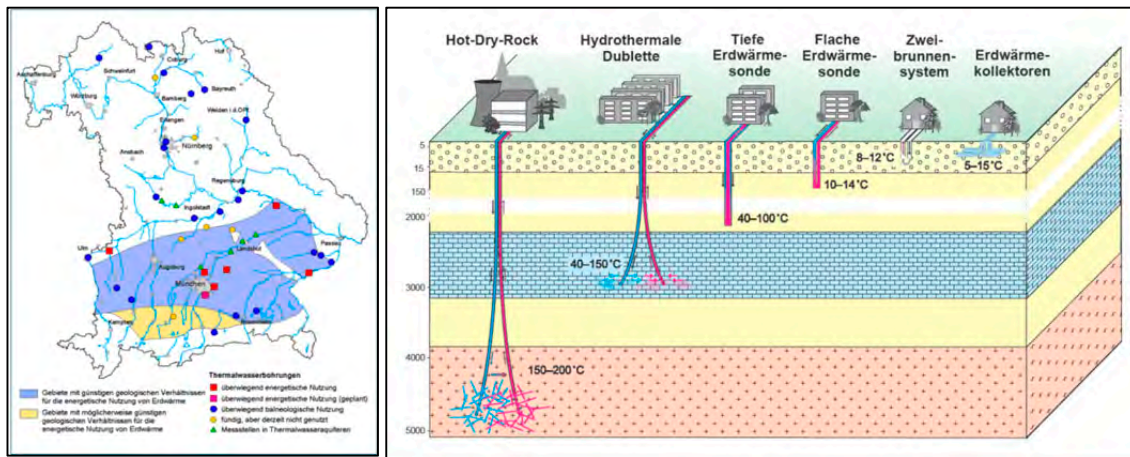


Abbildung 53 – Übersichtskarte Potenziale energetische Nutzung Geothermie in Bayern und Nutzungsverfahren, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe, 2013

Der in der folgenden Abbildung dargestellte Vertikalschnitt von Donauwörth nach Rosenheim führt durch dieses "bevorzugte Band" aus der obigen Abbildung und zeigt die Temperaturprofile im Erdreich auf.

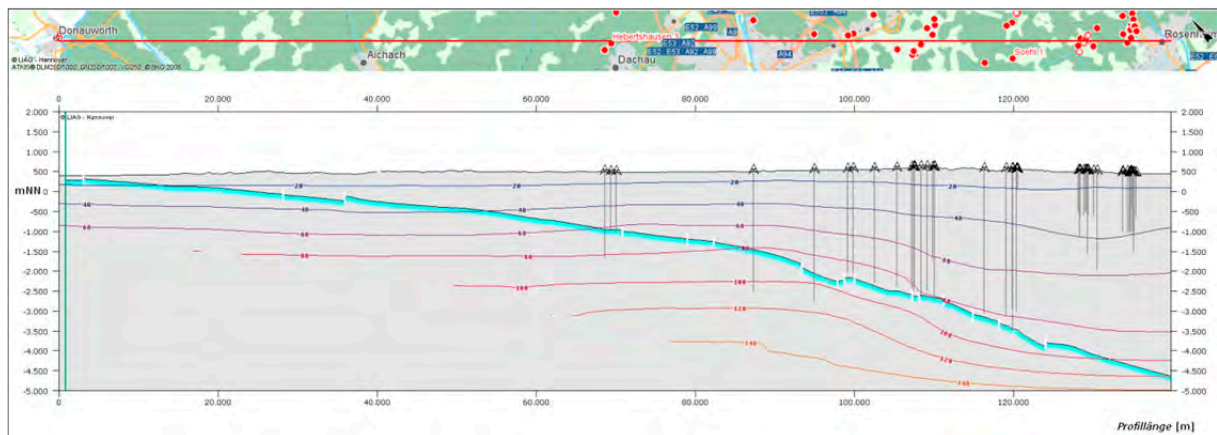


Abbildung 54 – Vertikalschnitt Donauwörth Rosenheim, LIAG Hannover, abgerufen November 2013

Zwischen Dachau und Rosenheim sind demnach Temperaturen von bis zu 140°C erreichbar, allerdings in Tiefen von ca. 5.000m.

In dem Vertikalschnitt sind auch die vorhandenen Bohrungen mit der jeweiligen Bohrtiefe dargestellt (auf der Karte als rote Punkte vermerkt). Gut zu erkennen ist die hohe Dichte an Bohrungen speziell im Bereich zwischen Dachau und Rosenheim.

Für das Projektgebiet wurde ein vergleichbarer Vertikalschnitt angefertigt (vgl. Abbildung 554). Dieser Vertikalschnitt führt von Heinrichsthal über Lohr a. Main nach Karlstadt und weiter nach Geiselwind.

¹⁶ Quelle: Wikipedia

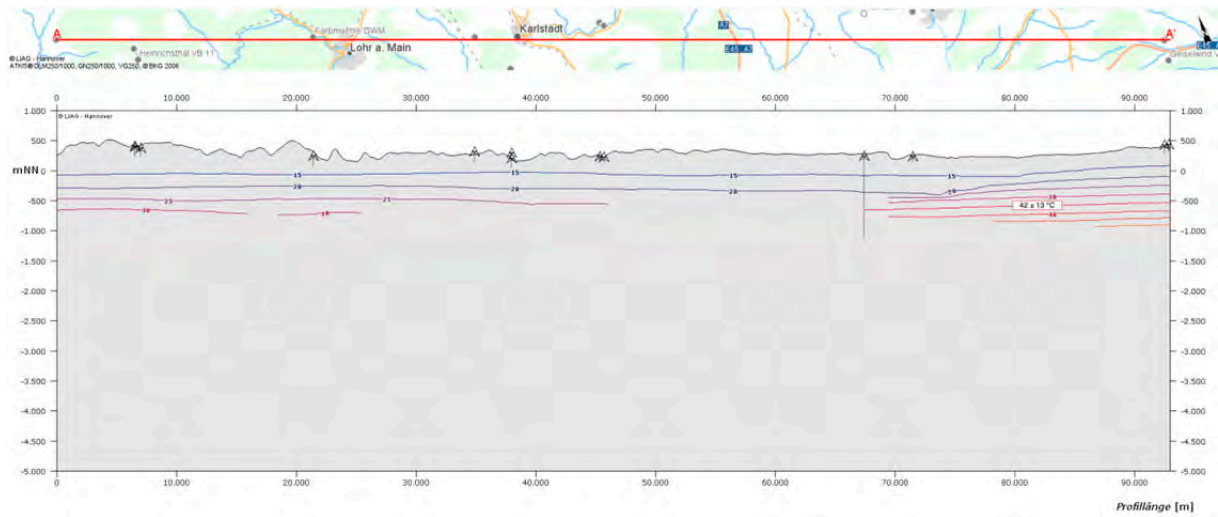


Abbildung 55 – Vertikalschnitt Heinrichsthal – Lohr a. Main – Karlstadt - Geiselwind, LIAG Hanover, abgerufen November 2013

Die erreichbaren Temperaturprofile sind, wie außerhalb des in Abbildung 53 dargestellten Bandes zu erwarten, nicht besonders hoch. Im Rahmen dieser Ausarbeitung wird deshalb davon ausgegangen, dass geothermische Verfahren zur Erzeugung elektrischer Energie im Projektgebiet nicht zielführend eingesetzt werden können. Dementsprechend ist das Potenzial für die geothermische elektrische Energieerzeugung zu bewerten.

Optionen für Energieeffizienz und -einsparung

Neben der Erzeugung regenerativer Energie aus lokalen Quellen kommt der Energieeffizienz als zweite wichtige Säule eine mindestens ebenso große Bedeutung zu. Die bestehenden Potenziale für Energieeffizienz und Energieeinsparung sowohl im wohnwirtschaftlichen als auch im gewerblichen Bereich sind noch lange nicht ausgeschöpft.

Energieeffizienz im wohnwirtschaftlichen Bereich

Wie bereits dargestellt, ist vor allem der Gebäudebestand aus den Bauzeitaltern vor 1970 für den thermischen Energieverbrauch im wohnwirtschaftlichen Bereich ausschlaggebend. Gleichzeitig besteht hier eines der größten Potenziale für die Energieeinsparung.

Für Lohr a. Main gilt, wie auch für andere Städte, dass die Bereitschaft für die Sanierung des Gebäudebestands nicht in jedem Fall gegeben ist. Obwohl also die Möglichkeiten zur Information und Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen zur Verfügung stehen, gibt es Hinderungsgründe, welche die Umsetzung dieser Maßnahmen offensichtlich behindern.

Handel, Gewerbe, Dienstleistung und Industrie

Das Einsparpotenzial bei Industrie und Gewerbe im Bereich Prozesswärme ist beträchtlich. Vom deutschen Prozesswärmeverbrauch von jährlich rd. 400 Mrd. kWh könnten nach wissenschaftlichen Studien kurzfristig mindestens 30 Mrd. kWh (7,5%) wirtschaftlich eingespart werden, wovon geschätzt mindestens 6 Mrd. kWh (20%) auf Bayern entfallen. Dieses Einsparpotenzial wird zum Teil aus Unkenntnis, zum Teil mangels ökonomischer Anreize derzeit nur zu geringen Teilen umgesetzt.

In der Beratungspraxis hat sich gezeigt, dass Einsparpotenziale, die mit Investitionen verbunden sind, von Industrie, Handel, Dienstleistung und Gewerbe nur zögerlich angenommen werden. Sehr häufig wird angegeben, dass die unklare zukünftige wirtschaftliche Entwicklung die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen behindert oder nur solche Maßnahmen umgesetzt werden, die sich innerhalb sehr kurzer Zeiträume (kleiner 3 Jahre) rechnen.

Zusammenfassung Potenzialanalyse Energieeffizienz

Ogleich sowohl im wohnwirtschaftlichen Sektor als auch bei Handel, Gewerbe, Dienstleistung und Industrie große Potenziale für Energieeffizienzmaßnahmen vorhanden sind, werden diese nur zögerlich oder unzu-

reichend umgesetzt. Dies kann in vielen Fällen auf mangelnde Information und Motivation was die Gestaltungs- und Förderungsmöglichkeiten einerseits und die mittlerweile vorhandene Technik andererseits zurückgeführt werden. Hinzu kommt speziell im Umfeld von Industrie und Handwerk die momentane Verunsicherung wegen der unklaren wirtschaftlichen Lage und Zukunftsentwicklung, so dass Maßnahmen, die keinen unmittelbaren kurzfristigen "Return of Investment" mit sich bringen, nicht angestoßen werden.

Zusammenfassung der Potenziale

Tatsächliche Potenziale liegen in Lohr a. Main in den Bereichen:

- Fotovoltaik (optimiert auf Eigenverbrauch, vgl. Maßnahmenvorschläge)
- Abwärmenutzung aus Industrieprozessen (vgl. Maßnahmenvorschläge)
- Energieeffizienz in allen Bereichen (vgl. Maßnahmenvorschläge)
- Mobilität (hier Wandel hin zur Elektromobilität, vgl. Maßnahmenvorschläge)

TEIL 3: MAßNAHMEN

Maßnahmen und Maßnahmenbereiche

An welchen Stellen ist die Stadt Lohr a. Main in welcher Intensität handlungsfähig? Welche Projekte kann die Stadt selbst umsetzen und bei welchen Projekten sind Kooperationen oder die Motivation Dritter der erfolgversprechendere Ansatz? Diesen Fragestellungen gehen die folgenden Kapitel nach.

Mögliche Projektauswahlkriterien

Welche Maßnahmen sollen zuerst umgesetzt werden und welche Partner sind für die Umsetzung notwendig oder wünschenswert? Letztlich können alle in diesem Energienutzungsplan vorgeschlagenen Maßnahmen in verschiedene Kategorien eingeordnet werden. Eine mögliche Kategorisierung orientiert sich dabei am Kreis der handelnden Personen bzw. Institutionen. Eine andere Art der Kategorisierung kann beispielsweise danach erfolgen, welche Ressourcen, Prioritäten und regulatorischen Aspekte berücksichtigt werden müssen. Schlussendlich kann auch nach Potenzialen, Projekten und Akteuren, welche die jeweiligen Projekte umsetzen, sortiert werden.

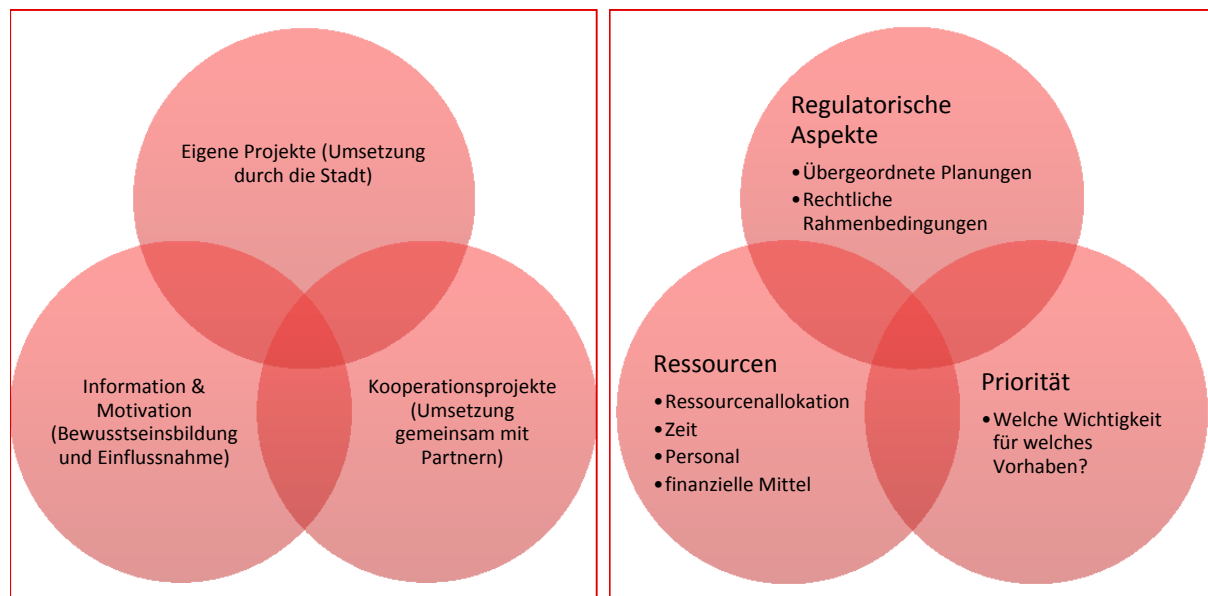


Abbildung 56 – Mögliche Projektauswahlkriterien. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.

Wichtig ist, dass sich aus dem Energienutzungsplan Projekte entwickeln. Ein zielführender Ansatz dafür ist es, sich an den Potenzialen im Projektgebiet zu orientieren, diese mit den Maßnahmenvorschlägen bzw. bestehenden Projektansätzen zu untersetzen und die für die Umsetzung passenden Akteure zu identifizieren.

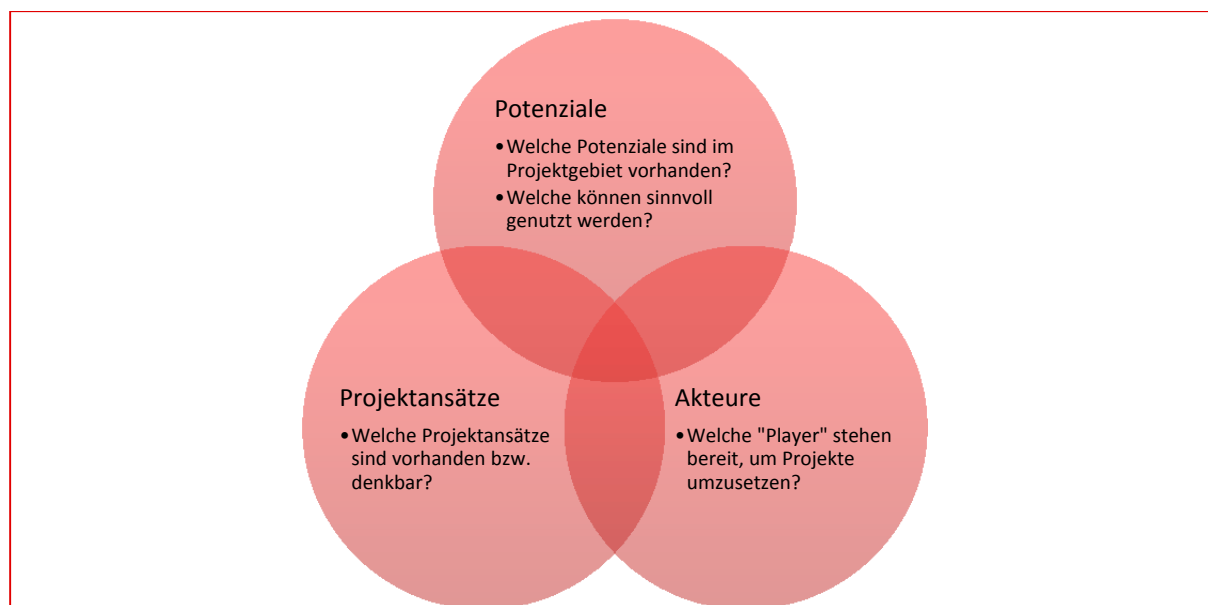


Abbildung 57 – Projektauswahl nach Potenzialen, Maßnahmenvorschlägen bzw. Projektansätzen und Akteuren im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.

Sicherlich gibt es auch Projekte, bei denen eine eindeutige Entscheidung nicht von vorneherein getroffen werden kann. Ausschlaggebend wird deshalb sein, welche Prozesse die Stadtverwaltung initiieren kann, d.h. welche Impulse von ihr ausgehen können, um Projekte anzustoßen, Akteure zu gewinnen und die vorhandenen Potenziale erfolgreich zu nutzen.

Überblick Projekte und Maßnahmen

Ausgehend von der oben beschriebenen Aufgabenstellung, den während des Erstellungsprozesses erhobenen Potenzialen sowie den Projektauswahlkriterien, haben wir an dieser Stelle eine Liste möglicher Maßnahmen zusammengestellt, bei denen zum einen von einer großen Umsetzungswahrscheinlichkeit und zum anderen von einer möglichst großen Wirkung auszugehen ist.

Einige Projektvorschläge zielen darüber hinaus auf eine interkommunale Zusammenarbeit ab. Dies ist zum Beispiel bei Vorhaben zur Mobilität, aber auch zur energetischen Nutzung von Biomüll der Fall.



Abbildung 58 – Querschnittsziel Prozesssteuerung und Handlungsfelder für den Energienutzungsplan. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.

Wie in Abbildung 58 dargestellt, wird es notwendig sein, die im Folgenden vorgeschlagenen Maßnahmen nicht nur als Einzelmaßnahmen zu begreifen, sondern in einem Querschnittsprojekt für die Prozesssteuerung und das Prozessmanagement in „Sachen Energie“ zu verankern. Dieser Querschnittsprozess soll dazu dienen, innerhalb der Verwaltung „Energie zum Thema“ zu machen und über die Fachabteilungen hinaus auch externe Akteure und Experten einzubinden.

Querschnittsprojekt „Prozesssteuerung und –management“

Um das Thema „Energie“ weiter voranzubringen, erachten wir es als zielführend innerhalb der Verwaltung einen entsprechenden Querschnittsprozess zu implementieren, der die Fachabteilungen zusammenführt und an dem auch externe Akteure teilnehmen.

Thermische Energie

- ▶ Energiedatenmanagement und –controlling der öffentliche Gebäude
- ▶ Sanierungsfahrplan öffentliche Gebäude
- ▶ Dämmoffensive öffentliche Gebäude
- ▶ Wärmenetze
- ▶ Biomassefeuerung
- ▶ Abfallnutzung --> Landkreis-Projekt
- ▶ Landschaftspflegematerial --> Landkreis-Projekt
- ▶ Abwärmenutzung aus Industrieprozessen

Elektrische Energie

- ▶ Straßenbeleuchtung
- ▶ Gebäudebeleuchtung (öffentliche Gebäude)
- ▶ Lokale Energiespeicherung
- ▶ Energiegewinnung aus regenerativen Quellen (Fotovoltaik)

Mobilität

- ▶ ÖPNV
- ▶ Elektromobilität
- ▶ Solarcarports

Information, Motivation & Kommunikation

- ▶ Dämmoffensive private Gebäude
- ▶ Informations- und Kommunikationskampagne Bürger
- ▶ Aktivierung bürgerschaftliches Engagement
- ▶ Bürgergeld
- ▶ Round-Table-Energie
- ▶ Umweltbericht wird zu Umwelt- und Klimabericht

Tabelle 24 – Querschnittsprozess Energie und Maßnahmenvorschläge in den Handlungsfeldern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.

Dieser Querschnittsprozess führt auch die Maßnahmen in den Handlungsfeldern „Thermische Energie“, „Elektrische Energie“, „Mobilität“ sowie „Information, Motivation & Kommunikation“ zusammen.

Maßnahmenvorschläge

Wie bereits oben ausgeführt, bestehen für die Stadt Lohr a. Main unterschiedliche Handlungskorridore. Mit dem „Wissen“ kommt an dieser Stelle ein weiterer Faktor hinzu, der für eine Projektentscheidung maßgebend ist. Manche Techniken und Technologien sind bereits gut am Markt etabliert und bedürfen weniger Erläuterungen. Andere Technologien hingegen sind am Markt noch nicht besonders etabliert oder deutlich komplexer, weshalb die Erläuterungen zu diesen Themengebieten differenzierter ausfallen. Der Umfang, mit denen die einzelnen Maßnahmenvorschläge in diesem Energienutzungsplan vorgestellt werden, stellt deshalb keine Priorisierung der Einzelmaßnahmen dar.

Aufteilung der Handlungsfelder

„Energie“ wird für Mobilität, Heizung und als elektrische Energie benötigt. Daraus abgeleitet ergeben sich die im Folgenden bearbeiteten Handlungsfelder.

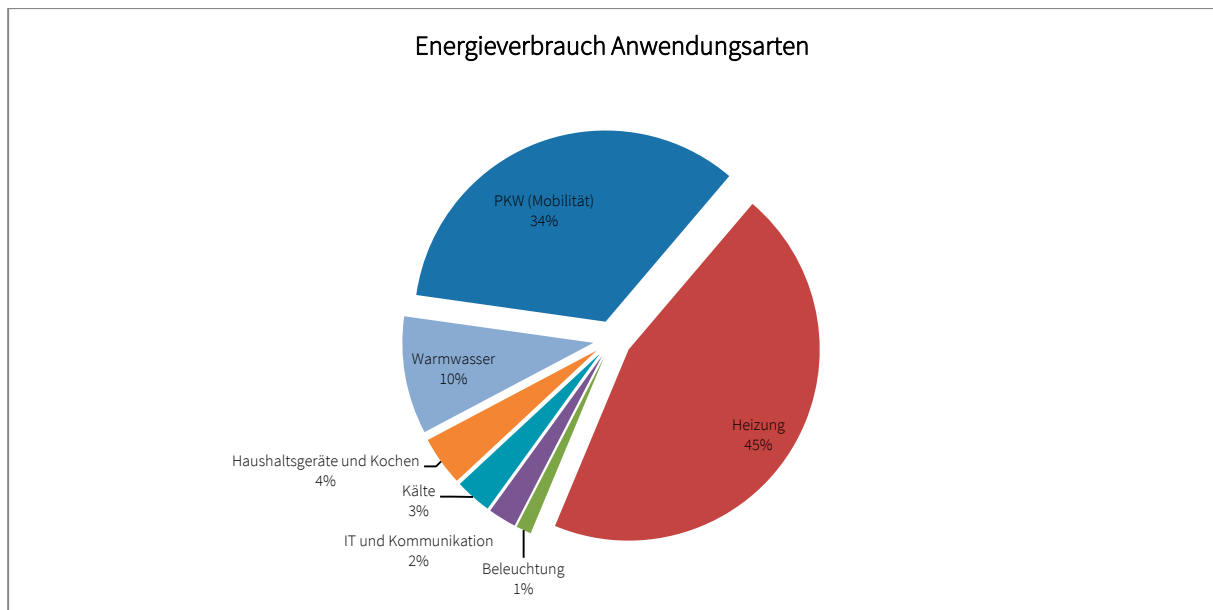


Abbildung 59 – Energieverbrauch nach Anwendungsarten (Privathaushalt)

Angesichts der in Abbildung 59 dargestellten Bereiche kommt neben der lokalen Erzeugung erneuerbarer Energie ein wesentlicher Schwerpunkt der Energieeffizienz zu.

Handlungsfeld „Thermische Energie“

Einem möglichst effizienten Energieeinsatz bei der thermischen Energiebereitstellung und -nutzung kommt eine wichtige Rolle innerhalb des Energienutzungsplans zu, weil

- hier die größten Einsparpotenziale vorhanden sind,
- mit der thermischen Energiebereitstellung große klimarelevanten Emissionen einher gehen,
- die verwendeten Energieträger nur selten aus dem lokalem Umfeld stammen und deshalb importiert werden müssen und
- sich hier lokale Wertschöpfungspotenziale ergeben können.

Der Stadtverwaltung fällt bei diesem Handlungsfeld eine Sonderrolle zu, da dieser neben der Erschließung von Effizienzpotenzialen bei eigenen Gebäuden auch eine Vorbildrolle zukommt, die die Bürgerinnen und Bürger zur Umsetzung von Energiesparmaßnahmen motivieren kann.

Maßnahmen für Liegenschaften der Stadt Lohr a. Main

Über 90 Einzelimmobilien bzw. Immobilienkomplexen befinden sich im Eigentum der Stadt Lohr a. Main und werden von dieser bewirtschaftet und/oder verwaltet. Der Sanierungsstand und die Sanierungsplanung für diese Gebäude ist unterschiedlich weit vorangeschritten.

In den Gesprächen mit den Ansprechpartnern der Stadtverwaltung wurde deutlich, dass eine einheitliche Sanierungsstrategie mit Priorisierung der notwendigen Maßnahmen als wünschenswert und zielführend angesehen wird.

Abgeleitet daraus zielen die ersten drei Maßnahmen im Handlungsfeld „Thermische Energie“ darauf ab,

- ein durchgängiges Energiedatenmanagement und -controlling für die kommunalen Liegenschaften einzuführen,
- einen Sanierungsfahrplan für die kommunalen Gebäude zu entwickeln und
- die Effizienzpotenziale durch die Vorbereitung und Durchführung einer Sanierungsoffensive für öffentliche Gebäude zu erschließen.

Einführung eines durchgängigen Energiedatenmanagements und -controllings

Mit 112 Einzelliegenschaften ist ein großer Aufwand bei Bewirtschaftung und Verwaltung verbunden (vgl. Anhang 1 - Aufstellung aller kommunalen Liegenschaften). Hinzu kommt eine heterogene Nutzungsstruktur. Von gewerb-

licher Nutzung über Mischformen bis zum wohnwirtschaftlichen Bereich sind die unterschiedlichsten Nutzungsarten vorhanden.

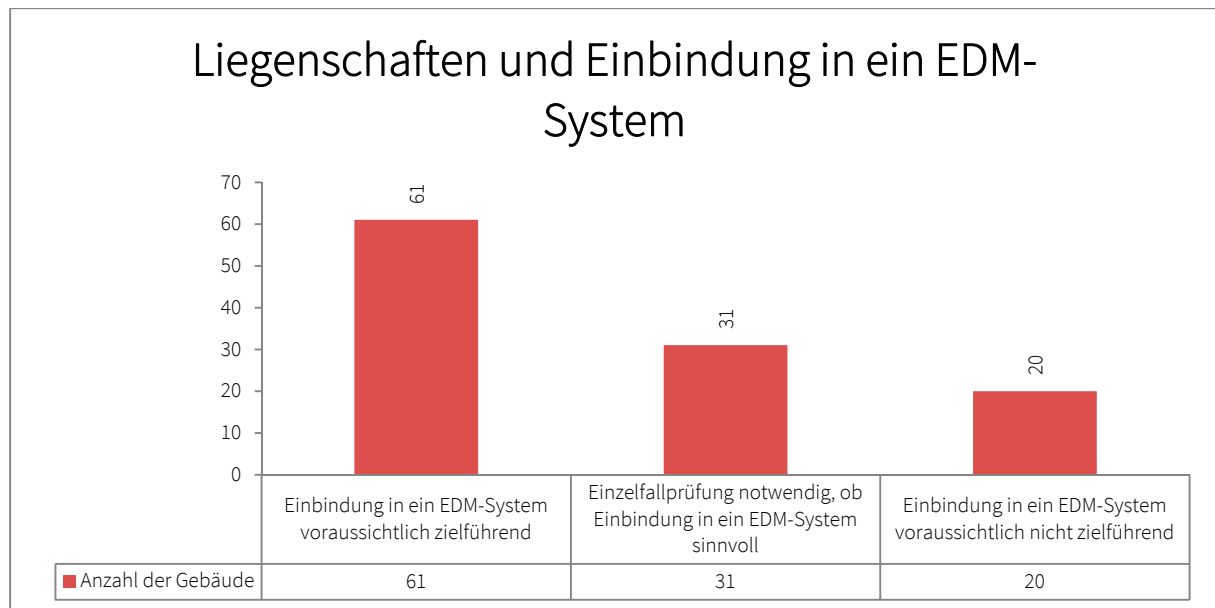


Abbildung 60 – Aufteilung der Liegenschaften nach voraussichtlicher Eignung für die Einbindung in ein EDM-System. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014;

Bei einem Großteil der Liegenschaften ist die Einführung eines durchgängigen Energiedatenmanagement-Systems (EDM-System) voraussichtlich zielführend, da die Nutzungsart (z.B. wohnwirtschaftliche Nutzung, Mischnutzung aus Wohnwirtschaft und Gewerbe, aber auch Schulen oder Gebäude für Vereine) klare Vorteile beim Einsatz eines solchen Systems verspricht. Weitere Informationen zu diesem Thema haben wir in dem Kapitel „M1 Einführung Energiedatenmanagement“ zusammengestellt.

Entwicklung eines Sanierungsfahrplans für die öffentlichen Gebäude

Wie schon oben ausgeführt, verwaltet und bewirtschaftet die Stadt Lohr a. Main eine Vielzahl von Gebäuden bzw. Gebäudekomplexen die auf unterschiedlichste Weise genutzt werden.

Bisher wurden Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen vor allem dann durchgeführt, wenn sich die akute Notwendigkeit dazu ergab. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass gerade in diesem Bereich noch ein großes Potenzial für Energieeffizienzmaßnahmen und die damit verbundenen möglichen Einsparungen liegt. Ein Sanierungsfahrplan, in dem Festlegungen zu Zielen und Prioritäten für die Umsetzung der einzelnen Sanierungsmaßnahmen oder Maßnahmenkombinationen vor dem Hintergrund der Energieeffizienz und den erzielbaren wirtschaftlichen Einsparungen zusammengestellt ist, existiert derzeit noch nicht. Die notwendigen Schritte und Maßnahmen für einen solchen Sanierungsfahrplan sind im Kapitel "M2 Sanierungsfahrplan" zusammengefasst.

Vorbereitung und Durchführung der Sanierungsoffensive für öffentliche Gebäude

Nachdem im Rahmen des Sanierungsfahrplans die Effizienzpotenziale ermittelt wurden, muss im nächsten Schritt die Umsetzung im Detail geplant und überwacht werden. Der Fokus liegt dabei vor allem auf den langfristigen zu erzielenden Effizienzpotenzialen, die sich aus dem umfangreichen Gebäudebestand ergeben. Weitere Informationen hierzu sind im Kapitel „M3 Sanierungsoffensive“ zusammengestellt.

M1 Einführung Energiedatenmanagement

Maßnahmen zur Einführung eines durchgängigen Energiedatenmanagements und -controllings für die öffentlichen Gebäude der Stadt Lohr a. Main

Mit einem automatisierten Energiedatenmanagement wird eine wichtige Grundlage für ein durchgängiges und einheitliches Controlling bei den kommunalen Liegenschaften geschaffen. Dieses umfasst nicht nur energierelevante Faktoren wie Strom- oder Gasverbrauch, sondern auch die Verbrauchswerte anderer Medien wie Brauch- oder Warmwasser. Das Ziel des Energiecontrollings ist dabei, zum einen die Kosten für die Energiebeschaffung

zu senken und zum anderen den Energieverbrauch insgesamt zu senken. Auf der Grundlage der erhobenen Daten können Einzelmaßnahmen oder komplexe Sanierungsvorhaben vor der Fragestellung wirtschaftlicher Aspekte wesentlich besser beurteilt werden, da die Nutzungs- und Energieverbrauchshistorie der jeweiligen Liegenschaft wesentlich besser eingeschätzt werden kann.

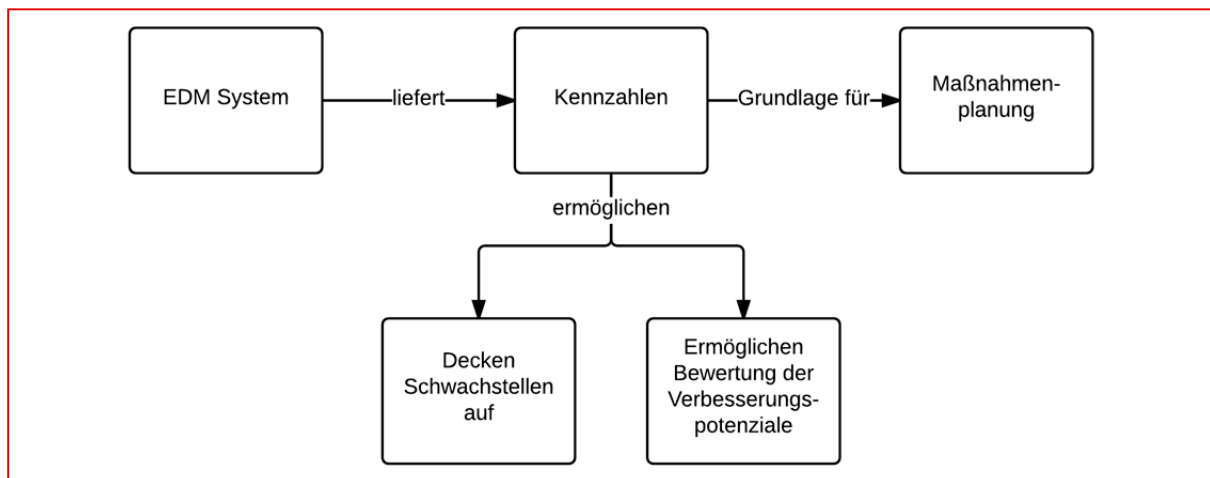


Abbildung 61 – EDM-System als Grundlage für die Maßnahmenplanung. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014

Darüber hinaus ergibt sich aus der kontinuierlichen Datenaufzeichnung ein weiterer wichtiger Vorteil: Störungen oder Fehlbenutzungen können wesentlich früher erkannt und behoben werden. Korrekturmaßnahmen wie die Heizungsabsenkung in den Schulferien können genauso überwacht werden wie ein dauerhaft hoher Wasserverbrauch, der ggf. auf einen Leitungsschaden oder eine Fehlfunktion zurückzuführen ist.

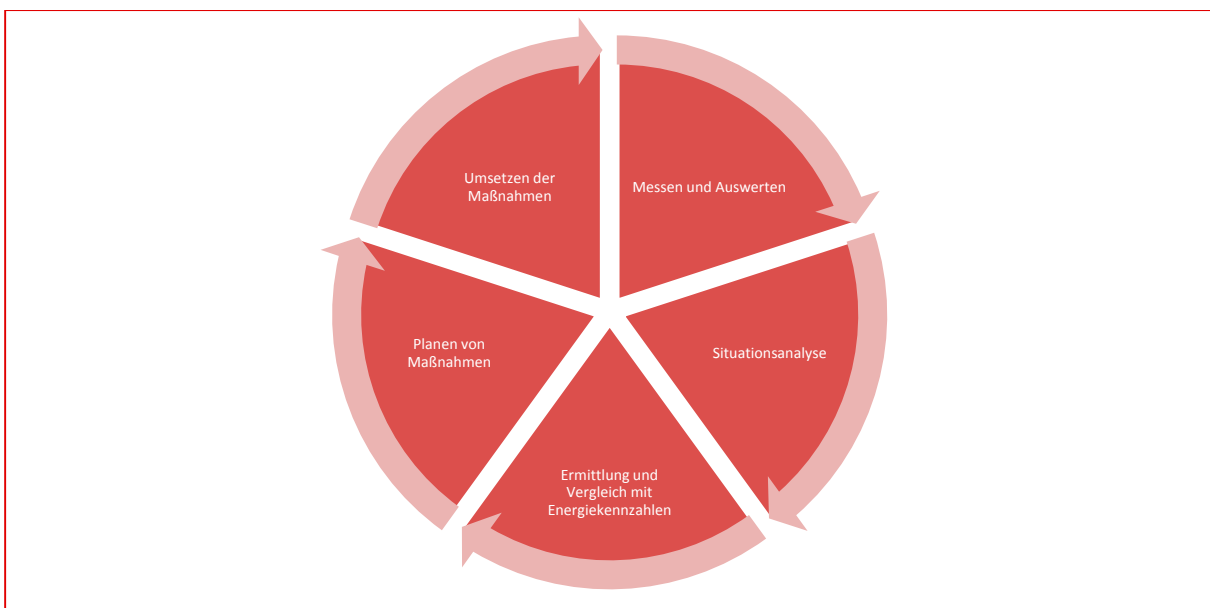


Abbildung 62 – Energiecontrolling – von der Erfassung über die Planung bis zur Erfolgskontrolle. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014;

Dem EDM-System kommt darüber hinaus die Rolle eines Schlüsselfaktors für einen kontinuierlichen Verbesserungs- bzw. Effizienzprozess zu. Nur mit einer klaren Datenbasis kann der Erfolg bereits durchgeführter Effizienzmaßnahmen gemessen und die Effektivität geplanter Effizienzmaßnahmen verlässlich abgeschätzt werden.

Darüber hinaus kann ein EDM-System die zentrale Schnittstelle hin zu einem Umweltmanagement, einem Qualitätsmanagement, sowie dem Klimaschutzmanagement und dem Facilitymanagement sein.

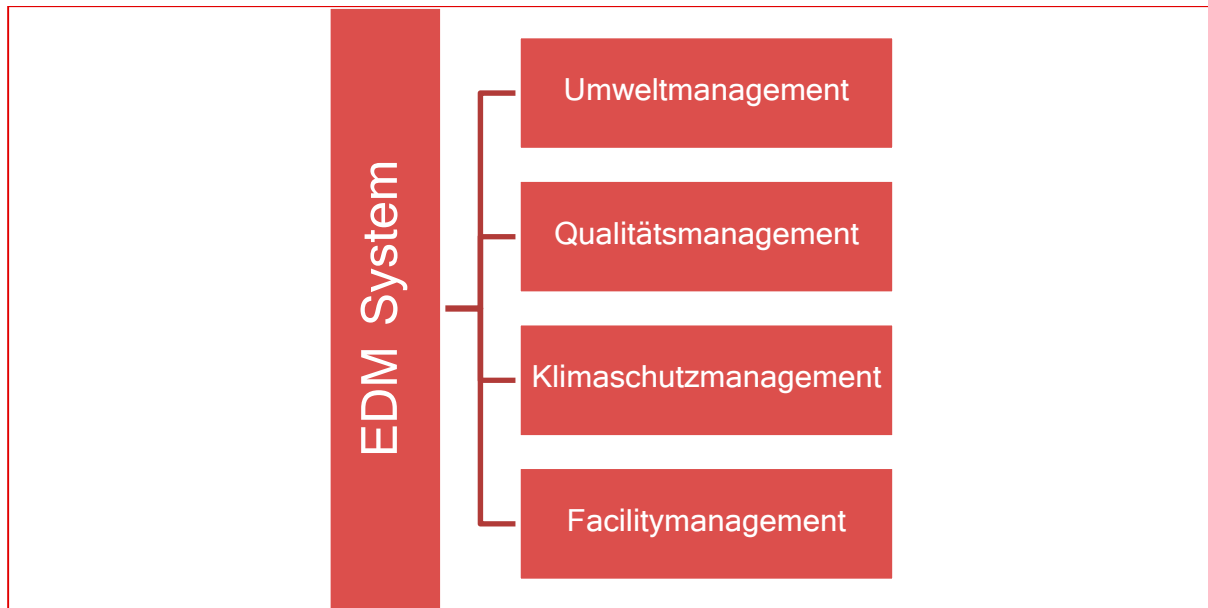


Abbildung 63 – EDM System im Kontext. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.

Gemeinsam mit den anderen, in diesem Energienutzungsplan vorgeschlagenen Maßnahmen, können sich Synergieeffekte im Bereich der Kommunikation und Motivation ergeben. Beispielsweise dann, wenn die Erfolge aus Sanierungsmaßnahmen bei den öffentlichen Gebäuden mit belegbaren Daten und Zahlen unterlegt werden können und damit auch bei den Bürgerinnen und Bürgern die Motivation für Energieeffizienzmaßnahmen steigern.

Schrittweise Einführung des Energiedatenmanagements und -controllings

Die Energieanalyse auf Basis konkreter Messdaten der Energieverbräuche liefert die Grundlage für die Zieldefinition von Energiebedarf, Energiekosten und geplanter Reduktion des Energieverbrauchs.

Durch die als ersten Schritt durchgeführte Energieanalyse gewinnt die Stadt Lohr a. Main den Überblick und die Transparenz über die Energieversorgungs- und Energieverbrauchsstrukturen sowie die Energieflüsse im Einzelnen. Auch der „Faktor Mensch“ spielt dabei eine wichtige Rolle. Durch ein unmittelbares Feedback, das sich aus dem vom Nutzerverhalten abhängigen Energieverbrauch ergibt, kann eine wichtige Sensibilisierung erfolgen.

Mit dem zweiten Schritt, der kontinuierlichen Datenerfassung, werden abhängig vom notwendigen Detaillierungsgrad die einzelnen Verbrauchergruppen aufgezeichnet, um im dritten Schritt ausgewertet und vor allem auch bewertet zu werden.

Um störende Umwelteinflüsse auszuschließen, werden Kennzahlen gebildet. Für den thermischen Energieeinsatz beispielsweise „kWh/m²“. Wichtig ist dabei, dass auch tatsächlich eine Klimabereinigung stattfindet, um zu vergleichbaren Werten zu gelangen.

Zusätzlich Mehrwerte können sich aus dem Einsatz eines EDM-Systems an folgenden Stellen ergeben, wenn

- verschiedene Verbrauchsstellen/Nutzer gebündelt werden können und damit der Energiebezug anders gestaltet werden kann (Pooling von Abnehmern),
- ein konstantes Monitoring des Energieverbrauchs realisiert werden kann und damit neue, bisher noch nicht vorhandene Dienstleistungen und Services eingebunden werden können,
- eine größere Transparenz bei der Ermittlung der Verbrauchskosten (Wann ist welcher Energiebedarf durch welche Nutzergruppe zu Stande gekommen?) geschaffen wird,
- eine kontinuierliche Erfassung und Kontrolle des Energieverbrauchs sowie des Verbrauchs weitere Medien (z.B. Frischwasser) und damit frühzeitige Identifikation möglicher Effizienzpotenziale erschlossen wird sowie
- eine individuelle und flexible Abrechnung durch die Stadt Lohr a. Main bzw. einen beauftragten Dienstleister – beispielsweise auch dann, wenn ein Nutzerwechsel stattfindet oder verschiedene Nutzer abwechselnd das gleiche Gebäude bzw. die gleichen Räume nutzen ermöglicht wird.

Aufbau eines EDM-Systems

Die wesentlichen Komponenten eines EDM-Systems sind Sensoren (z.B. Temperaturfühler), Messeinrichtungen (z.B. Strom- oder Wasserzähler) sowie eine IT-Infrastruktur (Server) und die dazugehörige Software für die Datenauswertung.

Abhängig vom Anwendungsfall kann darüber hinaus auch der Einsatz weiterer Sensoren/Messeinrichtungen zielführend sein. Wird beispielsweise die elektrische Energie nicht nur nach Verbrauch, sondern auch nach Lastbezug verrechnet, können zusätzlich Spitzenlastzähler installiert und in das Reporting eingebunden werden.

Ein großer Vorteil ergibt sich aus der Nutzung bereits vorhandener Infrastruktur. Viele der Sensoren können in die bestehende IT-Verkabelung integriert werden. Darüber hinaus muss die Software und das Hosting nicht durch die Stadt Lohr a. Main erfolgen, sondern wird durch einen Serviceprovider erledigt. Damit wird der Aufwand für Softwarepflege und -wartung deutlich reduziert.

Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

Die Ergebnisse der Energieanalyse und der kontinuierlichen Datenaufzeichnung und den daraus gewonnenen Kennzahlen sind die Basis für die Planung aller weiteren Energieeffizienzmaßnahmen.

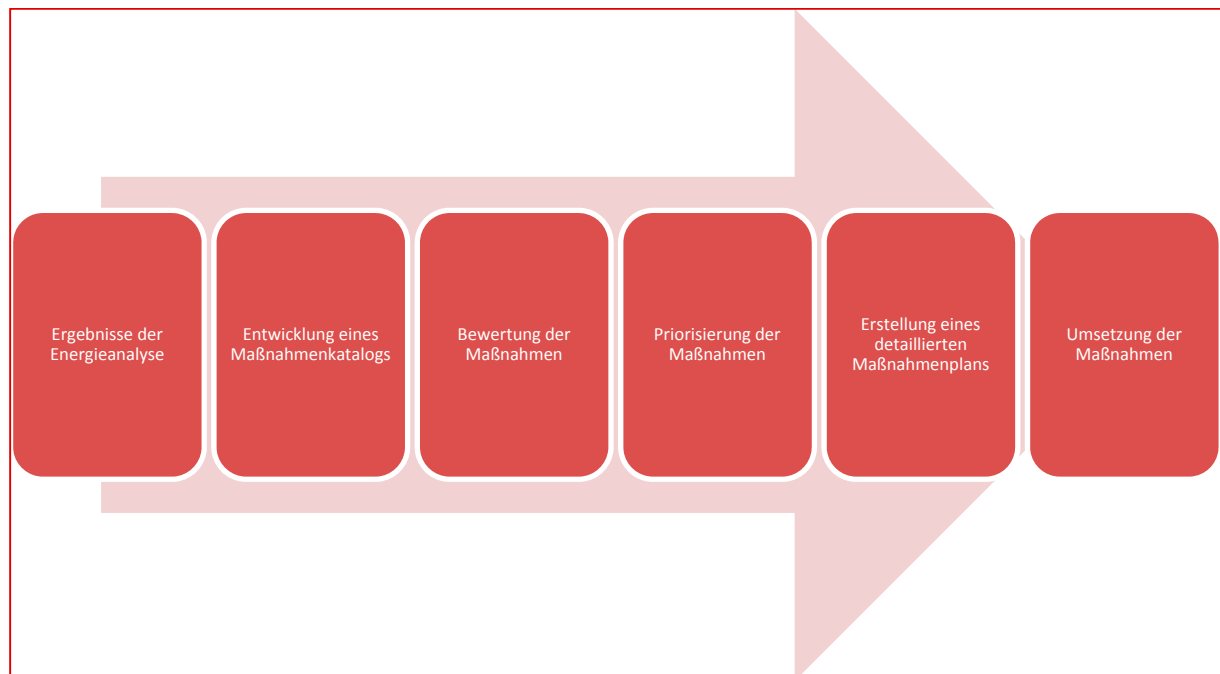


Abbildung 64 – Ablauf der Maßnahmenplanung; eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014

Grundsätzlich können zwei verschiedene Arten von Maßnahmen unterschieden werden:

- **Technische Maßnahmen**
Technische Maßnahmen umfassen beispielsweise die Bewertung der installierten Anlagentechnik. Ggf. kann es sinnvoll sein, auch noch funktionierende Systeme durch solche auszutauschen, die deutlich energieeffizienter sind. Dies ist häufig bei Umwälzpumpen in Heizungssystemen der Fall. Weitere typische Maßnahmen finden sich im Feld der bedarfsorientierten Bereitstellung von thermischer Energie oder Beleuchtung.
- **Organisatorische Maßnahmen**
Organisatorische Maßnahmen beginnen nicht erst mit der Bewirtschaftung von Gebäuden, sondern schon in der Planungs- und Entwicklungsphase. Im Vordergrund aller Überlegungen stehen dabei möglichst niedrige Lebenszykluskosten mit dem Entscheidungskriterium Energieeffizienz. Organisatorische Maßnahmen umfassen aber auch Nutzerschulungen (Hausmeisterschulungen) sowie Maßnahmen zur Verbesserung von Nutzungsabläufen und -zeiten.

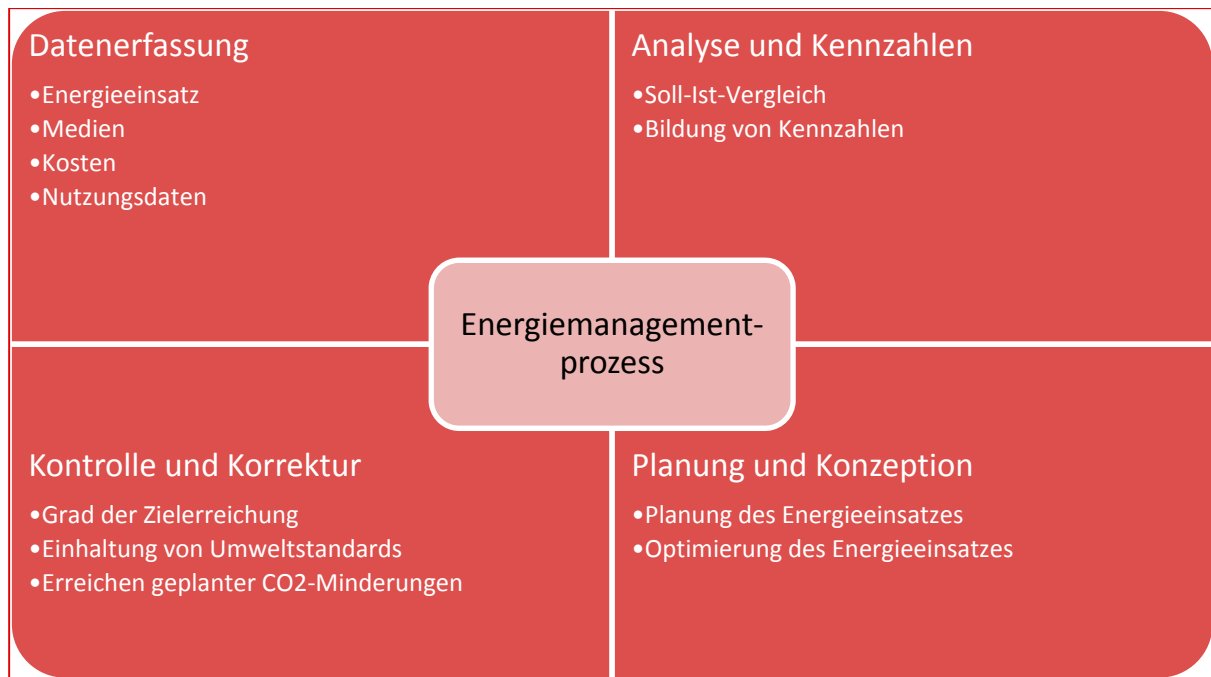


Abbildung 65 – Energiemanagementprozess im Kontext. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014

Richtpreise und Basiskosten für ein EDM-System

EDM-Systeme gibt es in unterschiedlichsten Ausführungen und Leistungsklassen. Wichtige Entscheidungskriterien für ein EDM-System sind:

- Einfache Implementierung
- Ausbaufähigkeit
- Einheitliches System für alle Gebäude um Parallelstrukturen zu vermeiden (ein Teil der Gebäude wird durch das EDM-System verwaltet, ein anderer Teil durch ein anderes System)
- Manueller wie auch automatisierter Betrieb (automatische Datenerfassung durch Zähler und Sensoren, aber auch manuelles Eintragen von Zählerständen – beispielsweise für Gebäude, bei denen noch keine fernauslesbaren Zähler installiert sind)
- Übersichtliches und einheitliches Reporting

Typische Kostenansätze je zu überwachendem Gebäude und geforderten Leistungsumfang sind dabei:

- 600 Euro für Stromzähler mit Datenlogger
- 350 Euro für Datenlogger mit Impulseingängen (z.B. für Anschluss Wasserzähler oder andere Medienzähler)
- 200 Euro je Wärmemengenzähler
- 300 Euro für weitere Sensoren und Kleinmaterial
- 900 Euro Montage- und Installationskosten

Zusätzlich die müssen noch die Kosten für das externe Hosting, das aber die gesamte Softwarepflege umfasst, mit in Betracht gezogen werden. Die Jahreskosten hierfür belaufen sich auf rund 700 Euro, wobei wesentlich mehr als die oben beschriebenen Datenpunkte in das Portal aufgenommen werden können. D.h., hier ergeben sich Kostenskalierungen, die abhängig von der Anzahl der zu überwachenden Gebäude sind.

Fördermöglichkeiten

Verschiedene Fördermöglichkeiten stehen zur Verfügung, die aber im Einzelfall (hier ist maßgeblich, wer der Antragsteller ist und in welcher Rechtsform der Antrag gestellt wird) geprüft werden müssen. In jedem Fall stehen zinsverbilligte Darlehen für die Umsetzung der Maßnahmen zur Verfügung.

Die nächsten Schritte

Um die konkrete Umsetzung der Maßnahme planen zu können, muss in einem ersten Schritt die Bedarfslage weiter konkretisiert werden. Dies bedeutet, dass entlang der Gebäudeliste (vgl. Anlage 1) eine klare Festlegung

getroffen werden muss, welche Gebäude im ersten Schritt in das EDM-System eingebunden werden sollen und welche Datenpunkte erfasst werden müssen.

In einem zweiten Schritt kann auf Grundlage der erhobenen Werte bei den Anbietern von EDM-Systemen ein Richtpreisangebot angefordert werden. Abhängig von der Höhe dieses Angebots kann dann entschieden werden, welche Vergabeform gewählt werden muss und welche zusätzlichen Schritte ggf. für die Umsetzung der Vergabe notwendig sind.

M2 Sanierungsfahrplan

Planung und Umsetzung eines Sanierungsfahrplans für die kommunalen Liegenschaften in Lohr a. Main

Der Sanierungsfahrplan ist der zweite wesentliche Baustein für alle Maßnahmen, die mit der Gebäudebewirtschaftung der Stadt Lohr a. Main zusammenhängen. Innerhalb dieses Bausteins geht es darum, die Planung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen voranzutreiben.

Ergebnisse des Energiedatenmanagements gezielt nutzen

Bisher wurden Sanierungs- und Verbesserungsmaßnahmen vor allem dann durchgeführt, wenn sich eine akute Notwendigkeit dazu ergab. Zukünftig kann dies auf der Grundlage der aus dem Energiedatenmanagementsystem gewonnenen Daten pro-aktiv geschehen.

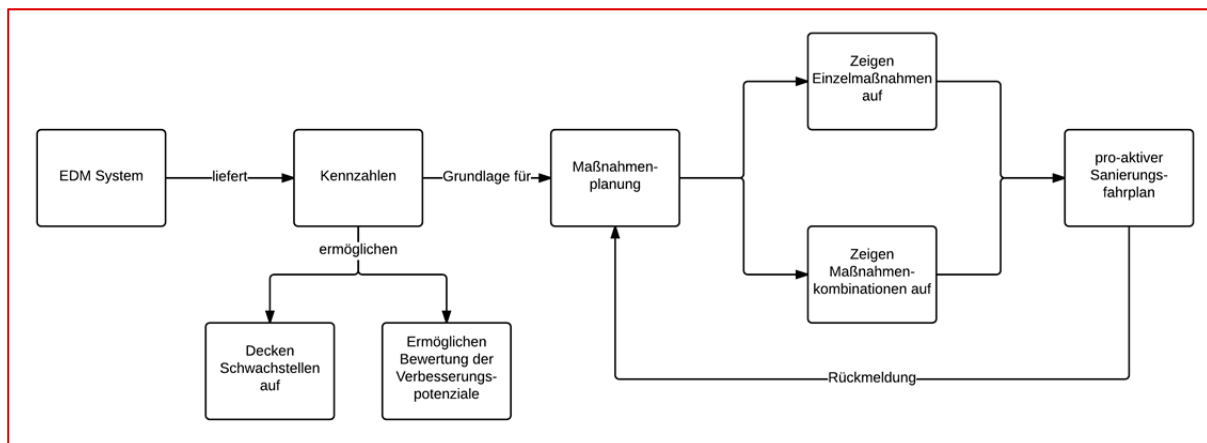


Abbildung 66 – Prozessablauf Sanierungsfahrplan. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+

In dem Sanierungsfahrplan wird festgelegt, welche Einzelmaßnahmen oder Maßnahmenkombinationen auf der Grundlage der erhobenen Kennzahlen sinnvoll umzusetzen sind. Darüber hinaus kann priorisiert werden, welche ohnehin notwendigen Unterhaltungsmaßnahmen umzusetzen sind. Aus dem ineinandergreifen dieser beiden Aspekte ergibt sich die Priorisierung der jeweiligen Maßnahmen.

Umsetzung der Maßnahme Sanierungsfahrplan

Für die Erstellung des Sanierungsfahrplans werden zunächst für alle Gebäude, die im Eigentum der Stadt Lohr a. Main stehen oder durch diese bewirtschaftet werden, die für eine Bewertung notwendigen Energiekennzahlen erhoben.

In einem weiteren Schritt wird festgelegt, welche Einzelmaßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen sich bei den jeweiligen Gebäuden anbieten. Diese können beispielsweise

- die Dämmung der Außenwände,
- die Dämmung des Dachs,
- die Erneuerung von Fenstern und Türen und/oder
- die Erneuerung der Heizungsverteilung (neue Pumpen)

umfassen. Gemessen an den voraussichtlichen Auswirkungen (abhängig z.B. von der Nutzungsart) werden dann die Maßnahmen priorisiert. Sollte sich unvorhergesehen die Notwendigkeit ergeben, einzelne Maßnahmen umzusetzen (z.B. Erneuerung einzelner Fenster), dann kann mit dem Sanierungsfahrplan ermittelt werden, ob eine zeitgleiche Umsetzung weiterer Maßnahmen an dem jeweils betroffenen Gebäude sinnvoll ist.

Um eine möglichst einfache und transparente Umsetzung zu erreichen, bietet sich die Nutzung entsprechender Software an, die diesen Prozess transparent unterstützen können.

M3 Sanierungsoffensive

Planung und Durchführung der Sanierungsoffensive für die kommunalen Liegenschaften der Stadt Lohr a. Main

Die Sanierungsoffensive ist der dritte Prozessschritt. Abgeleitet von den Kennzahlen die über das EDM-System gewonnen wurden über den Sanierungsfahrplan steuert die Sanierungsoffensive die Umsetzung der Maßnahmen. Die Sanierungsoffensive hat das Ziel, möglichst alle der im Sanierungsfahrplan festgelegten Maßnahmen umzusetzen.

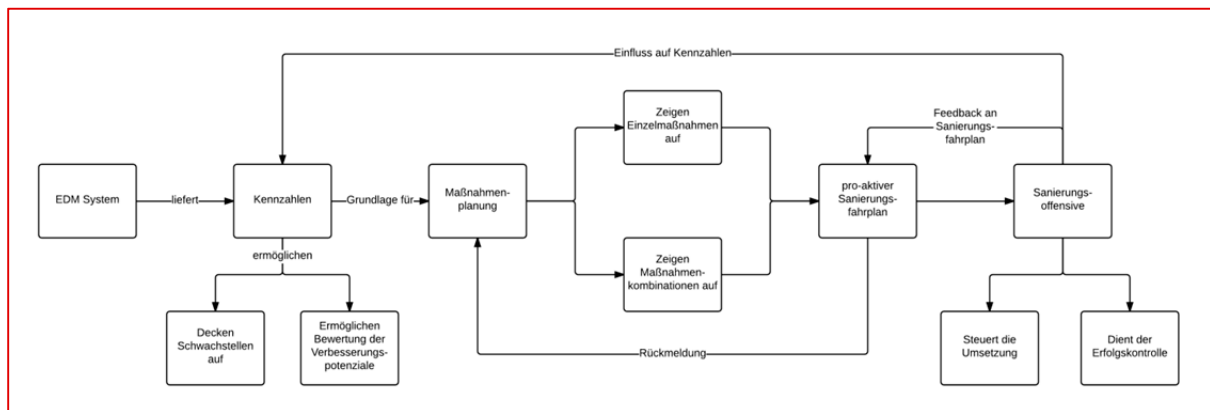


Abbildung 67 – Sanierungsoffensiv im Kontext von EDM-System und Sanierungsfahrplan. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014

Sanierungsoffensive als Instrument für die Öffentlichkeitsarbeit

Der Sanierungsoffensive kommt neben der Umsetzungsüberwachung der einzelnen Maßnahmen noch eine weitere wichtige Rolle zu, nämlich die, die Öffentlichkeit über die Fortschritte zu Informieren und für das Thema „Energetische Sanierung“ zu sensibilisieren.

Aus der Sanierungsoffensive und der Rückkopplung der Ergebnisse auf die Energiekennzahlen sowie den Sanierungsfahrplan können darüber hinaus noch weiter wichtige Erkenntnisse gewonnen werden:

- Wie wirken sich die umgesetzten Maßnahmen aus und an welcher Stelle muss ggf. nachgesteuert werden?
- Kann mit den Maßnahmen auch tatsächlich die prognostizierte Energieeinsparung erreicht werden?
- Welche Umsetzungsprobleme gab es und wie können diese zukünftig vermieden werden?

Diese Erfahrungen können idealer Weise mit den Bürgerinnen und Bürgern geteilt werden, um aktiv die Wissensvermittlung und Sensibilisierung voranzutreiben.

M4 Wärmenetze

Etablierung von Wärmenetzen zur thermischen Energiebereitstellung in bestehenden (und neuen) Wohngebieten in Lohr a. Main mit Einbindung der Bürgerschaft und Nutzung lokaler Energieressourcen

Wärmenetze gibt es in unterschiedlichsten Ausprägungen. In der Vergangenheit wurden bei Kommunen vor allem Wärmenetze auf dem Niveau von Stadtwerken umgesetzt, um ganze Baugebiete mit thermischer Energie zu versorgen. Mittlerweile zeigen die Erfahrungen, dass es durchaus sinnvoll sein kann, Wärmenetze auch in kleinerem Maßstab zu planen und zu betreiben. Im Extremfall kann dies bis zu Mikrowärmenetzen reichen, bei denen sich nur zwei oder drei Gebäude eine gemeinsame Heizungsanlage teilen.

Sondersituation Lohr a. Main

In Lohr a. Main gibt es verschiedene Faktoren, die eine Sondersituation im Hinblick auf Wärmenetze darstellen:

- Viele der bestehenden Baugebiete wurden über einen langen Zeitraum bebaut. Dies bedeutet, dass in ein und demselben Wohngebiet ggf. Wohngebäude aus unterschiedlichen Bauzeitaltern zu finden sind. Dies bedingt, dass sich sehr unterschiedliche Zeitpunkte für die voraussichtliche Ersatzinvestition in Heizungsanlagen ergeben.
- Weitere Baugebiete werden in naher Zukunft voraussichtlich nicht ausgewiesen werden – unter anderem auch, weil noch bestehende Baulücken vorhanden sind. Insofern wird ein Anschlusszwang an ein Wärmenetz hier nicht nachträglich umsetzbar sein.
- Andererseits gibt es in den historischen Ortskernen und den denkmalgeschützten Gebäuden eine relativ dichte Bebauung und damit eine hohe Anschlussdichte zu erwarten.
- Problematisch kann jedoch die Trassenführung sein, da hauptsächlich mit einer Verlegung im Straßenkörper zu rechnen ist. Deshalb erscheint es zielführend, die Verlegearbeiten dann durchzuführen, wenn ohnehin Straßenbauarbeiten oder beispielsweise Kanalnetzsanierungen durchgeführt werden müssen.

Aufbau und Funktion von Wärmenetzen

Wärmenetze transportieren thermische Energie, die zentral erzeugt wird, zu den Abnehmern. Dies geschieht durch Wärmeleitungen. Eine klare Festlegung, wann eine „Nahwärmeleitung“ zu einer „Fernwärmeleitung“ wird, gibt es dabei nicht. Wärmenetze bestehen grundsätzlich aus

- einer Wärmequelle bzw. einem Wärmeerzeuger,
- den Abnehmern bzw. Wärmekunden,
- in der Regel einer Haupttrasse,
- mehreren Hausanschlussstrassen und den
- Hausübergabestationen

Die Eignung verschiedener Wärmequellen für ein Wärmenetz ist recht unterschiedlich. In aller Regel eignen sich Blockheizkraftwerke sehr gut für die Bereitstellung von Grundlast. Hackschnitzelkessel werden ebenfalls sehr oft für die Wärmebereitstellung eingesetzt. Auch sie eignen sich sehr gut für die Bereitstellung von Grundlast oder, wenn es erforderlich ist, auch für die Bereitstellung von Spitzenlasten.

Entscheidend für die Auswahl einer geeigneten Wärmequelle werden aber in jedem Fall der Bedarf der Abnehmer und die zur Verfügung stehenden Ressourcen sein. Steht beispielsweise die thermische Energie aus einem Biogas-BHKW oder Abwärme aus der Industrie zur Verfügung, wird der Fokus in aller Regel darauf liegen, zunächst diese Energiequelle möglichst gut zu nutzen. Muss vergleichsweise teure Energie aus Hackschnitzeln oder Erdgas (z.B. in einem Erdgas-BHKW) erzeugt werden, dann wird mehr und mehr die möglichst optimale Anpassung und effiziente Nutzung der erzeugten thermischen Energie im Vordergrund stehen und das Verbraucherverhalten spielt eine entsprechend größere Rolle.

Thermischer Energiebedarf

Wohngebäude benötigen vor allem im Winter thermische Energie. Der Warmwasserbedarf im Sommer (Brauchwasser) ist relativ gering. In der folgenden Abbildung ist der typische Energiebedarf (nur für Raumwärme) eines Einfamilienhauses dargestellt.



Abbildung 68 – Typischer jährlicher Verlauf des Wärmebedarfs eines Einfamilienhauses. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.

Dieses Bild kann sich jedoch schnell ändern, wenn neben Wohngebäuden beispielsweise auch Prozesswärme von den Abnehmern benötigt wird und damit ganz andere Jahrgänge abgedeckt werden müssen.

Viel interessanter als die tatsächliche unterjährige Verteilung des Energiebedarfs sind für die Planung und Konzeption von Wärmenetzen deshalb die so genannten Jahresdauerlinien. Die folgende Abbildung zeigt eine solche Jahresdauerlinie für Anschlussnehmer mit einem Spitzenleistungsbedarf von rund 2.500kW.

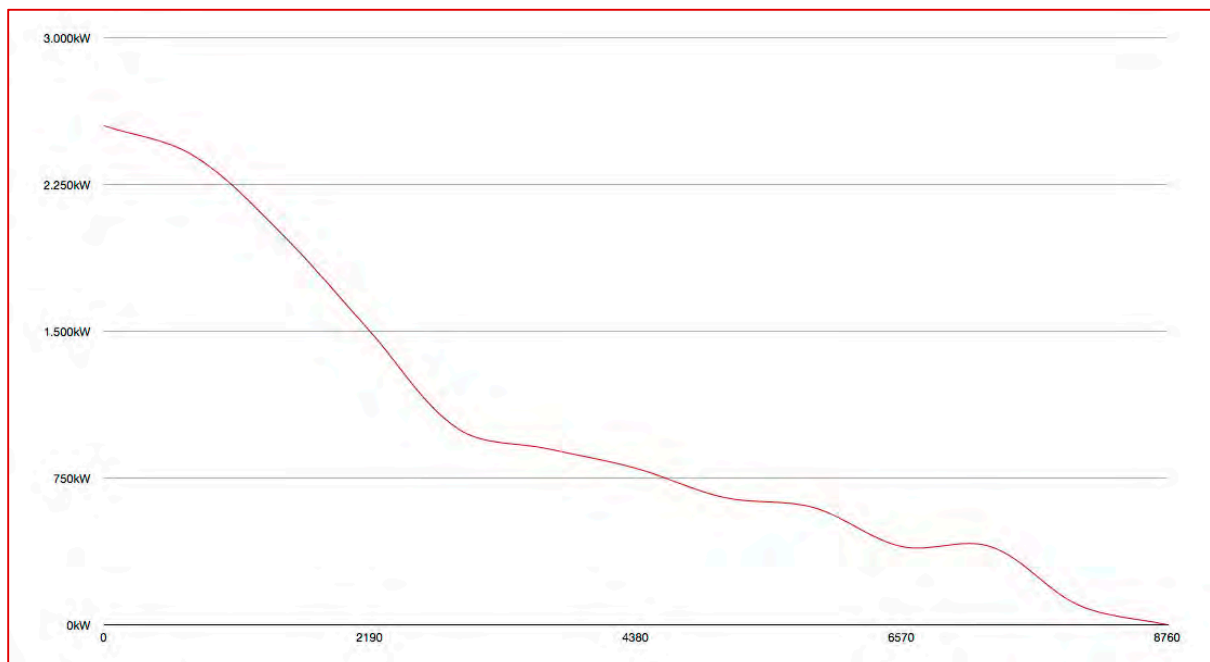


Abbildung 69 – Beispielhafte Jahresdauerlinie für einen größeren Wärmeverbund. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.

Bei einer Jahresdauerlinie wird die benötigte Leistung geordnet nach Anzahl der Stunden pro Jahr (1 Jahr = 8.760 Stunden) aufgetragen. Die maximale Leistung wird nur an sehr wenigen Stunden im Jahr benötigt (dargestellt im linken Bereich der Grafik). In der meisten Zeit wird nur Grundlast benötigt (dargestellt in der Mitte bzw. auf der rechten Seite der Grafik).

Wärmeleitungen und Trassen

Als Trassen werden die Gräben bezeichnet, in welche die eigentlichen Wärmeleitungen eingelegt werden. Es gibt verschiedene Typen von Wärmeleitungen, die sich hauptsächlich in ihrem Aufbau deutlich voneinander unterscheiden.

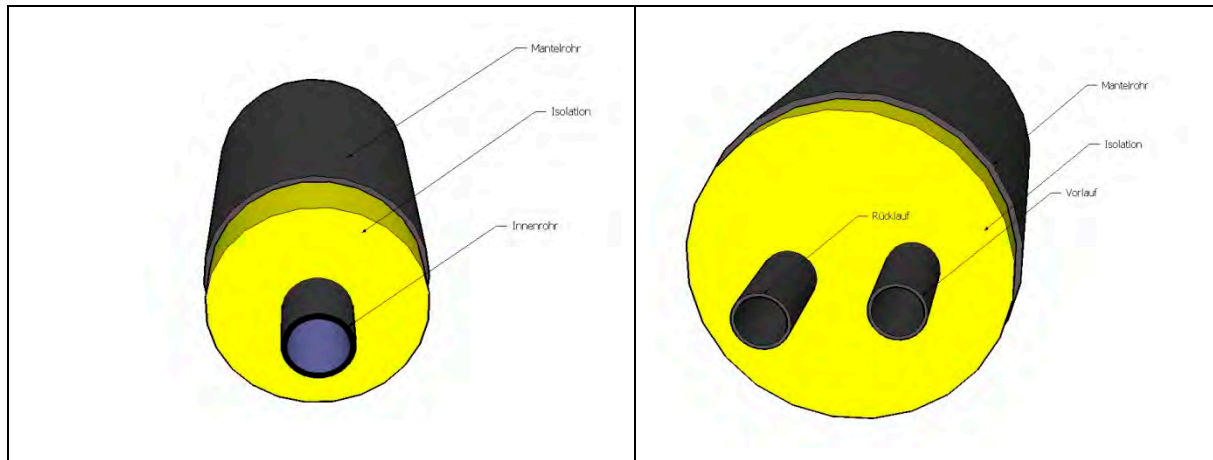


Abbildung 70 – Schematische Darstellung einer Einzelrohr- bzw. Doppelrohrausführung einer Wärmeleitung. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.

Rohrleitungen gibt es als flexible oder als starre Ausführungen. Wie der Name schon vermuten lässt, handelt es sich bei starren Rohrleitungen um Stahlrohre, die mit einer Isolation, typischer Weise PUR, umgeben sind. Die Isolation ist durch ein Mantelrohr aus Kunststoff geschützt. Bei flexiblen Leitungen ist wird das Medium durch ein Kunststoffrohr geführt. Flexible Rohrleitungen gibt es ebenfalls als Einzel- oder als Doppelrohr. Der wesentliche Unterschied zu starren Leitungen ist die Flexibilität.

Das bedeutet, dass die Leitungen auch "um die Ecke" verlegt werden können. Allerdings mit relativ großen Radien. Wie schon ausgeführt, werden am Markt zwei Varianten angeboten:

- Einzelrohre
- Doppelrohre

Bei Einzelrohren befindet sich nur ein Stahlrohr bzw. Kunststoffrohr innerhalb der Dämmung, bei Doppelrohren sind Vor- und Rücklauf in einem Isolationsmantel untergebracht. Das kann besonders bei Hausanschlussleitungen eine interessante ökonomische Alternative sein. Am Markt erhältlich sind Nenndurchmesser von DN15 bis DN 1000 (40"). Oft werden neben der "normalen" Dämmung auch verbesserte Dämmstärken (1-fach bzw. 2-fach verstärkt) angeboten. Der wesentliche Unterschied zwischen Einzel- und Doppelrohren ist die Ausnutzung der vorhandenen Dämmung. Doppelrohrsysteme sind deshalb in der Regel etwas preiswerter.

Die Haupttrassen sind das Rückgrat des Wärmenetzes. Über die Haupttrassen wird die Wärme in die Nähe der Abnehmer gebracht. Die Haupttrassen haben typischer Weise einen großen Nenndurchmesser. Von den Haupttrassen gehen Stichleitungen ab, die entweder direkt zu den Abnehmern führen oder sich weiter verzweigen. Die Leitungen, die letzten Endes zu den Abnehmer führen, werden als Hausanschlussstrassen bezeichnet.

Übergabestationen

Die Hausübergabestationen werden bei den Wärmekunden installiert und können dort die Heizung ersetzen. Hausübergabestationen bestehen aus einer Regeleinheit und einem Wärmetauscher (meist ein Plattenwärmetauscher). Durch die Hausübergabestation wird das Wärmenetz hydraulisch von der Wärmeverteilung des Wärmekunden getrennt. Deshalb wird auch von einer indirekten Wärmeübergabe gesprochen. Bei einer direkten Wärmeübergabe gibt es diese Trennung nicht und das gleiche Heizwasser, das im Wärmenetz fließt, fließt auch durch die Kundenanlage. Eine direkte Wärmeübergabe eignet sich nur in wenigen Sonderfällen. In allen anderen Fällen ist eine klare Präferenz für Hausübergabestationen gegeben.

Hausübergabestationen gibt es in vielen verschiedenen Leistungsklassen. Damit kann eine sichere und zuverlässige Anbindung der Kundenanlage sichergestellt werden.

Entscheidungsfindung

In manchen Fällen fällt die Entscheidung für oder gegen ein Wärmenetz leichter als in anderen. Steht beispielsweise Abwärme aus Industrieprozessen zur Verfügung und liegen mögliche Abnehmer in der Nähe, dann fällt die Entscheidung, ein Wärmenetz aufzubauen, leicht. Ist hingegen die Bereitschaft der Anschlussnehmer für einen Anschluss an ein Wärmenetz eher gering und muss die benötigte thermische Energie speziell für diesen Zweck erzeugt werden, ist die Entscheidung für ein Wärmenetz schwieriger zu treffen.

Deshalb unterscheiden sich Wärmenetzprojekte aus unserer Sicht vor allem durch den Ursprung der benötigten thermischen Energie:

- Thermische Energie steht, beispielsweise als Abwärme aus Industrieprozessen oder aus einer anderen Wärmequelle, mit einer bestimmten Leistung nahezu unterbrechungsfrei zur Verfügung.
- Eine Energiequelle steht nicht zur Verfügung, deshalb muss neben dem Wärmenetz beispielsweise ein Holzhackschnitzelkessel oder ein BHKW errichtet werden.

Im ersten Fall wird sich das Wärmenetz an den limitierenden Faktoren der Wärmequelle orientieren. Kann die vorhandene Leistung, beispielsweise durch einen Zusatz- oder Spitzenlastkessel, vergrößert werden, hat dies selbstverständlich Auswirkungen auf die Gestaltung des Wärmenetzes.

Kann, wie im zweiten Fall, die Wärmequelle an die Anforderungen des Wärmenetzes angepasst werden, ist der Gestaltungsspielraum deutlich größer, allerdings sind in der Regel auch die Investitionen höher. In der Realität ist es häufig so, dass Abwärme einer bestehenden Anlage genutzt werden soll und während der Projektentwicklung oder zu einem späteren Zeitpunkt eine Erweiterung der vorhandenen thermischen Leistung erfolgt. So trennscharf wie hier dargestellt, können die beiden Fälle also nicht immer unterschieden werden – wir haben es an dieser Stelle trotzdem versucht.

Fall 1: Wärmequelle vorhanden

Ist eine Wärmequelle vorhanden, dann muss diese zunächst noch hinsichtlich ihres Leistungsvermögens qualifiziert werden. Als Beispiel wird an dieser Stelle ein Biogas-BHKW herangezogen. In den Sommermonaten wird die zur Verfügung stehende thermische Leistung größer sein als in den Wintermonaten, da im Winter ein größerer Teil der erzeugten thermischen Energie für die Beheizung der Fermenter benötigt wird. Gerade in den Wintermonaten wird aber thermische Energie für die Beheizung von Wohngebäuden benötigt. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, sich nicht an der "Sommer-Leistung" zu orientieren, sondern an der "Winter-Leistung".

Die zweite Frage, die sich in diesem Zusammenhang stellt, ist die Frage nach der Kontinuität der thermischen Energiebereitstellung. Bei einem BHKW kann davon ausgegangen werden, dass, abgesehen von kurzen Wartungsintervallen, praktisch zu jedem Zeitpunkt Energie bereitsteht. Kann die Wartung darüber hinaus in die Sommermonate verlegt werden, so ist im Winter nur in wenigen Fällen mit einer Einschränkung der thermischen Energiebereitstellung zu rechnen. Dennoch muss auch für diese kurzen Zeiträume eine Lösung gefunden werden.

Diese kann beispielsweise in Form eines Spitzenlastkessels oder eines Notsystems realisiert werden. Mit beiden Lösungen sind Zusatzkosten verbunden, die in jedem Fall in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit einfließen müssen. Ein anderer Lösungsansatz liegt in der additiven Versorgung mit thermischer Energie. Dies bedeutet, dass nicht zu jedem Zeitpunkt thermische Energie aus der bereits bestehenden Wärmequelle zur Verfügung gestellt werden kann und deshalb die Anschlussnehmer eine eigene Heizung weiter betreiben, um die gewünschte Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Als Zusammenfassung nochmals die beiden wichtigsten Fragen, die sich im Zusammenhang mit einer bereits vorhandenen Wärmequelle stellen:

1. Welche Leistung steht auf jeden Fall zur Verfügung?
2. In welchen Zeiträumen steht diese Leistung zur Verfügung?

Als Ergebnis kann nun abgeschätzt werden, wie viele Abnehmer an ein mögliches Wärmenetz angeschlossen werden können.

Fall 2: Wärmequelle (noch) nicht vorhanden

Ist noch keine Wärmequelle vorhanden, dann erfolgt die Entscheidungsfindung im idealen Fall auf der Grundlage des Energiebedarfs der potenziellen Abnehmer sowie eine Reserve für eine gegebenenfalls zukünftige Erweiterung des Wärmenetzes.

Typisch für die Versorgung von Wärmenetzen sind beispielsweise Holz hackschnitzelkessel oder Blockheizkraftwerke, die gemeinsam mit Spitzenlastkesseln betrieben werden. Die Auslegung dieser Kessel erfolgt an Hand der potenziellen Abnehmer bzw. Wärmekunden und deren Energiebedarf.

Versorgungsarten

Bei Wärmenetzen gilt es, viele Überlegungen anzustellen. Eine der wichtigsten Überlegungen wird es sein, auf welche Art bzw. in welchem Umfang die Wärmelieferung erfolgen kann und soll. Grundsätzlich ergeben sich aus den oben genannten Rahmenbedingungen drei Möglichkeiten:

- Additive Versorgung
- Vollversorgung ohne Spitzenlastkessel
- Vollversorgung mit Spitzenlastkessel

Diese drei Varianten haben einen wesentlichen Einfluss darauf, welche Wärmepreise erzielt werden können, aber auch, welche zusätzlichen Kosten beim Betrieb der Anlage entstehen werden.

Additive Versorgung

Bei einer additiven Versorgung wird durch das Wärmenetz nur Grundlast bzw. so viel thermische Energie geliefert, wie die Anlage bereitstellen kann. Die Wärmekunden halten deshalb zusätzlich eine eigene Heizungsanlage vor. Eine additive Versorgung bietet sich vor allem dann an, wenn beispielsweise Abwärme genutzt werden soll, aber aus ökonomischen Gründen kein Spitzenlastkessel installiert werden kann. Die Vor- und Nachteile einer additiven Wärmeversorgung sind:

Vorteile:

- Vorteil aus Kundensicht: Ein in der Regel attraktiver Wärmepreis (da die Versorgungssicherheit nicht gewährleistet werden kann)
- Vorteil aus Betreibersicht: Keine Verpflichtung zur Wärmelieferung
- Vorteil aus Betreibersicht: Ein erster Schritt zur Vollwärmeversorgung (wenn die bestehenden Kundenanlagen nach und nach ersetzt werden müssen)

Nachteile:

- Nachteil aus Betreibersicht: Die Wertschöpfung ist geringer als bei anderen Lösungen
- Nachteil aus Kundensicht: Es muss trotz eines Anschlusses an das Wärmenetz eine eigene Heizung vorgehalten werden

Vollversorgung ohne Spitzenlastkessel

Wird das Wärmenetz zur Vollversorgung ohne einen Spitzenlastkessel betrieben, dann ist in erster Konsequenz die maximale Anschlussleistung auf die thermische Leistung der Heizquelle beschränkt (vgl. auch Abschnitt Gleichzeitigkeitsfaktoren). Vollversorgung bedeutet darüber hinaus, dass bei einer Störung innerhalb kurzer Zeit Abhilfe geschaffen werden muss – zum Beispiel durch einen mobilen Zusatzkessel (Hot-Mobil). Diese Art der Wärmeversorgung bietet sich an, wenn

- aus ökonomischen Gründen zunächst kein Spitzenlastkessel installiert werden soll,
- trotzdem eine Vollversorgung gewünscht ist und
- erst in einem weiteren Schritt ein weiterer Netzausbau geplant ist sowie im Zug dieser Erweiterung auch ein Spitzenlastkessel installiert wird.

Die Vor- und Nachteile einer Vollversorgung ohne Spitzenlastkessel sind

Vorteile:

- Vorteil aus Kundensicht: Vollversorgung mit thermischer Energie

Nachteile:

- Nachteil aus Betreibersicht: Ggf. können wegen der limitierenden Faktoren nicht alle Ab-

- Vorteil aus Betreibersicht: Bessere Wertschöpfung
- Vorteil aus Betreibersicht: Eine spätere Erweiterung um einen Spitzenlastkessel erschließt zusätzliche Marktpotenziale
- Vorteil aus Kundensicht: Mehr Kunden können angeschlossen werden
- Nachteil aus Betreibersicht: Die Versorgungssicherheit muss, beispielsweise durch einen mobilen Kessel, sichergestellt werden

Vollversorgung mit Spitzenlastkessel

Die Vollversorgung mit einem Spitzenlastkessel stellt sicherlich die "Premium"-Variante im Bereich der Wärmenetze dar. Der Spitzenlastkessel dient dazu, die Laufzeit des Grundlastkessels weiter auszudehnen und bringt darüber hinaus zusätzliche Versorgungssicherheit mit sich.

Diese Lösung bietet sich an, wenn

- bereits ein großer Kundenstamm für den Anschluss an ein Wärmenetz optiert hat,
- Kunden besondere Ansprüche an die Versorgungssicherheit stellen und
- Ein bestehendes Wärmenetz mit einem Grundlastkessel ausgebaut bzw. erweitert werden soll.

Die Vor- und Nachteile einer Vollversorgung mit einem Spitzenlastkessel sind

Vorteile:

- Vorteil aus Kundensicht: Vollversorgung mit thermischer Energie und mit hoher Zuverlässigkeit
- Vorteil aus Betreibersicht: Bessere Wertschöpfung durch höhere Energiepreise möglich
- Vorteil aus Betreibersicht: Hohe Versorgungssicherheit und zusätzliche Flexibilität beim Ausbau des Wärmenetzes

Nachteile:

- Nachteil aus Betreibersicht: Ggf. höhere Betriebskosten wegen fossiler Energieträger für den Spitzenlastkessel

Wärmekunden

Private Wärmekunden

In vielen Fällen werden private Endkunden als Wärmekunden im Vordergrund stehen. Dies bedeutet, dass ein typisches Lastprofil für Ein- und Mehrfamilienhäuser die Energiebereitstellung dominiert.

Im Sommer sinkt der Heizenergiebedarf bis auf null ab, im Winter hingegen wird besonders viel thermische Energie benötigt. Gerade in den Sommermonaten wirkt sich der geringe Wärmeabsatz in doppelter Hinsicht negativ auf den Betrieb des Wärmenetzes aus:

1. Geringer Wärmeabsatz und damit geringere Einnahmen aus dem Wärmeverkauf
2. Größere Netzverluste (im Vergleich zum Winter) wegen geringerer Temperaturspreizung

Diesen Problemstellungen kann zumindest durch eine entsprechende Pumpenregelung teilweise begegnet werden, in jedem Fall müssen diese bei der Auslegung des Wärmenetzes beachtet werden.

Gewerbliche Wärmekunden

Bei gewerblichen Kunden muss zwischen dem Bedarf für Heizwärme und dem Bedarf für Prozesswärme unterschieden werden. Deshalb ist es notwendig, den Lastverlauf genau zu kennen.

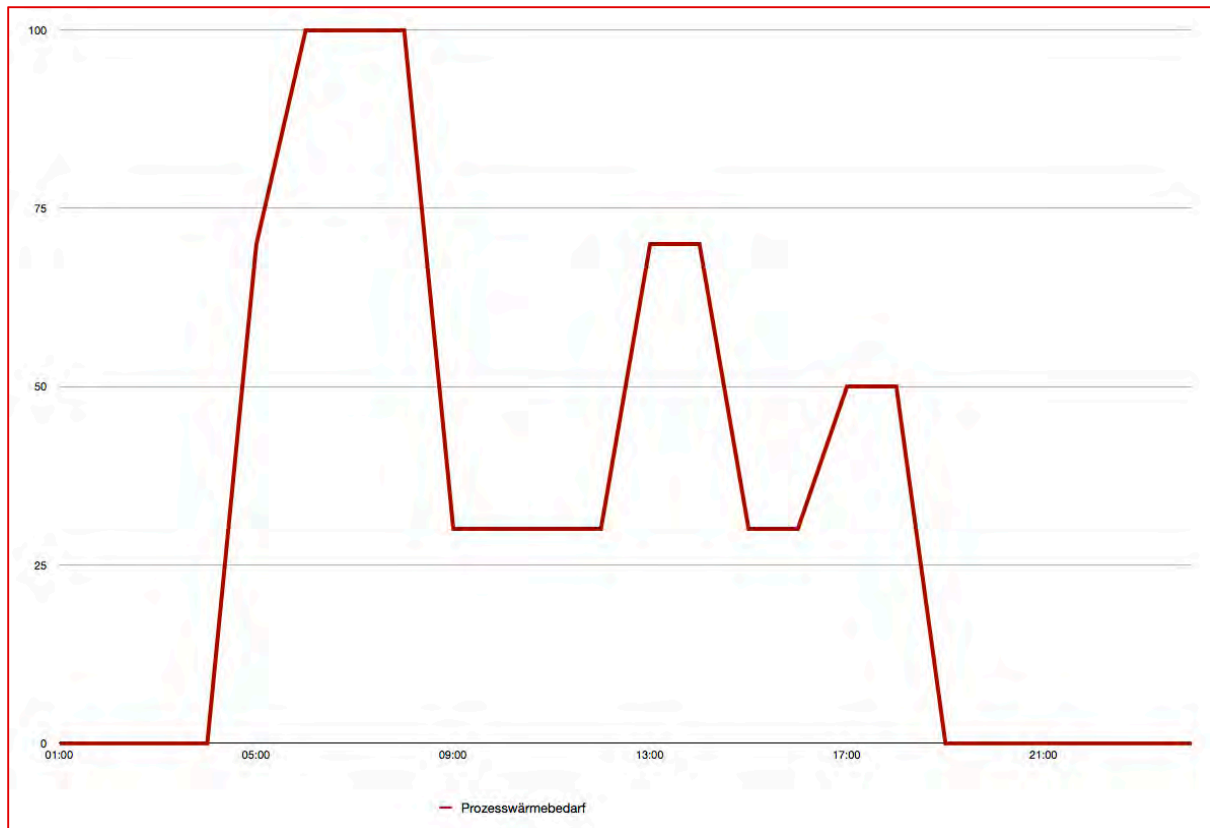


Abbildung 71 – Beispielhafter Verlauf des Prozesswärmebedarfs eines gewerblichen Anschlussnehmers. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.

Gewerbliche Kunden haben oftmals entsprechende Berechnungen für die benötigten Energiemengen zur Verfügung oder können auf der Grundlage monatlicher Zählerablesungen die entsprechenden Daten zur Verfügung stellen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass auch ein spezielles Temperaturprofil für gewerbliche Kunden abgebildet werden kann. Bei Prozesswärme kann es häufig der Fall sein, dass kurzzeitige Lastspitzen die Leistungsaufnahme dominieren.

Weitere Wärmekunden

Neben privaten Wohngebäuden oder gewerblichen Kunden gibt es noch eine Vielzahl weiterer möglicher Anschlussnehmer. Verwaltungs- und Bürogebäude spielen hier eine Sonderrolle. Meist wird der Brauchwasserbedarf in solchen Gebäuden mit dezentralen Warmwasserbereitern gedeckt und thermische Energie wird dem Wärmenetz nur für Heizzwecke entnommen. Im Gegensatz zu Wohngebäuden wird an den Wochenenden häufig eine Temperaturabsenkung gefahren, die bei der Auslegung des Systems mit bedacht werden muss.

Anschlussdichte und Leistungsbedarf

Ab wann lohnt sich der Aufbau eines Wärmenetzes? Keine einfache Frage. In vielen Fällen wird dies von den lokalen Randbedingungen abhängig sein. Steht die Wärme aus einer Biogasanlage kostenfrei zur Verfügung und soll lediglich der eigene Stall angeschlossen werden, dann wird die Investitionsentscheidung sicherlich ganz anders aussehen als bei einem Vorhaben, bei dem zunächst große Entfernungen überwunden werden müssen, um überhaupt zum Wärmekunden zu gelangen.

Ein wichtiges Kriterium wird die Anschlussdichte sein. Diese ist das Verhältnis abgesetzter thermischer Energie bezogen auf die Trassenlänge. Die KfW fordert beispielsweise einen Mindestwärmeabsatz von 500 Kilowattstunden je Trassenmeter und Jahr. Ist die Trasse also 100 Meter lang, dann müssen mindestens 50.000 Kilowattstunden thermischer Energie abgesetzt werden. Dieser Wert hat sich auch in der Praxis bewährt und kann als erster Indikator in jedem Fall herangezogen werden. Entscheidend ist darüber hinaus die abgenommene Leistung.

Datenerhebung

Nur mit einer vernünftigen Datenerhebung bei den potenziellen Anschlussnehmern kann ein Wärmenetz und auch die Wärmequelle richtig geplant werden. Die Datenerhebung ist zeitaufwändig und es werden sich viele Rückfragen ergeben.

Die folgenden Parameter sollten mindestens abgefragt werden:

- Art der installierten Heizungsanlage
- Leistung der installierten Heizungsanlage
- Durchschnittlicher Energieverbrauch der vergangenen drei Jahre

Gleichzeitigkeitsfaktoren

Mit einem Wärmenetz werden viele Heizungssysteme ersetzt. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die ersetzten Heizungen nicht gleichzeitig sondern mit einem gewissen Zeitversatz betrieben werden. Die abgenommene Spitzenleistung ist deshalb geringer als die Summe der Spitzenleistung der zu ersetzenden Heizungssysteme. In der folgenden Abbildung ist die durchschnittliche Heizleistung (rote Kurve) für drei Heizungssysteme abgebildet.

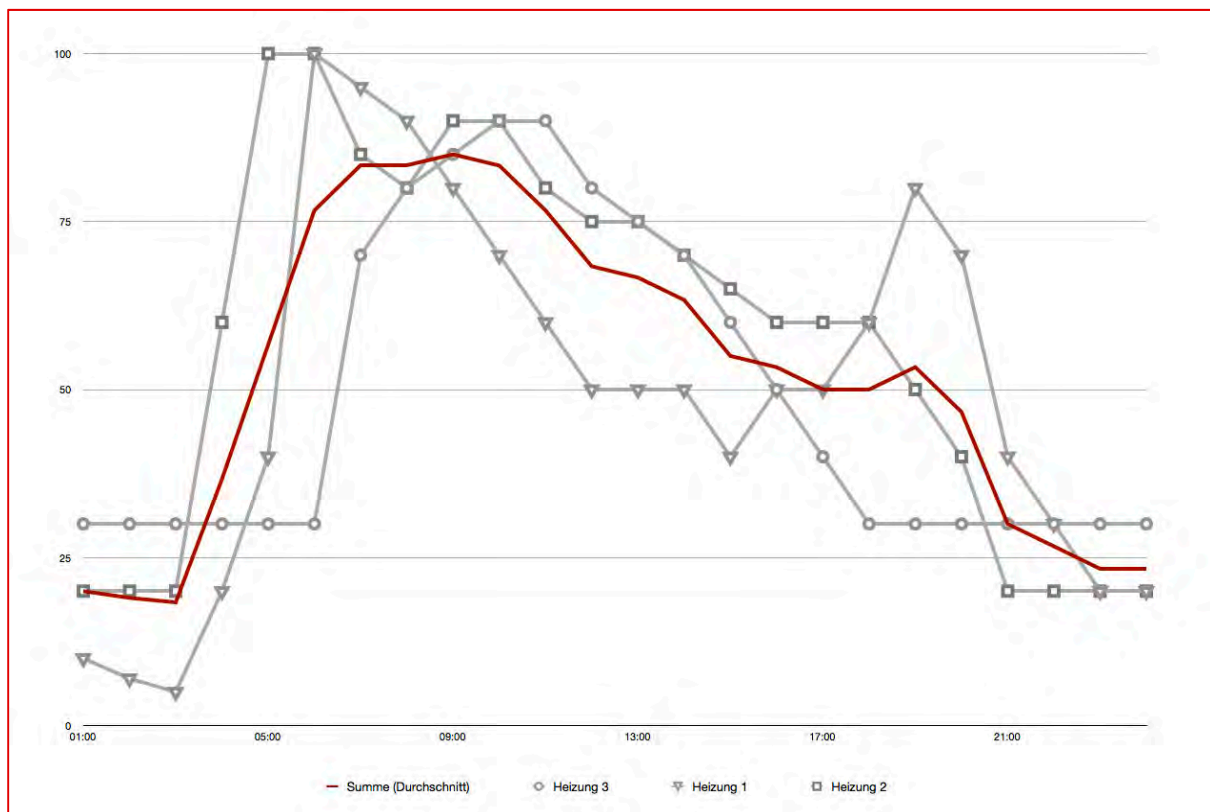


Abbildung 72 – Resultierender Leistungsbedarf (rote Kurve) als Mittelwert der jeweiligen Einzelwerte (graue Kurven). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.

Die "rote Kurve" entspricht dem Mittelwert der benötigten Leistung. Dieser normierte Mittelwert steigt nie über 85%. Anders ausgedrückt: In der Praxis werden voraussichtlich nie mehr als 85% der Summe der Einzelleistungen der zu ersetzenden Heizungen erreicht.

In der Praxis haben sich Gleichzeitigkeitsfaktoren von 0,7 bis 0,85 als praktikabel erwiesen. Im Einzelfall können diese aber auch geringer oder auch größer sein. Der Gleichzeitigkeitsfaktor reduziert also den benötigten Spitzenlastbedarf. Sind beispielsweise drei Heizungssysteme mit einer Spitzenleistung von 85kW, 30kW und 25kW installiert, dann beträgt die Summe der Spitzenleistung 140kW. In der Realität ist davon auszugehen, dass nur 85% (Gleichzeitigkeitsfaktor 0,85), also 119kW, benötigt werden.

Als Konsequenz müssen also nicht 140kW, sondern nur rund 120kW thermischer Leistung zur Spitzenbedarfsdeckung bereitgestellt werden. Mit einem Pufferspeicher können Lastspitzen ebenfalls abgefangen werden (siehe Abschnitt Pufferspeicher).

Auslegung Wärmequelle

Wie bereits oben dargestellt, kann es sinnvoll sein, neben einem grundlastfähigen Wärmeerzeuger (z.B. BHKW) auch einen Spitzenlastkessel zu betreiben. Ist dies möglich, so kann der grundlastfähige Wärmeerzeuger optimal genutzt werden.

Grundlast und Spitzenlast

Wie bereits oben dargestellt, spielt die Jahresdauerlinie bei der Entscheidung für die Auslegung der einzelnen Heizungssysteme eine wichtige Rolle. Der Grundlastkessel sollte möglichst so ausgelegt werden, dass eine optimale und lange Laufzeit pro Jahr erreicht werden kann. Grundlastkessel sind beispielsweise Blockheizkraftwerke oder Hackschnitzelkessel. Spitzenlastkessel werden oft mit fossilen Energieträgern betrieben (geringere Anschaffungskosten). In manchen Fällen werden auch Holz-Pellets-Kessel als Spitzenlastkessel genutzt.

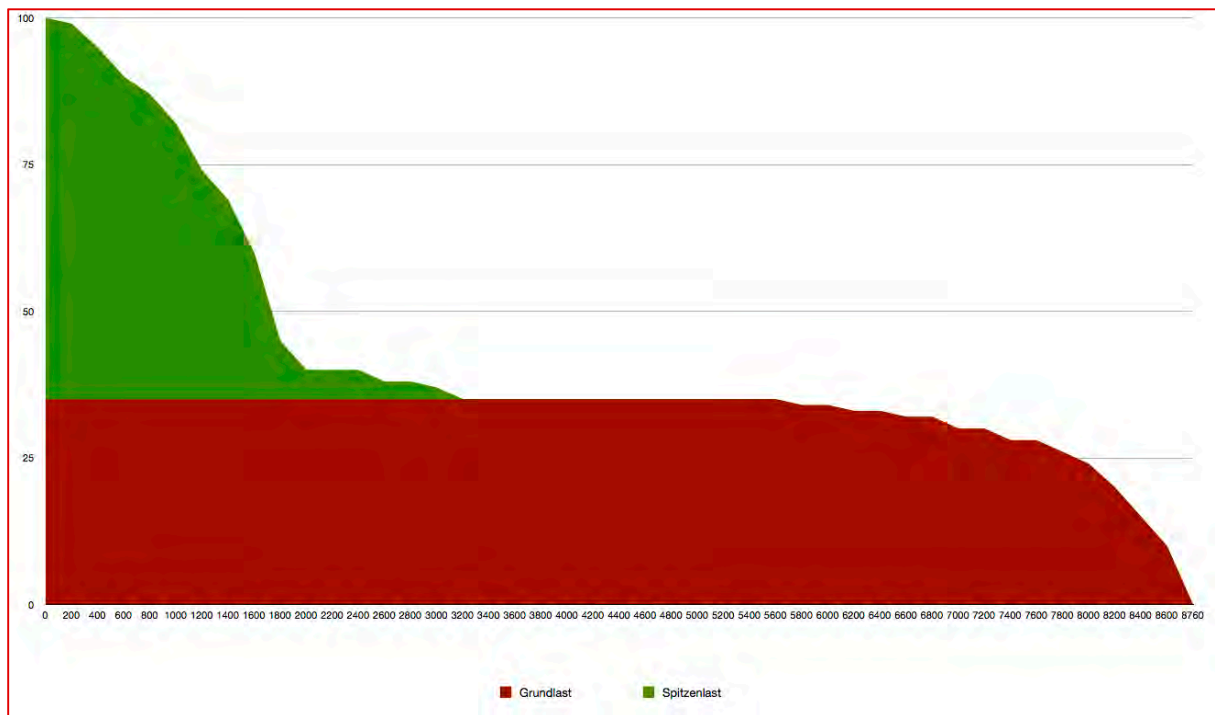


Abbildung 73 – Jahresdauerlinie mit Aufteilung in Grund- und Spitzenlast (Grundlast rot eingefärbt, Spitzenlast grün eingefärbt). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.

Die tatsächliche Spitzenleistung wird nur an wenigen Stunden des Jahres gefordert (linker Bereich der Abbildung). Hingegen wird die Grundlast an fast allen Stunden des Jahres benötigt (rechter Bereich der Abbildung).

Abhängig von der sich aus der Datenabfrage ergebenden Jahresdauerlinie wird deshalb die Leistung des Kessels eher weniger als 50% der Spitzenleistung betragen. Im hier dargestellten Beispiel beträgt die Leistung des Grundlastkessels beispielsweise rund 35% der Spitzenleistung.

Um also eine möglichst lange Laufzeit zu erreichen, wird der Grundlastkessel in diesem Beispiel auf 35% der benötigten Spitzenleistung ausgelegt. Dabei ist zu beachten, dass die Leistung des Grundlastkessels ebenfalls moduliert werden kann – wird dieser beispielsweise bis auf 30% der eigenen Nennleistung gedrosselt, ergibt sich ein Leistungsspektrum von rund 10% bis 35% der gesamten benötigten Leistung, das alleine mit dem Grundlastkessel abgedeckt werden kann.

Eine wichtige Entscheidung betrifft die Auslegung des Spitzenlastkessels. An dieser Stelle gibt es zwei grundlegende Sichtweisen:

- (Redundante Lösung) Der Spitzenlastkessel wird tatsächlich auf 100% der zu erwartenden Spitzenlast ausgelegt und kann dadurch bei einem Ausfall des Grundlastkessels trotzdem 100% der benötigten thermischen Leistung bereitstellen oder
- (Nicht redundant) der Spitzenlastkessel wird auf die Differenz zwischen Grundlast und Spitzenlast, im obigen Beispiel also auf 65% der Spitzenlast, ausgelegt. Fällt nun der Grundlastkessel aus, stehen tatsächlich nur noch 65% der benötigten Spitzenleistung zur Verfügung.

Diese Entscheidung kann nur abhängig vom Einzelfall und auf der Grundlage einer Risikobetrachtung getroffen werden. Ein Pufferspeicher kann diese Entscheidung wesentlich beeinflussen.

Pufferspeicher

Pufferspeicher sind ein probates Mittel, um kurzzeitige Lastspitzen abzufangen bzw. die thermische Energieproduktion zu optimieren. In der Praxis wird häufig die Installation eines größeren Pufferspeichers an der Wärmequelle oder die Installation kleinerer Pufferspeicher bei den Kundenanlagen diskutiert. In der Regel werden Saisonspeicher eher selten zur Anwendung kommen und werden deshalb an dieser Stelle nicht weiter diskutiert.

Welches System später implementiert wird, ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig. Zwei aus unserer Sicht besonders wichtige Fragestellungen sind:

- Wärmekunden, die sich aus Platzgründen für einen Anschluss an ein Wärmenetz entschieden haben, ziehen sicherlich einen zentralen Wärmespeicher einer dezentralen Lösung vor.
- Ein Netzbetreiber, der sich dem Thema Versorgungssicherheit stellen muss, wird sich eher für einen zentralen Wärmespeicher entscheiden, da er an dieser Stelle direkt in die Regelung des Speicherverhaltens einwirken kann.
- Sind beim Kunden bereits Pufferspeicher vorhanden, dann ist zu prüfen, inwieweit diese in das Wärmeversorgungskonzept übernommen werden können.

Ausschlaggebend für die Auslegung eines potenziellen Pufferspeichers wird in jedem Fall der voraussichtliche zeitliche Verlauf der Wärmeabnahme sein. Sind keine oder nur geringe Lastspitzen zu erwarten, spricht dies gegen einen Pufferspeicher. Ist jedoch mit größeren Lastschwankungen zu rechnen, bietet sich ein Pufferspeicher als Ergänzung des Systems an. Ein Pufferspeicher kann zumindest kurzfristig den Ausfall der thermischen Energiequelle kompensieren und damit zur Ausfallsicherheit der Wärmeversorgung beitragen – auch dies kann ein wichtiger Faktor bei der Entscheidungsfindung sein. Entscheidend wird an dieser Stelle das Votum eines Fachplaners sein, der das Netz, die Wärmeerzeugung und das Lastverhalten der Abnehmer berechnen bzw. simulieren kann.

Trassenführung

Im Idealfall können die Trassen zum größten Teil in den Grundstücken der Anschlussnehmer verlegt werden. Es wird sich aber kaum vermeiden lassen, dass auch andere Grundstücke oder Gemeindeflächen für die Verlegung benötigt werden. Die Planung wird im Verlauf des Projekts immer weiter verfeinert.

Im ersten Schritt reicht es oftmals aus, einen Übersichtsplan zu erstellen. In diesem ist die Trasse nur grob eingezeichnet. In jedem Fall können die ungefähren Trassenlängen ermittelt werden. Später wird es notwendig werden, gemeinsam mit einem Fachbüro, die Leitungen genau einzumessen und zu dokumentieren. Dieser Schritt kann dann unternommen werden, wenn grundsätzlich klar ist, ob sich ein Wärmenetz lohnt oder nicht.

Leitungsverluste

Auch sehr gut isolierte Wärmeleitungen bringen Verluste mit sich. Die Wärmeverluste sind dabei abhängig von der Jahreszeit bzw. der von den Anschlussnehmern benötigten Wärmemenge. Eine Simulation der Netzverluste kann entweder durch einen Fachplaner oder durch den Hersteller der Leitungen erfolgen.

Mögliche Wärmenetze im Projektgebiet

Wie bereits oben ausgeführt, ergibt sich in Lohr a. Main im Vergleich zu anderen Städten und Gemeinden eine Sondersituation bei möglichen Wärmenetzen. Hervorzuheben sind vor allem die folgenden Faktoren:

- Neue Baugebiete werden in naher Zukunft nicht mehr erschlossen werden. Zudem sind aktuell noch Baulücken vorhanden.
- Die bestehenden Baugebiete wurden und werden über lange Zeiträume bebaut. Die Option, eine Wärmeleitung gleichzeitig mit der Erschließung der Wohngebiete zu verlegen, entfällt deshalb.

Gestaltungsspielräume ergeben sich deshalb vor allem bei den historischen Ortskernen, da

- hier mit einer hohen Anschlussdichte zu rechnen ist und

- im Zuge von weiteren Maßnahmen (z.B. Kanalsanierung, etc.) Synergieeffekte für die Verlegung von Wärmenetzen geschaffen werden können.

Diese Aussagen gelten auch für ggf. notwendige Maßnahmen in anderen Wohnquartieren. Auch hier sollte immer überprüft werden, ob nicht im Zuge weiterer Maßnahmen auch ein Wärmenetz realisiert werden kann.

Genauso denkbar ist es aber auch, den bestehenden Wärmeverbund zu erweitern, da Erzeugungskapazitäten freigeworden sind, die zum Anschluss weiterer Objekte genutzt werden können.

Nutzen von Wärmenetzen

Wärmenetze bieten den Vorteil, dass viele konventionelle Heizungsanlagen durch eine einzige Anlage ersetzt werden können. Dies betrifft vor allem auch die Luftreinhaltung, die technisch bei einer zentralen Anlage wesentlich einfacher und effizienter zu bewerkstelligen ist, als dies bei einer Vielzahl von Einzelheizungen der Fall ist.

M5 Biomassefeuerung

Maßnahmen zur Priorisierung der Nutzung lokaler bzw. regionaler Biomasse bei der thermischen Energiebereitstellung

Die Nutzung lokaler oder regionaler Biomasse als Wärmequelle kann als „Zwillingsprojekt“ zu Wärmenetzen gesehen werden. Wie oben (vgl. Potenzialerhebung) bereits ausgeführt, bestehen nur noch bedingt lokale Potenziale für die zusätzliche Nutzung von Holz als Hackschnitzel für Heizungsanlagen. Auf Regionsebene sind jedoch nach wie vor Kontingente zu bekommen.

Das Projekt „Biomassefeuerung“ ist als Gedankenstütze zu verstehen, bei der Erneuerung von Heizungsanlagen auch immer den Energieträger Holz im Blick zu behalten.

Für die kommunalen Gebäude bzw. die potenziellen Wärmenetze bestehen dabei vor allem Umsetzungswahrscheinlichkeiten für Holzpellets (auch wenn diese nicht in der Region produziert werden, so tragen sie dennoch zur Reduktion von klimarelevanten Abgasen bei) sowie Hackschnitzel. Scheitholzfeuerungen werden im kommunalen Umfeld voraussichtlich kaum eine Rolle spielen.

Für kleinere Heizungsanlagen können sich Holzpelletsheizungen anbieten. Voraussetzung ist aber, dass zumindest genügend Lagerkapazität vorhanden ist, um eine entsprechende Bevorratung (Halbjahresvorrat) sicherzustellen. Damit erschließt dieses Feld vor allem die Einzelheizungen, die im Lauf der kommenden Jahre zu ersetzen sind.

Hackschnitzelheizungen bieten sich, wegen der umfangreicheren Anlagentechnik vor allem bei Vorhaben an, bei denen eine größere Leistung – typisch sind hier 100kW – verlangt wird. Erst dann stehen Aufwand und Nutzen, der sich aus der komplexeren Anlagentechnik ergibt, in einem günstigen Verhältnis.

Anwendungsfälle

Mit Holzheizungen im weiteren Sinn werden schon heute erfolgreich öffentliche Gebäude, z.B. der bestehende Wärmeverbund in Lohr a. Main, mit thermischer Energie versorgt.

Von den oben vorgestellten drei grundsätzlichen Möglichkeiten bieten sich Hackschnitzel und Holzpellets für den Einsatz in automatisierten Heizungssystemen an.

Schnittstelle zur Maßnahme „Wärmenetze“

Bei Wärmenetzen bieten sich voraussichtlich Hackschnitzelheizungen an, um die benötigte thermische Energie zur Verfügung zu stellen. Ergibt sich ein grundlegend positives Votum für ein Wärmenetz, wird als nächste Frage immer die Wärmequelle zu diskutieren sein. Häufig kann sich aus dem Betreib einer Hackschnitzelheizung eine tragfähige Lösung entwickeln, weil

- die höheren Investitionskosten sich auf die unterschiedlichen Anschlussnehmer verteilen,
- die komplexere Anlagentechnik und damit die im Vergleich zu anderen Heizungsanlagen Unterhaltskosten durch die Erschließung eines günstigen Brennstoffs gerechtfertigt werden können und
- sich positive Skaleneffekte abhängig von der Leistung der Anlagentechnik ergeben und damit Kostenvorteile bei größeren Projekten erreicht werden können.

Vor diesem Hintergrund empfehlen wir, bei jedem potenziellen Wärmenetzvorhaben auch den Einsatz eines Pellets- oder Hackschnitzelkessels einzelfallbezogen zu prüfen.

Schnittstelle zur Maßnahme „Sanierungsfahrplan“

Über den Sanierungsfahrplan bzw. das Energiedatenmanagement wird auch die bestehende Anlagentechnik in allen Gebäuden systematisch erhoben. Damit wird transparent, welche Kesselanlagen installiert sind, wie effektiv diese arbeiten und wann eine Ersatzinvestition vorgesehen werden muss.

Steht eine solche Ersatzbeschaffung an, dann sollte in jedem Fall geprüft werden, ob nicht ein Biomassekessel – zumeist wird es sich um Pelletskessel handeln – als Ersatz für die installierte Anlagentechnik unter wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten installiert werden kann.

M6 Energie aus Biomüll

Zusätzliche energetische Nutzung von Biomüll auf Landkreisebene

Im Rahmen der Potenzialbetrachtung für die Stadt Lohr a. Main wurde festgestellt, dass ein Potenzial für die energetische Nutzung des Biomülls vorhanden ist. Allerdings muss in diesem Zusammenhang folgendes beachtet werden:

- Das vorhandene Potenzial ist relativ gering. Ein sinnvoller Anlagenbetrieb wird mit den geringen Tonnagen voraussichtlich ausgeschlossen sein.
- Eine mögliche "Sonderlösung" für die Stadt Lohr a. Main ist bezogen auf den Landkreis und die Gesamtregion nicht zielführend. Eine energetische Nutzung des Bioabfalls sollte optimaler Weise kreisweit angestrebt werden.

Verfahren zur energetischen Nutzung von Biomüll

Die bisher übliche Kompostierung des Biomülls wird auch zukünftig weitergeführt. Allerdings wird als "Zwischenschritt" die Vergärung durchgeführt. Mit dem so gewonnenen Methangas kann ein Blockheizkraftwerk betrieben werden. Die elektrische Energie wird in das Netz der Stromversorger eingespeist. Die thermische Energie wird dazu verwendet, die Gärreste zu trocknen. Erst danach erfolgt die abschließende Kompostierung.

Vorteile und technologischer Vorsprung

In vielen Fällen wird über mögliche Geruchsproblematiken im Zusammenhang mit der Kompostierung von Biomüll gesprochen. Durch die Behandlung des Biomülls in einem geschlossenen System, das über entsprechende Filteranlagen verfügt, kann dieser Problematik begegnet werden. Darüber hinaus kann Energie gewonnen werden, was bei einer einfachen Kompostierung nicht möglich ist.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Weg hin zu einem geschlossenen Stoffstrommanagement auf Landkreisebene.

Darüber hinaus verspricht die Vergärung von Biomüll eine bessere Ausnutzung der Ressourcen.

Zu klärende Rahmenbedingungen

Letzten Endes kann dieses Projekt erst dann vorangetrieben werden, wenn es auf Landkreisebene diskutiert wurde und sich in den politischen Gremien ein positives Votum für ein solches Vorhaben ergibt. Denkbar wäre in jedem Fall, dass die Thematik durch das Energiemanagement des Landkreises für die Kreisgremien aufbereitet wird.

Gegebenenfalls notwendige Vorstudien können nach der ersten grundsätzlichen Erhebung und einem entsprechenden Beschluss der betrauten Gremien umgesetzt werden. Die Kosten für vergleichbare (Vor-)Studien sind in Größenordnungen von 10.000 bis 15.000 Euro einzuordnen.

Vergleichbare Projekte

Die Abfallwirtschaft des Rems-Murr-Kreises (Baden-Württemberg) betreibt in Backnang-Neuschöntal eine Vergärungs- und Kompostieranlage. Eine weitere Vergärungs- und Kompostieranlage wird von der Abfallverwertungsgesellschaft des Landkreises Ludwigsburg (Baden-Württemberg) geplant.

M7 Energie aus Landschaftspflegematerial

Maßnahmen zur energetischen Nutzung von Landschaftspflegematerial auf Landkreisebene

Während der Ausarbeitung des Energienutzungsplans für die Stadt Lohr a. Main wurden auch die Potenziale für die derzeit noch nicht bzw. wenig genutzte Biomasse (z.B. Landschaftspflegematerial) ermittelt. Auch an dieser Stelle ergibt sich für die Stadt Lohr a. Main selbst nur ein relativ geringes Potenzial. Strauch und Heckenschnitt sind oftmals energetisch nur schwierig zu nutzen (kleine Durchmesser, hoher Rindenanteil, problematisch als Brennstoff).

Auch hier ergibt sich allerdings auf Landkreisebene ein mögliches Potenzial, das noch nicht genutzt wird und das angesichts der schwindenden Potenziale bei der klassischen Biomasse aus Waldholz durchaus eine Berechtigung am Markt haben kann.

Wir empfehlen deshalb, die Potenzialbetrachtung auf Landkreisebene gemeinsam mit der in der vorherigen Maßnahmenbeschreibung definierten Vorstudie mit untersuchen zu lassen, um hier mögliche Verwertungspfade ermitteln zu können.

M8 Industrielle Abwärmenutzung

Maßnahmen zur Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen im Stadtgebiet Lohr a. Main vor dem Hintergrund einer thermischen Energieversorgung von Gewerbe, Industrie und privaten Wohngebäuden

Die Industriebetriebe, die in Lohr a. Main angesiedelt sind, verfügen über ein großes, aktuell noch nicht gehobenes Potenzial für die Abwärmenutzung. Gemeinsam mit Industriepartnern soll dieses Potenzial zunächst analysiert und später auch nutzbar gemacht werden.

Bei den Industrieprozessen entsteht in verschiedenster Form Abwärme, die aktuell nicht genutzt wird. In unmittelbarer Nähe verschiedener Industrieunternehmen gibt es potenzielle Abnehmer für die Wärme. Dabei sind verschiedene Herangehensweisen denkbar:

- Die thermische Energie wird von einem Industrieunternehmen an ein weiteres Unternehmen durchgereicht und dort für Produktionszwecke weiter genutzt.
- Die thermische Energie wird an mehrere Abnehmer, sowohl Gewerbe/Industrie wie auch Privatpersonen verteilt. Dafür wird ein (öffentliches) Wärmenetz aufgebaut.
- Die thermische Energie wird, sofern das Potenzial und das Temperaturprofil dies zulässt, in elektrische Energie umgewandelt. Die trotzdem noch entstehende Abwärme wird ggf. genutzt und über ein Wärmenetz an Privatkunden oder Industriekunden weitergeleitet.

Die im Rahmen des Energienutzungsplans erhobenen Daten lassen erste Rückschlüsse auf das Potenzial zu. Darüber hinaus haben bereits erste Vorgespräche mit Industrievertretern stattgefunden. Zu beachten ist, dass die Angaben in den öffentlich zugänglichen Quellen (Bayerischer Energieatlas) immer für die jährliche Energiemenge und die durchschnittliche Leistung angegeben werden. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass nicht alle Potenziale, die tatsächlich im Projektgebiet vorhanden sind, auch in den öffentlich zugänglichen Quellen genannt werden bzw. sich Diskrepanzen zu den kommunizierten Angaben ergeben.

Mit der Abwärme könnte beispielsweise ein Wärmenetz betrieben werden. Gebäude, die bisher mit fossilen Energieträgern beheizt wurden, könnten dann mit thermischer Energie aus dem "Abfallprodukt" Abwärme versorgt werden.

Umsetzungsvorschlag

Um die notwendigen Schritte für die weitere Vorgehensweise qualifiziert abstimmen zu können, ist zunächst die Durchführung einer Vorstudie notwendig. Dabei wird zunächst erhoben, welche Energiequel-

len/Abwärmepotenziale in welchem Umfang genutzt werden können. In einem zweiten Schritt wird betrachtet, welche Energiesenken im näheren Umfeld der Quellen und unter Berücksichtigung einer möglichst großen Anschlussdichte zur Verfügung stehen.

Quantifizierung der Energiequellen

Die Quantifizierung der Energiequellen ist entscheidend für alle weiteren Bearbeitungsschritte. Wir schlagen folgende Bearbeitungsschritte – auch in Abgrenzung zum Leistungsumfang des Energienutzungsplans – vor:

Leistungsumfang im Energienutzungsplan	Leistungsumfang in der Vorstudie
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Datenquellen: Öffentlich zugängliche Quellen wie z.B. der bayerische Energieatlas. ▪ Hintergrund: Betriebsinterne und damit vertrauliche Daten können nicht öffentlich kommuniziert werden. ▪ Datenqualität: Eingeschränkt, da nur die durchschnittliche Leistung und durchschnittliche Wärmemenge genannt werden. Diskrepanzen sind möglich und bei den kommunizierten Daten nicht auszuschließen. ▪ Fokus Energienutzungsplan: Auf mögliche Potenziale hinweisen, mögliche Projekte benennen und skizzieren, wie die Umsetzung erfolgen kann. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Datenquellen: Interne Daten der beteiligten Unternehmen. Konsortialführer ist die Stadt Lohr a. Main. ▪ Hintergrund: Veröffentlicht werden nur die Endergebnisse, die keine Rückschlüsse auf die jeweiligen Eingangsgrößen zulassen. ▪ Datenqualität: Sehr gute Datenqualität, da eine Darstellung in der Zeit- sowie Leistungsdomäne möglich wird. Abwärmeprofile können entwickelt werden. Aussagen zur Notwendigkeit bzw. Sinnhaftigkeit von Spitzenlastkesseln werden möglich. ▪ Fokus Vorstudie: Stellt fest, ob das Projekt grundsätzlich weiter verfolgt werden soll. Grundlage für weitere technische Planung.

Kriterien für die Qualifizierung der unterschiedlichen Energiequellen:

- Verfügbare Dauerleistung (verlässliche Angaben)
- Verfügbare Spitzenleistung (verlässliche Angaben)
- Leistungsverlauf nach Tagesprofil, Wochenprofil und ggf. Monatsprofil
- Medium, über die die verfügbare Abwärme transportiert wird (Luft, Wasser, Thermoöl, etc.)
- Verortung der Wärmequelle und Anschlussmöglichkeiten für die Einspeisung in ein Wärmenetz
- Möglichkeiten für die Speicherung vor Ort (z.B. Pufferspeicher)

Wesentliche Ergebnisse der Datenerhebung

Die Datenerhebung gibt Antworten darauf, welche Energiemengen tatsächlich zur Verfügung stehen und wie sich diese hinsichtlich des Tages-, Wochen- und ggf. Jahresgangs verändern.

- Welche Energiemengen stehen zur Verfügung?
- Wie ist der Tages-, Wochen-, Monats- und ggf. Jahresgang der Energiemengen?
- Welche Leistung steht zur Verfügung?
- Wie wird die Leistung von den Tages-, Wochen-, Monats- bzw. Jahresgängen beeinflusst?

Quantifizierung der Energiesenken

Ebenso wie die Energiequellen, müssen auch die Energiesenken qualifiziert werden. Hierzu gehört beispielsweise ein Modell für den unterjährigen Leistungsbedarf (thermische Leistung abhängig von jahreszeitlichen/klimatischen Bedingungen) sowie ein Modell für die Sicherung der thermischen Energieversorgung durch Spitzenlastkessel.

Leistungsumfang im Energienutzungsplan	Leistungsumfang in der Vorstudie
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Datenquellen: Keine vorhanden. Abschätzung durch Kennzahlen. ▪ Hintergrund: Einzelbefragungen sind nicht möglich. Abschätzung deshalb durch Typologiewerte ohne Einzelfallbetrachtung. ▪ Datenqualität: Aussagen zu voraussichtlichen Anschlussdichten sind möglich. ▪ Fokus Energienutzungsplan: Zusammenhängende Gebiete mit Gebäuden gleicher Typologie einteilen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Datenquellen: Keine vorhanden. Abschätzung durch Typologie und zusätzlich Einzelfallbetrachtung bei besonders markanten Gebäuden. ▪ Hintergrund: Im Einzelfall können auch die Verbrauchswerte erhoben werden. ▪ Datenqualität: Grundlage sind Typologiewerte. Die Abschätzung wird durch einzelne Abfragen sowie durch genauere Untersuchungen verbessert. ▪ Fokus Vorstudie: Entscheidungsfindung, welche Areale für die Versorgung mit einem Wärmenetz in Frage kommen.

Kriterien für die Qualifizierung der unterschiedlichen Energiequellen:

- Betrachtung der erreichbaren Abnehmerdichte
- Ermittlung des thermischen Energiebedarfs (verlässliche Abschätzung Wärmemenge sowie Leistung) in kleinräumigem Maßstab
- Mögliche Lage des Wärmenetzes
- Jahreszeitlicher Verlauf der benötigten thermischen Energie

Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts

- Welche Jahregänge ergeben sich beim Energiebedarf (Wärmemenge und Leistung) abhängig von den unterschiedlichen Ausbaustufen des Wärmenetzes?
- Welche Ausbaustufen wären denkbar?
- Welche besonders energieintensiven Abnehmer gibt es ggf. im näheren Umfeld?

Modellbildung Zusammenspiel Energiequellen und –senken

Ein entscheidendes Kriterium für den technischen wie auch wirtschaftlichen Betrieb ist das Zusammenspiel von Energiebereitstellung und Energiebedarf.

Rahmenbedingungen Energienutzungsplan	Rahmenbedingungen Vorstudie
Bei einem Wärmenetz, wie es im Energienutzungsplan vorgestellt wird, wird von einer Energiequelle wie beispielsweise einem Biomassekessel oder einem Blockheizkraftwerk ausgegangen. In beiden Fällen würde sich die Energieerzeugung am jeweiligen Energiebedarf orientieren.	Soll Abwärme aus industriellen Prozessen genutzt werden, dann orientiert sich das Energieerzeugungspotenzial nicht an dem tatsächlichen Wärmebedarf. Das Wärmeangebot kann volatil sein und muss ggf. gespeichert werden. Steht darüber hinaus die Versorgungssicherheit im Fokus, muss über entsprechende technische Maßnahmen nachgedacht werden, die diese sicherstellen.

Im Rahmen der Modellbildung werden deshalb zwei Szenarien untersucht. Eine additive Versorgung, bei der die Versorgung aus dem Wärmenetz nicht garantiert werden kann und eine Vollversorgung, bei der dies der Fall ist. Darüber hinaus wird untersucht, in wie weit geeignete Pufferspeicher zur Versorgungssicherheit beitragen können.

Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts

- Welche Überlappung ergibt sich bei Erzeugung und Bedarf?

- Welche Speicher bzw. zusätzlichen Energiequellen müssen ggf. eingebunden werden?

Modellbildung für weitere mögliche Nutzungsoptionen

Neben der Versorgung eines Wärmenetzes besteht auch die Möglichkeit, die thermische Energie in Kälte zu wandeln. Ein weiterer Aspekt ist die Erzeugung von elektrischer Energie – beispielsweise durch einen ORC-Prozess. Diese zusätzlichen wertschöpfungs- und wertsteigernden Maßnahmen werden separat betrachtet.

Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts

- Welche Technologien kommen grundsätzlich in Frage?
- Welcher Zusatzaufwand entsteht?
- Welcher Zusatznutzen entsteht?
- Welche Auswirkungen ergeben sich im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens?

Abschätzung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen

Technische Lösungen für die oben genannten Aufgabenstellungen sind am Markt verfügbar bzw. können entwickelt werden. Aus Abnehmer- bzw. Kundensicht ist die Wirtschaftlichkeit des Angebots entscheidend. Dies bedeutet, dass die Kosten für Wärme aus dem Wärmenetz limitiert sind.

In diesem Arbeitsschritt werden deshalb

- die voraussichtlichen Investitionskosten abgeschätzt,
- die mit dem Anlagenbetrieb einhergehenden Wartungsaufwände abgeschätzt,
- die Kosten und Aufwendungen für die Verwaltung abgeschätzt sowie
- die erzielbaren Verkaufspreise für die thermische Energie ermittelt.

Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts

- Unter welchen Rahmenbedingungen kann ein wirtschaftlicher Betrieb des Vorhabens realisiert werden?
- Welche Faktoren wirken sich besonders auf die Wirtschaftlichkeit aus (Sensitivitätsanalyse)?

Finanzierungsmöglichkeiten, Förderprogramme und Bürgerbeteiligung

Für die Finanzierung der hier beschriebenen Vorhaben stehen verschiedene Optionen zur Verfügung. Im Rahmen der Ausarbeitung wird dargestellt,

- wer als möglicher Träger für die Investition in Frage kommt,
- welche Fördermittel/Förderkredite für das Vorhaben zur Verfügung stehen und
- wie die Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern („Bürgergeld“ bzw. „Bürgerkapital“) erfolgen kann.

Wesentliche Ergebnisse dieses Bearbeitungsschritts

- Welche Finanzierungsmodelle gibt es für das Vorhaben?
- Welche Betreibermodelle gibt es für das Vorhaben?
- In welcher Form können Bürgerinnen und Bürger in das Vorhaben eingebunden werden?

Maßnahmenbereich „Elektrische Energie“

Neben der thermischen Energiebereitstellung kommt der elektrischen Energie eine zentrale Rolle zu. Elektrische Energie ist „Premium-Energie“. Effizienzmaßnahmen in diesem Kontext sowie die lokale Erzeugung von elektrischer Energie sind deshalb wichtige Gestaltungsaspekte bei einer zukünftigen Energieversorgung.

M9 Straßenbeleuchtung

Maßnahmen zur energetischen und wirtschaftlichen Optimierung der Straßenbeleuchtung im Stadtgebiet Lohr a. Main

Die Straßenbeleuchtung in Lohr a. Main wird bereits optimiert. In diesem Zusammenhang wurde eine Bestands-erhebung durchgeführt. Diese ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Ortsteile	Bestand	Leuchten mit NAV	Leuchten Umrüstbar	Leuchten nicht umrüstbar
Halsbach	36	35	0	1
Steinbach	100	80	0	20
Sendelbach	357	288	29	100
Pflobsbach	57	39	14	4
Rodenbach	129	47	66	16
Wombach	244	156	77	11
Sackenbach	144	78	58	8
Ruppertshütten	127	112	8	7
<u>Stadtgebiet Lohr</u>				
Industriegebiet Süd	135	115	20	0
Stadtgebiet	172	101	67	4
Lindigsiedlung	184	176	0	8
Nägelsee	157	80	67	10
Wöhrde	30	30	0	0
Partensteiner Str.	53	21	32	0
Rechtenbacher Str.	147	47	98	2
Westtangente	150	113	37	0
Summen	2222	1458	576	191

Abbildung 74 – Bestandsverzeichnis der Straßenbeleuchtung im Stadtgebiet und den Ortsteilen, Stand Juni 2014. Quelle: Stadtverwaltung Lohr a. Main, 2014

Ziel der Optimierung ist es, möglichst viele der Bestandslampen so umzurüsten, dass bei geringerem Energieeinsatz trotzdem die volle Funktionalität der Straßenbeleuchtung gewährleistet wird.



Abbildung 75 – Noch umzurüstende Straßenbeleuchtung (Ausschnitt aus Gesamtkarte). Quelle: Stadtverwaltung Lohr a. Main, 2014

In der obigen Abbildung (hier aus Platzgründen nur ein Ausschnitt) sind die noch umzurüstenden Straßenlampen rot markiert. In allen anderen Bereichen wurden bereits NAV- oder Energiesparleuchten verbaut.

Geplant ist, möglichst ganze Straßenzüge auf LED-Technik umzurüsten oder Einzelleuchten zwischen dem vorhandenen Gelblicht noch auf NAV-Leuchten umzurüsten bzw. zu ergänzen.

Da sich diese Maßnahme bereits in der Ausführung befindet, wird sie im Energienutzungsplan zur Information aufgeführt. Mit der Umrüstung auf LED- bzw. NAV-Technik können weitere wichtige Effizienzpotenziale gesichert werden.

M10 Optimierung Gebäudebeleuchtung

Maßnahmen zur energetischen und wirtschaftlichen Optimierung der Beleuchtung in den Liegenschaften der Stadt Lohr a. Main

Neben der Straßenbeleuchtung und den dort realisierbaren Einsparpotenzialen besteht auch die Option, die Beleuchtung in den Verwaltungsgebäuden bzw. den Liegenschaften der Stadt Lohr a. Main zu optimieren. Ein möglicher Optimierungsansatz wird sich dabei vor allem an der durchschnittlichen jährlichen Brenndauer der jeweiligen Leuchten orientieren.

Umsetzungsvorschlag

Vergleichbar mit dem Kataster für die Straßenbeleuchtung kann im Rahmen des Energiedatenmanagements erhoben werden, welche Leuchten aktuell installiert sind und mit welcher Brenndauer zu rechnen ist.

Realistisch können bei der Umrüstung von konventioneller Beleuchtung auf LED-Beleuchtung ca. 60 bis 80% des Energieeinsatzes eingespart werden. Für die finanzielle Amortisation ist jedoch entscheidend, welche Brenndauern pro Jahr erreicht werden, da erst dann durch die Einsparung eine Refinanzierung sichergestellt werden kann.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die „Lichtqualität“ und in diesem Zusammenhang auch, welche Anforderungen an die Beleuchtung gestellt werden. Stichworte sind hierbei beispielsweise die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung oder die Farbwiedergabe.

Bei der Umsetzung sollte in jedem Fall ein Fachbüro für Lichtplanung eingebunden werden. Grundsätzlich schlagen wir den folgenden Umsetzungsweg vor:

- Erstellung eines Beleuchtungskatasters für alle Liegenschaften der Stadt Lohr a. Main, wobei erhoben wird,
 - welcher Lampentyp und welche Leuchtmittel verwendet werden,
 - welche Brenndauern sich ergeben und
 - welche Verbesserungsoptionen die Einbausituation zulässt (beispielsweise Einbau von Retrofit-Adapter, etc.).
- Priorisierung anhand vom eingesetzten Leuchtentyp und Brenndauer
- Umsetzungsplanung gemeinsam mit einem Fachbüro

Grundsätzlich kann die Umsetzung auch ohne ein Fachbüro erfolgen. Wir setzen uns jedoch dafür ein, ein solches in die Planungen mit einzubeziehen, damit die gewünschte und notwendige Funktionalität der Beleuchtung auch hinsichtlich der geforderten Qualitätskriterien eingehalten wird.

Kosten-Nutzen-Relation

Die Umrüstung von konventioneller Beleuchtungstechnik hin zu LED-Technik bringt in jedem Fall eine deutliche Energieeinsparung mit sich. Die Umrüstung kann sich in sehr kurzen Zeiträumen rechnen. Denkbar sind, entsprechend lange Brenndauern vorausgesetzt, Zeiträume von drei bis vier Jahren. Genauso sind aber auch deutlich längere Zeiträume denkbar, beispielsweise dann, wenn Rebound-Effekte zum Tragen kommen.

Aus unserer Sicht muss deshalb differenziert für jeden Einzelfall eine Überprüfung stattfinden, die neben einer lichttechnischen Auslegung auch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beinhaltet.

Weitere Faktoren, die bei der Einzelfallbetrachtung ebenfalls berücksichtigt werden können, sind

- verringerte Wärmelasten, die sich auf den Energiebedarf von Lüftungs- und Klimageräten auswirken,
- dynamische Lichtsteuerung abhängig von dem Angebot an natürlichem Licht und damit verbesserte Arbeitsplatzbedingungen sowie
- verbesserte Farbwiedergabe und geringere Blendung sowie Anpassung an aktuelle ergonomische Standards.

M11 Informationskampagne Lokale Energiespeicherung

Informationskampagne zu lokalen Energiespeichern im Zusammenspiel mit regenerativer Energieerzeugung und Elektromobilität

Die Speicherung lokal erzeugter elektrischer Energie wird in Fachkreisen kontrovers diskutiert. Losgelöst von dieser Diskussion können sich dezentrale Energiespeicher in kleineren Leistungsklassen durchaus rechnen. Ein möglicher Anwendungsfall der schon heute Verbreitung findet ist dabei die Speicherung von Sonnenenergie um diese in den Abend- bzw. Nachtstunden nutzbar machen zu können.

Informationsvermittlung und Sensibilisierung

Da diese Technologie noch wenig bekannt ist, kommt der Informationsvermittlung eine wichtige Rolle zu. Dies kann durch die vorgeschlagene Maßnahme „Informations- und Kommunikationskampagne Bürger“ geschehen.

Interessante und funktionale Lösungsansätze für den Einsatz von Speichern bestehen bereits im Projektgebiet. Diese können und sollten zur gezielten Informationsvermittlung genutzt werden. Diese Maßnahme ist im Kontext mit den Maßnahmen „M12c Speicherlösungen bei Fotovoltaikanlagen“ und „M16 Informationskampagne Bürger“ zu sehen.

M12 Fotovoltaik

Maßnahmen zur Energieerzeugung aus Fotovoltaik mit dem Schwerpunkt auf Eigenstromverbrauch und Energiespeicherung

Wie in der Potenzialzusammenfassung dargestellt, besteht in Loehr a. Main durchaus noch Potenzial für die Installation von Fotovoltaikanlagen zur elektrischen Energieerzeugung. Auch wenn die Globalstrahlung niedriger ist als in anderen Teilen des Freistaats, machen die gesunkenen Investitionskosten in Solaranlagen den Betrieb wirtschaftlich interessant. Entscheidend sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen (Novellierung des EEG). Diese bedeuten für Fotovoltaikanlagen, die auf die reine Einspeisung der elektrischen Energie in das Netz ausgelegt sind, keine großen Renditen mehr. Anders stellt sich die Situation allerdings dar, wenn die erzeugte elektrische Energie selbst genutzt werden kann. Dies bedingt jedoch eine andere Herangehensweise als dies bisher der Fall war.

Auf Eigenstromverbrauch optimierte Fotovoltaikanlagen

In der Vergangenheit wurden PV-Anlagen vor allem unter dem Aspekt einer möglichst vollständigen Einspeisung der elektrischen Energie in das Stromnetz konzipiert. Um Skaleneffekte, die sich aus der Anlagengröße ergaben, wurden möglichst große PV-Anlagen installiert. Die Optimierung des Eigenverbrauchs stand dabei nicht im Vordergrund. Mit der letzten Novellierung des EEG hat sich diese Situation maßgeblich verändert. Der Eigenstromverbrauch von PV-Strom ist nach wie vor wirtschaftlich. Allerdings ist ein entscheidendes Kriterium die möglichst optimale und auf den Energiebedarf zugeschnittene Energieerzeugung geworden.

In diesem Kontext spielt das Nutzer- bzw. Verbraucherverhalten eine wichtige Rolle. Zielt man auf eine zeitgleiche bzw. mit dem Verbrauch synchrone Erzeugung elektrischer Energie ab, dann können sich bei Fotovoltaikanlagen nach wie vor interessante wirtschaftliche Betreibermodelle ergeben. Um die zweifelsfrei noch vorhandenen Potenziale im kommunalen Bereich erschließen zu können, ist die erneute Beschäftigung mit der Thematik notwendig. Darauf zielen die im Folgenden dargestellten Maßnahmen ab.

M12a – Erneute Prüfung und Bewertung der kommunalen Dächer auf Eignung für den Einsatz von Fotovoltaikanlagen unter dem Aspekt des Eigenstromverbrauchs

Mögliche Dachflächen für die Installation von PV-Anlagen auf kommunalen Gebäuden stehen in Loehr a. Main nach wie vor zur Verfügung. Eine systematische Erhebung der Dachflächen sowie des in den Gebäuden vorhandenen Energiebedarfs hat allerdings bisher nicht stattgefunden. Die Maßnahme M12a zielt deshalb darauf ab,

- die Dachflächen der kommunalen Gebäude erneut auf die Eignung für die Installation einer Fotovoltaikanlage zu bewerten,
- den elektrischen Energieverbrauch der betroffenen Gebäude zumindest anhand der Nutzungsart, besser jedoch anhand von typischen Lastkurven zu erheben,
- weitere Spezifika des Nutzerverhaltens und des damit einhergehenden Verlaufs des Energieverbrauchs zu ermitteln (z.B. Ferienzeiten bei Schulen mit extrem reduzierter Nutzung der erzeugten Energie in den Sommermonaten, etc.) sowie
- die Ergebnisse für die sich potenziell eignenden Gebäude in einer differenzierten Bewertung zusammenzuführen.

Aus dem sich daraus ergebenden Katalog können dann die Dachflächen ausgewählt werden, bei denen sich die Installation einer Fotovoltaikanlage aller Voraussicht nach lohnt.

M12b – Umsetzung der Anlagen als Bürgeranlagen bzw. Genossenschaftsmodell

Die Umsetzung bzw. Installation der PV-Anlagen kann entweder durch die Stadt oder aber in Form von Gemeinschaftsanlagen realisiert werden. Dadurch können die Bürgerinnen und Bürger selbst vom Anlagenbetrieb und an der Stromproduktion partizipieren.

In diesem Zusammenhang ist jedoch darauf hinzuweisen, dass mit der Novellierung des EEG die bestehenden Betreibermodelle auf den Prüfstand gestellt werden müssen. Unter Umständen könnte es sein, dass die EEG-Umlage mit in die Kalkulation einbezogen werden muss. Deshalb ist eine genaue Prüfung des Sachverhalts, der Beteiligungsform sowie des Betreibermodells im Einzelfall unabdingbar.

Maßnahmenbereich „Mobilität“

Gerade im ländlichen Raum spielt die Mobilität eine wichtige Rolle. Ob als Individualmobilität, in Form des ÖPNV oder auch vor einem touristischen Hintergrund, Mobilität bedingt Energieeinsatz und neue Technologien streben vor allem hier auf den Markt.

M13 ÖPNV

Maßnahmen zur verstärkten Nutzung des ÖPNV in Lohr a. Main für Pendler und Privatpersonen

Die Attraktivität des ÖPNV ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig. Einer der entscheidenden Faktoren ist aber in jedem Fall der praktische Nutzen, der sich für einen potenziellen Kunden ergibt. An den Individualverkehr gewöhnte Nutzer stellen entsprechend hohe Anforderungen an den ÖPNV:

- Verdichtete Taktzeiten
- Durchgängigkeit des Angebots über Gemeinde- und Landkreisgrenzen hinaus
- Auch frühe bzw. späte Fahrten können mit dem ÖPNV erledigt werden
- Komfort und Bequemlichkeit

Im Stadtgebiet besteht mit dem „Lohrliner“ ein gutes ÖPNV-Angebot, in das auch die Werksverkehre von Bosch-Rexroth eingebunden sind. Beispielsweise wird der Bahnhof viermal pro Stunde angefahren.

Integration Stadtbuss in übergeordnete Verkehrskonzepte

Den ÖPNV (auch außerhalb von Lohr a. Main) attraktiver für Berufspendler zu machen und eine Alternative zum Individualverkehr zu schaffen, kann alleine durch die Stadtverwaltung kaum bewältigt werden. Hierzu müssen gemeinsame Anstrengungen auf Landkreisebene unternommen werden.

Diese kommunale Aufgabe gewinnt vor allem vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und den damit verbundenen sich ändernden Mobilitätsansprüchen zusätzliche Bedeutung, dem mit entsprechend angepassten Angeboten begegnet werden muss.

Als Maßnahmenempfehlung sprechen wir uns deshalb dafür aus, auf Landkreisebene das Thema ÖPNV sowie die langfristige Gestaltung des ÖPNV auch vor den Anforderungen der anderen Kommunen im Kreis zu diskutieren um entsprechende Lösungsansätze voranzutreiben.

M14 Elektromobilität

Maßnahmen zur Stärkung zukunftsgerechter Individualmobilität in Lohr a. Main im Rahmen eines Maßnahmenbündels zur Elektromobilität

In der Stadt Lohr a. Main sind derzeit rund 8.900 PKW¹⁷ zugelassen. Hinzu kommen die PKW der Berufseinpender über die Gemeindegrenzen, die täglich nach Lohr einpendeln. Damit bietet der Themenkomplex „Individualmobilität“ vor dem Hintergrund der Energiebereitstellung und lokalen Wertschöpfung ein großes Potenzial.

¹⁷ Stand 01.01.2014: 8.878 PKW - www.statistikdaten.bayern.de

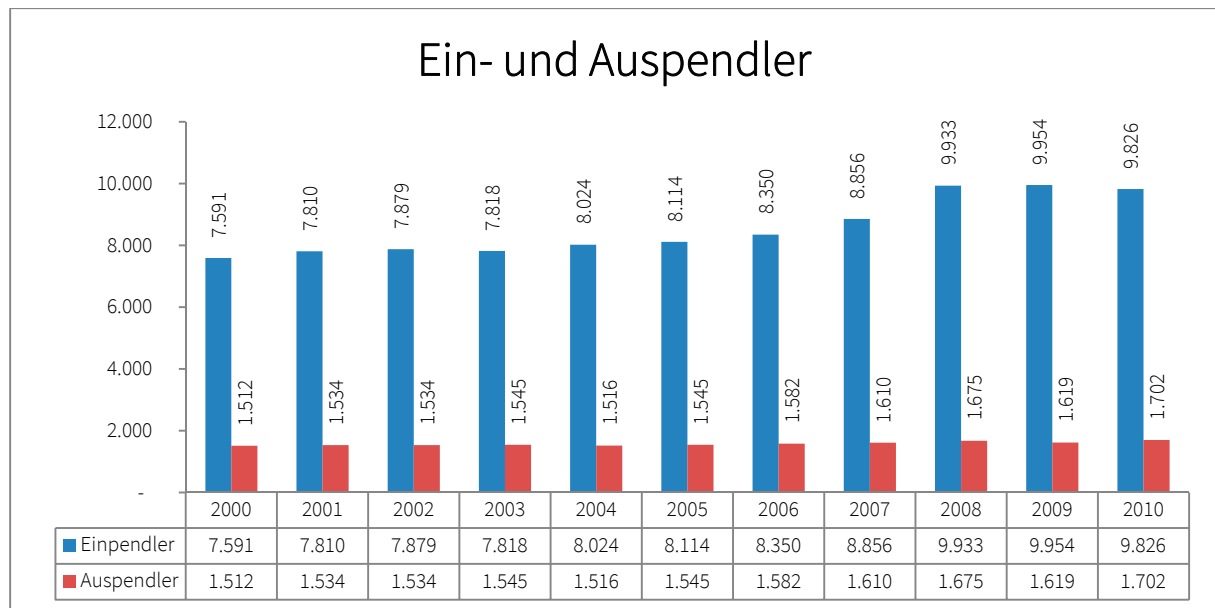


Abbildung 76 – Berufsein- und Auspendler über die Gemeindegrenzen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014 nach Daten des statistischen Bundesamts

Die Zahl der Berufseinpendler ist im Zeitraum 2000 bis 2010 um mehr als 29% gestiegen. Gesicherte statistische Erhebungen dazu, welche Verkehrsmittel im Einzelnen von den Pendlern genutzt werden liegen leider nicht vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass in vielen Fällen der private PKW genutzt wird.

Im gleichen Zeitraum hat die Zahl der Berufsauspendler um knapp 13% zugenommen. Auch hier kann davon ausgegangen werden, dass in vielen Fällen private PKW für die Fahrten zur Arbeit genutzt werden.

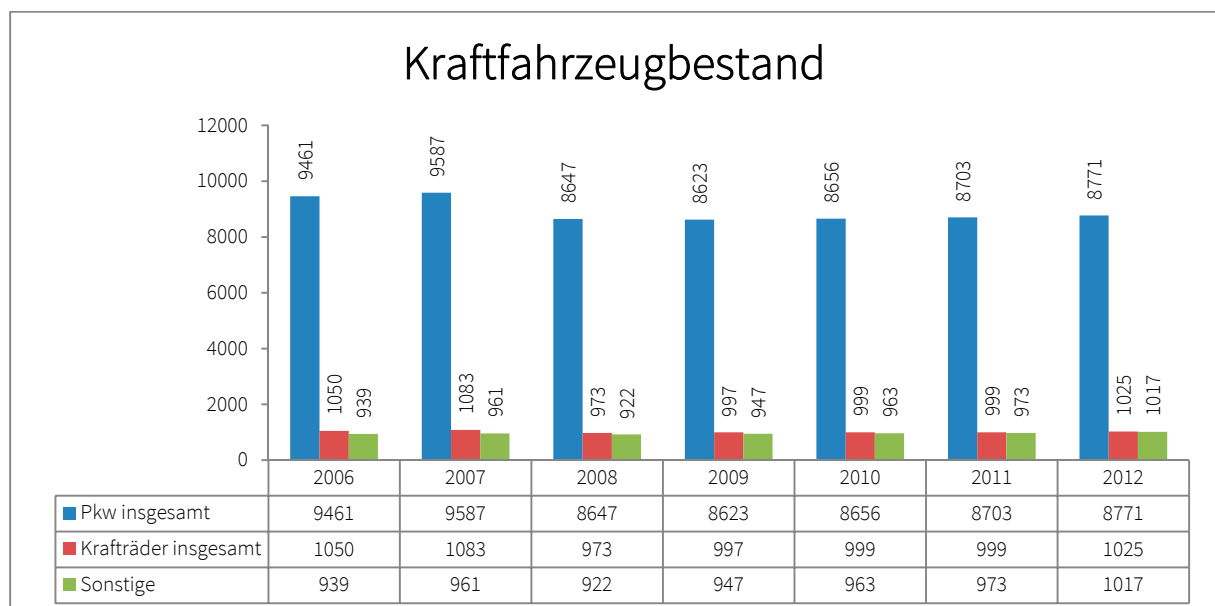


Abbildung 77 – Kraftfahrzeugbestand in Lohr a. Main 2006 bis 2012. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts.

Der Kraftfahrzeugbestand, in der obigen Abbildung sind die Jahre 2006 bis 2012 dargestellt, hat wieder leicht zugenommen. Aktuell sind rund 8.900 PKW in der Stadt Lohr a. Main zugelassen.

Pendlerverhalten

Das Pendlerverhalten ist, gerade im ländlichen Raum, von Kurzstrecken geprägt. Knapp 90% aller Pendlerfahrten überbrücken maximal 25km. Nur 11% der Pendler legen mehr als 25km und weniger als 50km zurück und nur 2% haben Anfahrtswege, die länger als 50km sind. Die hier genannten Zahlen wurden auf Bundesebene erhoben, können aber sicherlich auch für das Projektgebiet Anwendung finden.

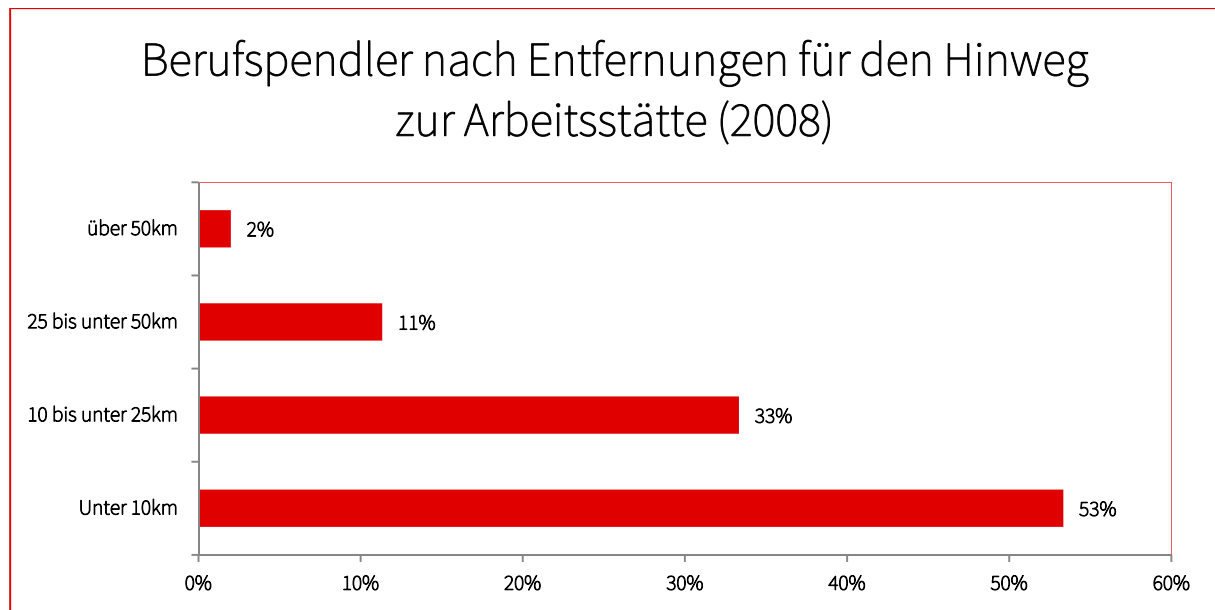


Abbildung 78 – Berufspendler nach Entfernungen für den Hinweg zur Arbeitsstätte (2008). Quelle: Statistisches Bundesamt

Anders ausgedrückt: Mit Elektromobilität können schon heute bei allen Witterungsbedingungen, d.h. auch im Winter, bei geringeren Batteriekapazitäten und den damit verbundenen Reichweiteneinbußen, deutlich über 90% aller Pendlerfahrten ohne jede Einschränkung und „Nachtanken“ erledigt werden.

Lokale Wertschöpfung

Mobilität bedingt Energieeinsatz und der kostet Geld. Im Fall konventioneller Antriebssysteme Geld, das den lokalen Wirtschaftskreisläufen entzogen wird und nicht mehr zur lokalen Wertschöpfung beitragen kann.

Wir gehen davon aus, dass in Lohr a. Main Fahrzeuge unterschiedlichster Alters- und Leistungsklassen angemeldet sind. Dies bedeutet, dass sich sowohl besonders sparsame als auch weniger sparsame Fahrzeuge in der Nutzung befinden. Die folgende Tabelle gibt eine Abschätzung des voraussichtlichen Energieeinsatzes wieder, der sich aus der Relation von jährlicher Laufleistung und dem Durchschnittsverbrauch für alle Fahrzeuge ergibt.

Benötigte Treibstoffmenge in Abhängigkeit von Laufleistung und Durchschnittsverbrauch			
Durchschnittsverbrauch in Liter / 100km			
	5,0 Liter / 100km	7,5 Liter / 100km	10,0 Liter / 100km
Laufleistung	7500	3.337.500	6.675.000
	10000	4.450.000	8.900.000
	12500	5.562.500	8.343.750
	15000	6.675.000	10.012.500
	17500	7.787.500	11.681.250
	20000	8.900.000	13.350.000

Tabelle 25 – Abschätzung jährlicher Gesamtreibstoffverbrauch in Litern abhängig von jährlicher Laufleistung und Durchschnittsverbrauch bezogen auf die in der Stadt Lohr a. Main zugelassenen Fahrzeuge

Wird für die 8.900 in der Stadt Lohr a. Main zugelassenen Fahrzeuge ein Durchschnittsverbrauch von 7,5 Litern je 100km und eine jährliche durchschnittliche Laufleistung von 12.500km unterstellt, dann ergibt sich bei dieser Modellannahme ein Treibstoffbedarf von 8.343.750 Litern pro Jahr¹⁸.

¹⁸ Bei den hier als Annahme formulierten Eckdaten zu Laufleistung und Verbrauch können sich Abweichungen ergeben. Deshalb ist in den jeweiligen Tabellen auch ein niedrigerer bzw. höherer spezifischer Durchschnittsverbrauch sowie eine niedrigere und höhere Laufleistung angegeben.

Treibstoffkosten in Euro / Jahr bei 1,40 Euro je Liter				
Durchschnittsverbrauch in Liter / 100km				
		5,0	7,5	10,0
Laufleistung	7.500	4.672.500 €	7.008.750 €	9.345.000 €
	10.000	6.230.000 €	9.345.000 €	12.460.000 €
	12.500	7.787.500 €	11.681.250 €	15.575.000 €
	15.000	9.345.000 €	14.017.500 €	18.690.000 €
	17.500	10.902.500 €	16.353.750 €	21.805.000 €
	20.000	12.460.000 €	18.690.000 €	24.920.000 €

Tabelle 26 – Aus dem Treibstoffverbrauch resultierende Kosten bei einem durchschnittlichen Kraftstoffpreis von 1,40 Euro / Liter abhängig von Laufleistung und Durchschnittsverbrauch der in Loehr a. Main zugelassenen Fahrzeuge.

Bei einem angenommenen Durchschnittspreis von 1,40 Euro je Liter Treibstoff müssten bei dieser Modellannahme also jährlich knapp 11,7 Mio. Euro für die Treibstoffbeschaffung vorgesehen werden.

Dies ist vor allem im Hinblick auf die lokale Wertschöpfung eine bemerkenswerte Zahl, weil

- diese Finanzmittel den lokalen Wirtschaftskreisläufen entzogen werden und
- nur ein kleiner Teil der verausgabten Mittel ggf. über Ausgleichsmechanismen wieder an die Stadt zurückfließt.

Davon in wie weit sich realistische Veränderungen an dieser Situation durch den verstärkten Einsatz der E-Mobilität erreichen lassen, handelt der nächste Abschnitt.

Aktuelle Entwicklungen bei der Elektromobilität

Die Dynamik hin zur Elektromobilität ist nach wie vor ungebrochen. Dies zeigt sich zum einen an den Zulassungszahlen für E-Fahrzeuge und zum anderen an einer beständig wachsenden Modellpalette. In nahezu jeder Fahrzeugklasse sind mittlerweile auch Modelle mit Elektroantrieb (Hybrid- oder vollelektrische Modelle) verfügbar. Im Segment der Leichtfahrzeuge ist dies beispielsweise der Renault Twizy. In der Klasse der Klein- und Kompaktwagen der Renault ZOE, der BMW i3 oder der VW e-Golf. Auch bei typischen Transportern gibt es mittlerweile Angebote für rein elektrischen Antrieb mit dem Renault Kangoo oder dem Nissan E-NV200.

Insgesamt werden aktuell mehr als 20 Fahrzeugtypen als Serienmodelle mit rein elektrischem Antrieb angeboten. Die Anzahl der Hybridfahrzeuge ist nochmals deutlich größer.

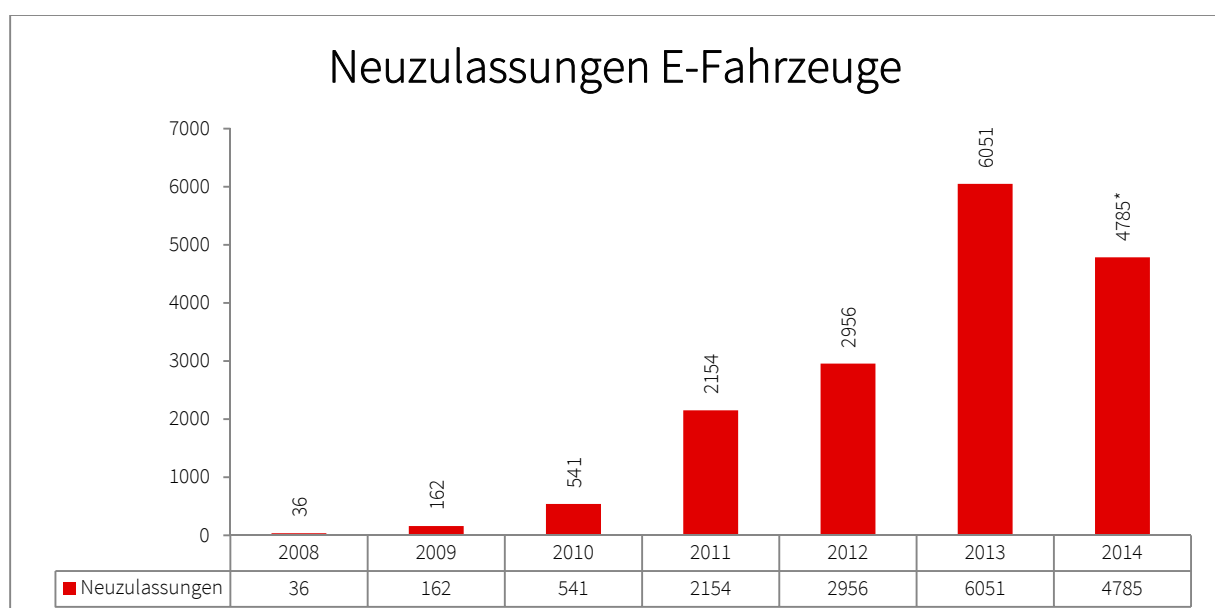


Abbildung 79 – Neuzulassung E-Fahrzeuge (*Stand Ende Juli 2014, d.h. 2014 noch nicht vollständig abgebildet), eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Kraftfahrtbundesamtes, 2014;

Ein weiterer Treiber sind die sinkenden Batteriekosten bei gleichzeitig steigender Kapazität und der damit verbundenen erzielbaren größeren Reichweite. Gerade die Reichweite wird als mögliche Einschränkung empfunden. Spätestens mit der aktuellen Generation von Elektrofahrzeugen ist diese Einschränkung aber überwunden, da Reichweiten von über 200km mit einer Batterieladung möglich sind.

Wie sehr Elektrofahrzeuge im Mainstream angekommen sind, lässt sich auch an den Fahrzeugpreisen festmachen. Das Unternehmen Horvath und Partner nennt im aktuellen „New-Mobility-Tacho“ die in der folgenden Abbildung zusammengefassten Zahlenwerte.

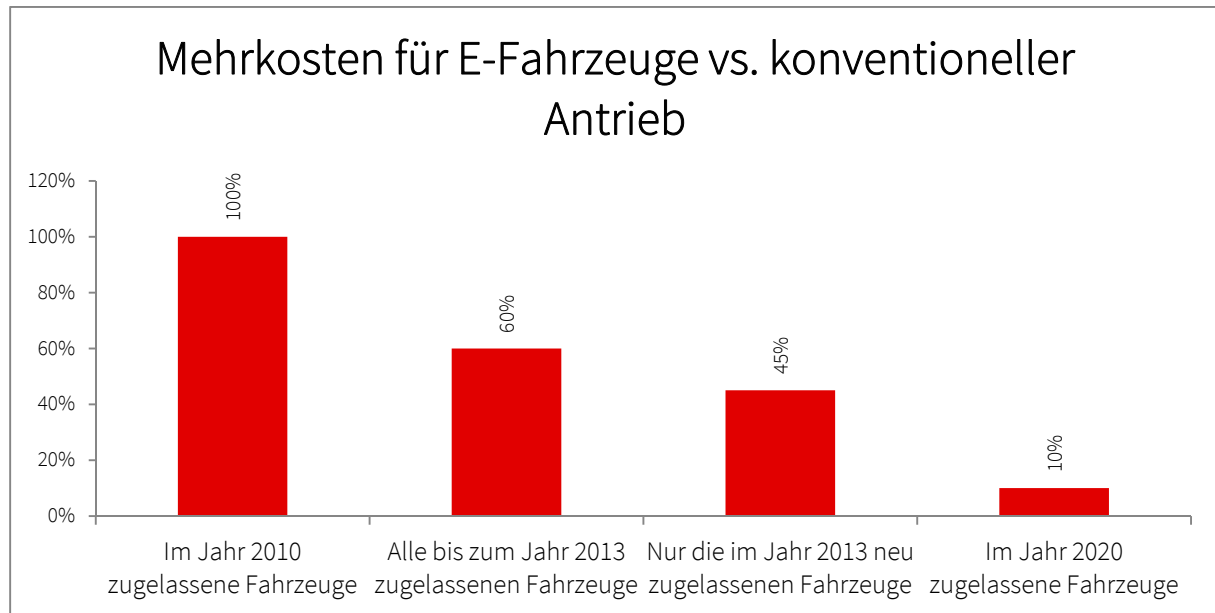


Abbildung 80 – Entwicklung der Mehrkosten für Elektrofahrzeuge gegenüber solchen mit konventionellem Antrieb. Eigen Darstellung nach Daten des „New-Mobility-Tacho“, Horvath und Partner, 2014

Demnach waren Elektrofahrzeuge im Jahr 2010 noch annähernd doppelt so teuer als konventionelle Fahrzeugtypen. Diese Mehrkosten sind bei allen im Jahr 2013 zugelassenen Fahrzeuge (d.h. Fahrzeuge, die 2013 oder in einem vorherigen Jahr erstmals zugelassen wurden) auf 60% gefallen. Werden nur die Fahrzeuge betrachtet, die im Jahr 2013 erstmals zugelassen wurden, ergeben sich nur noch Mehrkosten von 45% gegenüber konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Horvath und Partner geht darüber hinaus davon aus, dass die Mehrkosten bis zum Jahr 2020 nur noch maximal 10% betragen werden. Trotzdem muss an dieser Stelle festgehalten werden, dass die Anschaffungskosten der Fahrzeuge noch immer höher sind als die vergleichbarer Modelle mit konventionellem Antrieb. Ein weiterer Treiber für die Akzeptanz der Elektromobilität ist sicherlich auch die sich laufend verbessernde Ladeinfrastruktur. Ein Elektroauto zu laden dauert, entsprechende Infrastruktur vorausgesetzt, nur noch 20 bis 30 Minuten. Um eine breite Akzeptanz zu schaffen, ist es aber nötig an strategischen Stellen weitere, öffentlich zugängliche Ladeeinrichtungen zu schaffen.

Ladetechnik

Stand der Technik ist Laden mit dem „Typ-2-Stecker“. Die Ladetechnik und die Protokolle zum Datenaustausch sind international genormt. Für das Laden stehen drei Modi zur Verfügung (vgl. folgende Tabelle).

Modus	Maximaler Ladestrom	Beschreibung
Mode 1	16A	Laden über Haushaltssteckdose
Mode 2	bis 32A	Ladung erfolgt einphasig oder dreiphasig. Kodierung über Pilotkontakte.
Mode 3	bis 250A	Ladung erfolgt dreiphasig. Datenaustausch zwischen Ladestation und Fahrzeug stellt maximale Systembelastbarkeit fest und regelt darauf ein.

Abbildung 81 – Kurzüberblick möglicher Modi für die Ladung von Elektrofahrzeugen

Je höher der maximale Ladestrom, desto schneller können die Akkus der Fahrzeuge wieder aufgeladen werden. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang jedoch, dass nicht jedes Elektrofahrzeug auch mit großen Strömen zurechtkommt und die Steuerungselektronik in der ggf. den Ladestrom begrenzt.

Wertschöpfungssituation bei Elektromobilität

Im Gegensatz zu den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor wird bei Elektrofahrzeugen der durchschnittliche Energieeinsatz nicht in Litern je 100km, sondern in kWh je 100km bemessen. Typisch sind Werte um die 17,5kWh je 100km oder darunter. Da es auch E-Fahrzeuge gibt, die einen höheren spezifischen Energieeinsatz haben, wurde auch an dieser Stelle die gesamte Bandbreite von sehr niedrigem bis zu sehr hohem Durchschnittsenergieverbrauch angegeben.

Benötigte Energiemenge in Abhängigkeit von Laufleistung und Durchschnittsverbrauch				
		Durchschnittsverbrauch in kWh / 100km		
		15	17,5	20
Laufleistung	7.500	10.012.500	11.681.250	13.350.000
	10.000	13.350.000	15.575.000	17.800.000
	12.500	16.687.500	19.468.750	22.250.000
	15.000	20.025.000	23.362.500	26.700.000
	17.500	23.362.500	27.256.250	31.150.000
	20.000	26.700.000	31.150.000	35.600.000

Tabelle 27 – Energiebedarf bei Elektrofahrzeugen abhängig von Durchschnittsverbrauch und der durchschnittlichen jährlichen Laufleistung

Würden alle in der Stadt Lohr a. Main zugelassenen PKW mit elektrischer Energie betrieben, dann würde sich bei gleichen Modellannahmen wie oben ein Energiebedarf von 19.500.000kWh ergeben.

Energiekosten in Euro / Jahr bei 0,29 Euro / kWh				
		Durchschnittsverbrauch in kWh / 100km		
		15	17,5	20
Laufleistung	7.500	2.903.625 €	3.387.563 €	3.871.500 €
	10.000	3.871.500 €	4.516.750 €	5.162.000 €
	12.500	4.839.375 €	5.645.938 €	6.452.500 €
	15.000	5.807.250 €	6.775.125 €	7.743.000 €
	17.500	6.775.125 €	7.904.313 €	9.033.500 €
	20.000	7.743.000 €	9.033.500 €	10.324.000 €

Tabelle 28 – Mobilitätskosten Elektromobilität abhängig von Laufleistung und Durchschnittsverbrauch bei einem angenommenen Strompreis von 29ct / kWh.

Um zu einem guten Vergleich zu kommen wird an dieser Stelle nicht unterstellt, dass die Energie hierfür aus selbsterzeugter regenerativer Energie stammt (günstigere Energiepreise durch Eigenverbrauch der elektrischen Energie), sondern aus dem Netz zu marktüblichen Preisen bezogen wird. Ein Marktpreis in Höhe von 29ct/kWh vorausgesetzt, ergeben sich bei gleichen Voraussetzungen wie oben, jährliche Kosten in Höhe von rund 5,6 Mio. Euro.

Realistisches Szenario für die Einführung der Elektromobilität in Lohr a. Main

Selbstverständlich ist es illusorisch zu glauben, dass innerhalb kürzester Zeit sämtliche Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb durch solche mit E-Antrieb substituiert werden können. Angesichts der technischen Fortschritte im Batteriesegment, der zunehmenden Verknappung und den damit verbundenen Kostensteigerungen bei fossilen Brennstoffen und der steigenden Sensibilität für Klima- und Umweltschutz wird dies allerdings eine langfristige Perspektive sein.

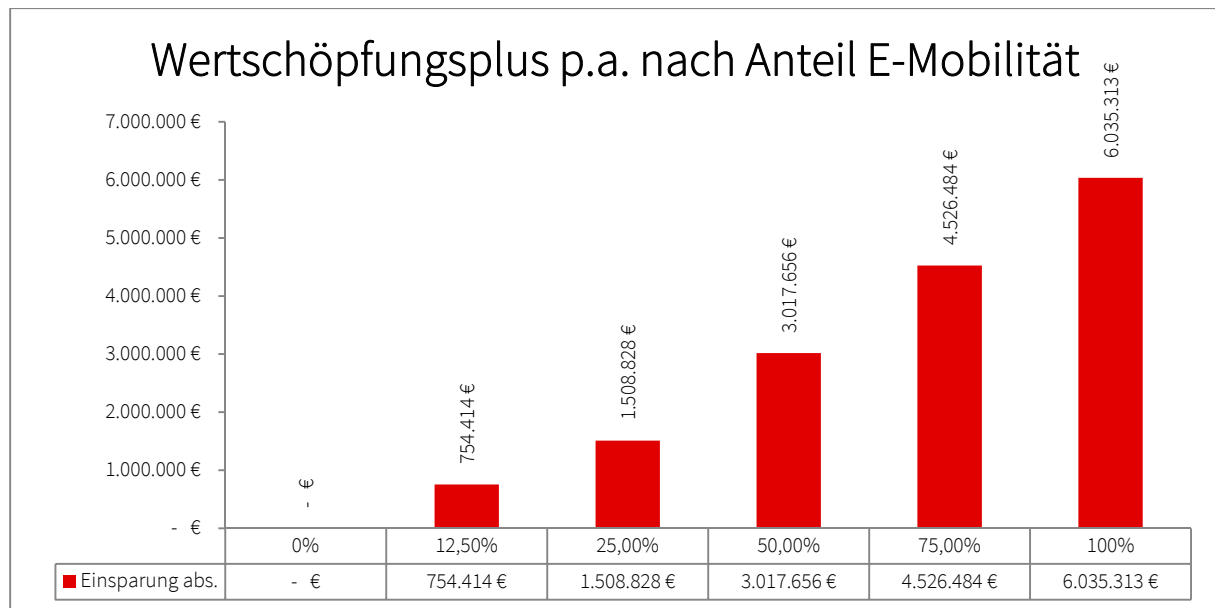


Abbildung 82 – Theoretisches Wertschöpfungsplus abhängig von Anteil E-Mobilität in Lohr a. Main; eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.

Schon ein Anteil von 25% E-Fahrzeugen würde bedeuten, dass pro Jahr rund 1,5 Mio. Euro weniger für Treibstoff ausgegeben werden müssten. Dieser Betrag könnte stattdessen den lokalen Wirtschaftskreisläufen zu Gute kommen und damit die lokale Wertschöpfung steigern.

Wie bereits oben ausgeführt, sind aktuell noch Mehrkosten in Höhe von rund 45% für E-Fahrzeuge im Vergleich zu Fahrzeugen mit konventionellem Antrieb in ähnlichen Kategorien üblich. Allerdings schwindet diese Preisdifferenz merklich mit jeder weiteren Generation von E-Fahrzeugen. Auf der anderen Seite bieten E-Fahrzeuge bei den Unterhaltskosten schon heute große Vorteile, da der Energieeinsatz günstiger ist (selbst bei Betrachtung der nicht vermeidbaren Ladeverluste) und die Wartungsintervalle größer sind.

In diesem Themenfeld sehen wir das Potenzial für drei Teilprojekte. Zum einen der Einsatz von E-Mobilität im kommunalen Umfeld, zum anderen der Aufbau von Ladeinfrastruktur für Pendler und Touristen und zum dritten eine Informations- und Kommunikationskampagne zum Thema Elektromobilität, die sich an die interessierte Öffentlichkeit wendet.

M14a Teilprojekt Kommunale E-Flotte

Nutzung von E-Fahrzeugen durch die Stadtverwaltung Lohr a. Main

Dieses Teilprojekt zielt darauf ab, einzelne Fahrzeuge der kommunalen Flotte durch Elektrofahrzeuge zu ersetzen. Dies dient dazu, sich mit der Technologie vertraut zu machen und in der Bevölkerung für die Nutzung von Elektrofahrzeugen zu werben. Darüber hinaus ergibt sich aus der erzielbaren Emissionsminderung ein weiterer positiver Nebeneffekt.

Folgende Entscheidungskriterien können dabei genutzt werden:

- Ladevolumen und Anwendungszweck
 - Steht bei der Nutzung der Personentransport im Vordergrund, dann kann aus einer Vielzahl von Modellen gewählt werden.
 - Muss neben Personen auch Material transportiert werden, dann bieten sich beispielsweise Modelle von Renault oder Nissan an. Diese „Kastenwagen“ eignen sich für den Transport von Material.
- Reichweite und Optionen für Schnellladung
 - Abhängig von der täglichen Laufleistung kann es notwendig sein, eine Option für Schnellladung vorzusehen, damit der dafür notwendige Energiebedarf innerhalb kurzer Zeit wieder nachgeladen werden kann.
 - Als Mindestreichweite kann auch im Winter mit ca. 80 Kilometern gerechnet werden.
 - Viele Fahrzeuge sind bereits, passende Ladestationen vorausgesetzt, nach kurzer Zeit wieder zu mindestens 80% geladen.

- Leasing-Optionen für Fahrzeuge und Batterien
 - Ein weiteres wichtiges Kriterium sind die Leasing-Optionen für das Fahrzeug und die Batterien. Das Leasing der Batterien hat den Vorteil, dass über den gesamten Leasing-Zeitraum eine Mindestkapazität garantiert wird. Wird diese Mindestkapazität wegen Alterung oder anderer vom Nutzer nicht zu verantwortender Einflüsse nicht mehr erreicht, dann wird die Batterie durch eine neue ersetzt.
- Garantieleistungen für Fahrzeug und Batterien
 - Sollen die Batterien gekauft statt geleast werden, dann muss in jedem Fall im Vorfeld geklärt werden, welche Garantien für die Batterien gegeben werden.

M14b Teilprojekt Ladestationen für Pendler und Touristen

Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur für Pendler und Touristen in Lohr a. Main

Um die Elektromobilität voranzutreiben bedarf es geeigneter Lademöglichkeiten. Viele touristisch geprägten Regionen haben darüber hinaus die Erfahrung gemacht, dass eine gute Ladeinfrastruktur zunehmend zum Kriterium im Tourismusmanagement wird.

Ladestationen

Ein wesentliches Unterscheidungskriterium bei Ladestationen ist der Steckertyp. Ladestationen mit „Typ 2 Steckern“ haben sich am Markt durchgesetzt. Die überwiegende Mehrzahl der Fahrzeuge ist darauf ausgerichtet.

Am Markt sind unterschiedlichste Ladestationen erhältlich. Entscheidungskriterien für den Einsatz im öffentlichen Raum sind

- Abrechnungssysteme und Konfigurierbarkeit
 - Abhängig davon, ob der zum Laden eines Elektrofahrzeugs benötigte Strom kostenfrei oder gegen eine Vergütung abgegeben wird, wird auch ein entsprechendes Abrechnungssystem benötigt. Dieses vorausgesetzt, kann auch mit Kreditkarte oder einer Kundenkarte geladen werden.
 - Die Erfahrungen in anderen Kommunen zeigen, dass ein Münzeinwurf eine weitere sinnvolle Möglichkeit sein kann.
 - Gegebenenfalls macht es auch Sinn, den Strom grundsätzlich kostenfrei abzugeben, da auf diesem Weg die Anschaffungskosten für die Ladestationen gesenkt werden können und die laufenden Kosten für Abrechnungssysteme bzw. die Münzleerung entfallen können. Über die jeweilige Vorgehensweise muss jedoch im Einzelfall entschieden werden.
- Kabel
 - Grundsätzlich besteht die Möglichkeit Ladestationen mit Kabeln auszurüsten. Erfahrungen haben jedoch gezeigt, dass Kabel gestohlen oder mutwillig zerstört werden. Aus diesem Grund raten wir dazu, Ladestationen mit einer Steckbuchse zu verwenden, Diese entsprechen dem heutigen Standard praktisch aller Ladesäulen im öffentlichen Raum.
- Fernauslesbarkeit
 - Fernauslesbarkeit macht vor allem dann Sinn, wenn ein Abrechnungssystem eingebunden werden soll. Es kann aber auch sinnvoll sein, eventuelle Fehlermeldungen auf diese Weise zu erfassen oder die Verbrauchswerte fernauszulesen. Abhängig vom Installationsort und der Verfügbarkeit einer Internetverbindung muss diese Entscheidung im Einzelfall getroffen werden.

Solar-Carports und solargestütztes Laden

Werden Parkplätze zu überdachten Carports umgebaut, dann eröffnet dies die Möglichkeit auch eine Fotovoltaikanlage zu integrieren und damit solargestütztes Laden zu ermöglichen. Bei solargestütztem Laden wird primär die erzeugte Energie der Fotovoltaikanlage zum Laden der Fahrzeuge benutzt, wobei der Ladestrom an die momentane Leistung der PV-Anlage angepasst wird.

Reicht die Leistung der PV-Anlage nicht mehr aus, kann auch elektrische Energie aus dem Stromnetz zum Laden genutzt werden. Ladestationen, die solargestütztes Laden unterstützen, sind vielfältig konfigurierbar und können für den jeweiligen Anwendungszweck optimiert werden.



Abbildung 83 a/b – Solarcarports mit integrierter Ladetechnik. Quelle: Schletter.de

Solarunterstütztes Laden setzt nicht voraus, dass ein Carport vorhanden ist. Auch eine Dachanlage kann als Energiequelle für eine Ladestation genutzt werden.

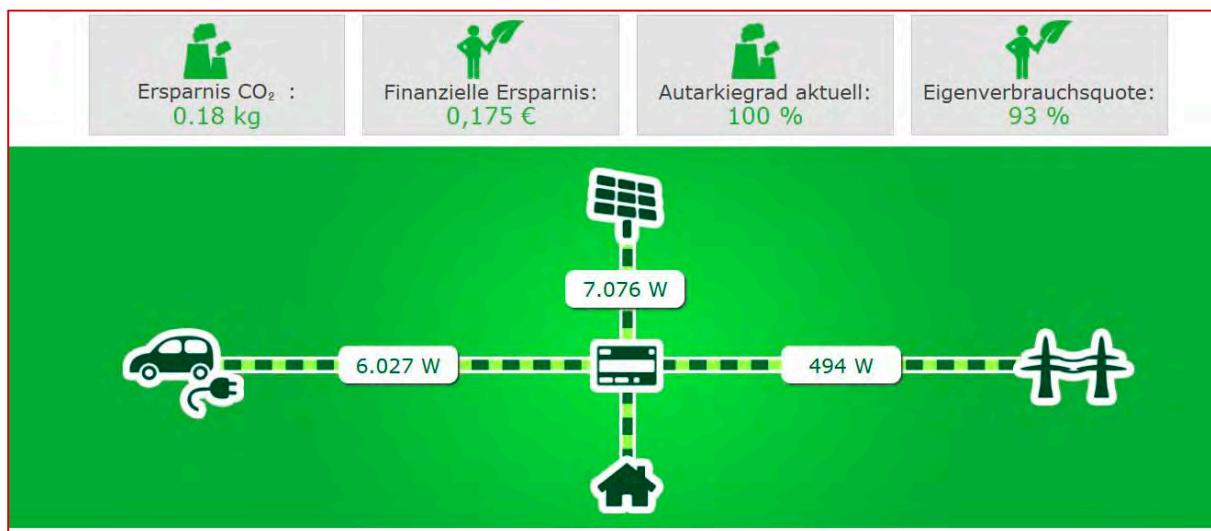


Abbildung 84 – Beispiel für Energiemonitoring bei Ladestationen des Herstellers Schletter. Quelle: Screenshot von Kundenanlage, CHROSIS 2014

In diesem Fall ist es sogar möglich, den Ladestrom für die Ladestation so zu regeln, dass der elektrische Energiebedarf des Gebäudes mit berücksichtigt wird. Auf diese Weise kann der Autarkiegrad deutlich gesteigert werden, da der Netzbezug weitestgehend vermieden wird.

Kosten für Ladestationen und Carports

Ladestationen gibt es, wie oben schon ausgeführt, in den unterschiedlichsten Ausführungen. Um die Gesamtkosten für besser einschätzen zu können, kann von einem Installationspreis von ca. 5.000 Euro je Ladestation mit zwei Ladepunkten ausgegangen werden. Bei besonders günstigen Bedingungen (einfacher elektrischer Anschluss ist möglich, kurze Kabelwege können realisiert werden) können die Kosten durchaus niedriger ausfallen. Bei schlechteren Randbedingungen und größerem Komfort der Ladestation ist mit entsprechend höheren Kosten zu rechnen.

Auch bei Solarcarports ergeben sich entsprechende Skaleneffekte. Für einen Carport mit den Maßen von sechs auf fünf Metern ist mit Kosten für die Unterkonstruktion in Höhe von rund 4.500 Euro zu rechnen. Die Kosten für die Montage sind dabei nicht enthalten. Auf einem solchen Carport kann eine Fotovoltaikanlage mit einer Leistung von rund 5kWp installiert werden. Die Kosten für eine solche Fotovoltaikanlage liegen bei ca. 6.250 Euro.

Bei größeren Solarcarports besteht immer die Möglichkeit einer individuellen Konfiguration. Dadurch können sich interessante Skaleneffekte bei den Kosten ergeben.

M14c Teilprojekt Information und Kommunikation zu E-Mobilität

Informationskampagne zur Elektromobilität in Lohr a. Main unter Beteiligung des lokalen Gewerbes, Handwerks und der lokalen Interessensträger

Bei der Elektromobilität besteht ein großer Informationsbedarf. An diesem Punkt setzt die Informationskampagne zur Elektromobilität an.

In diese Kampagne können die folgenden Akteure eingebunden werden:

- Lokale Vertragshändler
- Die KfZ- sowie die Elektroinnung
- Stadtwerke und Energieversorger
- Umwelt- und Mobilitätsverbände
- Fachverbände für Elektromobilität
- Car-Sharing Anbieter

Eine mögliche Maßnahme in diesem Teilprojekt ist ein Elektromobilitätstag, bei dem alle Facetten der Elektromobilität „erfahrbar“ sind. Denkbar ist darüber hinaus, dass im Rahmen von weiteren Veranstaltungen (z.B. „Autofrühling“) auf das Thema aufmerksam gemacht wird.

Eine weitere Maßnahme, die auch in Richtung des Tourismus abzielt, ist die Kommunikation der Ladestandorte im Stadtgebiet über die Homepage der Stadtverwaltung. An dieser Stelle können auch Links zu weiteren Informationsquellen im Internet untergebracht werden.

Auch für die Unternehmen in Lohr kann die Elektromobilität eine interessante Ergänzung zu den Maßnahmen sein, die auf die CO₂-Minderung abzielen. An dieser Stelle bietet sich ein Round-Table-Gespräch gemeinsam mit einem Fachreferenten an.

M14d Teilprojekt E-Bürgerauto / Bürgerbus

Mit dem Bürgerbus den geänderten Mobilitätsanforderungen einer vom demographischen Wandel betroffenen Gesellschaft gerecht werden

In Lohr a. Main kommen zwei Dinge zusammen: Die Mobilitätsanforderungen der eigenen Bevölkerung und die der Touristen. Ein E-Bürgerauto bzw. Bürgerbus ist dabei eine Ergänzung zu den bestehenden Angeboten des „Lohrliner“ bzw. ÖPNV und keine Konkurrenz dazu. Wesentliche Idee ist es, wie mit einem Ruf-Bus, die Mobilitätsbedürfnisse älterer Mitmenschen zu befriedigen. Zum anderen aber auch auf die Mobilitätsanforderungen der Jugendlichen zu reagieren und diesen größere Freiräume bei der Freizeitgestaltung zu verschaffen. Während der Tourismussaison bietet es sich sicherlich auch an, das Fahrzeug als Sympathieträger zum geräuschlosen und schadstoffarmen Transport von Touristen einzusetzen und damit ein neues touristisches Feld zu erschließen. Die Umsetzung kann dabei – rechtssicher – mit Fahrern im Ehrenamt realisiert werden.

M14f Teilprojekt E-Carsharing

Intermodale Ansätze mit E-Carsharing unterstützen und umsetzen

Das Mobilitätskonzept zielt in diesem Fall darauf ab, Bürgern, Vereinen und Unternehmen in Lohr a. Main die E-Mobilität zu ermöglichen. Ziel ist dabei die Verknüpfung des ÖPNV mit Elektroautos und Pedelecs. Die Fahrzeuge werden im Rahmen eines Carsharing-Modells den Bürgern, Unternehmen und Vereinen zur Verfügung gestellt. Gerade für die Berufspendler, also im täglichen Einsatz, sowie im Tourismussegment (z.B. für Tagesgäste) wird ein Anknüpfungspunkt zum ÖPNV geschaffen.

Die Idee ist es, eine möglichst gute Grundauslastung zu erreichen, indem die Fahrzeuge von Unternehmen, die als Ankermieter fungieren, genutzt werden. Ein weiterer Ansatz ist das Azubi-Auto, das ebenfalls mit Elektromobilität realisiert werden kann und den Bezug zu den Unternehmen in Lohr a. Main stärkt.

Das Car-Sharing selbst wird durch einen Dienstleister umgesetzt, sodass der Verwaltungs- und Unterhaltsaufwand von vorne herein klar definiert ist und eventuelle Risiken minimiert werden können.

Maßnahmenbereich „Information & Motivation“

Während die bisher dargestellten Maßnahmenbereiche vor allem den Fokus darauf hatten, technische Maßnahmen unter der Regie der Stadt umzusetzen, zielt der Maßnahmenbereich „Information und Motivation“ darauf ab, die Bürgerinnen und Bürger zu einem sinnvollen Umgang mit Energie zu motivieren.

M15 Informations- und Kommunikationskampagne Bürger

Bürgerinnen und Bürger zum sinnvollen Umgang mit Energie motivieren

Broschüren zum Thema Energiesparen und Energieeffizienz gibt es von verschiedensten Herausgebern und mit den unterschiedlichsten Schwerpunktsetzungen. Es ist deshalb unserer Einschätzung nach nicht sinnvoll, eine weitere Broschüre zu entwickeln und auf den Markt zu bringen.

Eine wesentlich größere Schlagkraft lässt sich in der Kooperation mit dem Klimaschutzmanagement des Landkreises erreichen. Hier können Öffentlichkeitsarbeitsstrategien auf Landkreisebene erstellt und ggf. auf die Anforderungen der Stadt Lohr a. Main angepasst werden.

Die im Energiekonzept für den Landkreis vorgeschlagenen Maßnahmen für die Öffentlichkeitsarbeit und Motivation bürgerschaftlichen Engagements können deshalb auch als Maßnahmen für die Stadt Lohr a. Main verstanden werden.

Im Folgenden sind daher vielmehr einige konzeptionelle Bausteine vorgestellt, die insbesondere durch die Stadt Lohr a. Main direkt umgesetzt werden können.

Grundlagen Öffentlichkeitsarbeit

Klimaschutz ist als gesellschaftliches Ziel anerkannt. Zur Erreichung dieses Ziels bedarf es neben planerischen, organisatorischen und technischen Maßnahmen auch einer Verhaltensänderung. Es muss einerseits klimaschädigendes Verhalten abgebaut und andererseits klimaschützendes Verhalten gefördert werden. Da die Bürgerinnen und Bürger den wichtigsten Faktor im Bereich Klimaschutz darstellen, ist deren aktive Mitwirkung unerlässlich. Sie können beispielsweise den Energieverbrauch durch gezieltes Handeln verringern oder durch entsprechendes Konsumverhalten das Angebot an klimafreundlichen Waren vergrößern.

Für Kommunen und Kreise besteht die Herausforderung bei der Förderung des Umweltbewusstseins darin, eine erfolgreiche Umweltkommunikation zu schaffen. Zur Erreichung des Ziels, den Einzelnen zum Handeln zu motivieren, bedarf es der Anwendung kommunikativer Instrumente mit einem breiten Spektrum sowohl in inhaltlicher (Energieversorgung und -verbrauch, Verkehr, Wasserverbrauch und -entsorgung, Abfall oder Beschaffung) als auch in methodischer Hinsicht. Neben der Bereitstellung von umfangreichen Informationsmaterialien, themenspezifischen Beratungsangeboten und der Nutzung verschiedener Informationsmedien, spielen insbesondere

- zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen sowie
- Veranstaltungen

eine wichtige Rolle.

Neben der Informations- und Wissensvermittlung gilt es, konkrete Maßnahmen zu ergreifen, die unmittelbar das gewünschte Verhalten unterstützen und erleichtern (z.B. konkrete Energiespartipps zur Kostenersparnis). Als besonders erfolgreiche Methode haben sich hier verschiedene Formen von Wettbewerben und „Mit-Mach-Kampagnen“ heraus kristallisiert, die entsprechende Informationsangebote in Form von konkreten Ratschlägen zum effizienten Energiesparen mit finanziellen Anreizen in Form von Preisgeldern oder Sachpreisen kombinieren.

Dabei ist allerdings im Sinne einer möglichst wirkungsvollen Öffentlichkeitsarbeit zu berücksichtigen, dass alle Aktionen und Maßnahmen auf eine „informationsüberflutete“ Zielgruppe treffen. In diesem „Kampf um Aufmerksamkeit“ sind die Anforderungen an eine wirksame Öffentlichkeitsarbeit extrem hoch. Daher müssen entsprechende Kampagnen attraktiv und ansprechend gestaltet werden und möglichst konkrete lokale Handlungsangebote an die jeweiligen Zielgruppen machen.

Zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen

Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz sollte möglichst aus einem Bündel unterschiedlicher Instrumente und Aktionen bestehen. Zielgruppenansprache, direkte Kontakte und die Unterbreitung konkreter Handlungsangebote sind besonders wirkungsvoll. Nach dem Motto „Weniger ist mehr“ sollte der Schwerpunkt auf der sorgfältigen Vorbereitung und Durchführung einzelner Aktionen und Projekte liegen. Für längerfristige öffentliche Kampagnen vor Ort wird oftmals ein spezielles Logo oder Motto entwickelt, um von dessen Wiedererkennungswert zu profitieren.

Ein wichtiger Ansatz im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit sind die Vorbereitung und Durchführung zielgruppenspezifischer Aktionen. In einer Reihe von Kommunen werden regelmäßig Umwelt-, Klima- oder Energiespartage bzw. -wochen mit Markt- und Festcharakter durchgeführt. Diese Veranstaltungen werden entweder von der Kommune selbst oder gemeinsam mit den Stadtwerken oder ortsansässigen Vereinen und Verbänden vorbereitet. Sie sind nicht immer primär auf den Energiesektor ausgerichtet, sondern sollen das allgemeine Umweltbewusstsein der Bevölkerung stärken und diese zu eigenem Handeln motivieren. Neben Aktionstagen, die verschiedene Themen rund um den Klimaschutz abdecken, bieten einige Kommunen themenspezifische Aktionstage, z.B. zu Erneuerbaren Energien oder zur Mobilität an.

Alle diese Aktionen müssen dabei möglichst konsequent auf die einzelnen Zielgruppen ausgerichtet sein. Als Zielgruppen mit jeweils eigenen Anforderungen und darauf abgestimmten Konzepten kommen in Frage:

- Kinder und Jugendliche über Kindergarten/Grundschule/Schule und Vereine
Klimaschutzprojekte in Schulen und Kindergärten in kommunaler Trägerschaft stellen für Städte, Gemeinden und Kreise eine Möglichkeit dar, Lehrkräfte, Schüler, Erzieher und Kinder für Themen wie Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien zu sensibilisieren.
- Kommunale Mitarbeiter bzw. Nutzer von öffentlichen Gebäuden (z.B. Verwaltungsmitarbeiter, Lehrkräfte, Schüler)
Die Kommunen mit ihren Einrichtungen und Betrieben beschäftigen zahlreiche Mitarbeiter und können durch die Förderung eines klima- und energiegerechten Nutzerverhaltens des Personals einen wichtigen multiplikativ wirkenden Effekt erzielen.
- Eigenheimbesitzer/Vermieter
Besitzer von selbst genutzten oder vermieteten Häusern und Wohnungen stehen vor allem vor der Frage, welche energetischen Sanierungsmaßnahmen sinnvoll und vor allem ökonomisch nachhaltig sind. Insbesondere die Dokumentation von Praxisbeispielen z.B. über „Tage der offenen Tür bei Energiesparhäusern“ kann hier zu Verhaltensänderungen führen (s. auch „M16 Modernisierungsoffensive private Gebäude“).
- Mieter
Diese Zielgruppe ist einerseits vom Verhalten der Haus-/Wohnungsbesitzer abhängig, kann aber im Dialog und über entsprechende Beratungsangebote auf Vermieter zugehen und Änderungen z.B. bei Dämmung herbeiführen. Darüber hinaus zielen die unten beschriebenen Praxisbeispiele für Kampagnen
- Handel, Gewerbe und Industrie
Wie oben beschrieben, haben diese Zielgruppen ganz spezielle Anforderungen insbesondere hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen. Der unten beschriebene „Round Table“ kann hier ein adäquates Mittel zum Herbeiführen von Verhaltensänderungen sein.

Aktionen / Aufklärungskampagnen

Aktionen und Kampagnen bieten die Möglichkeit, die Akteure zum Handeln zu motivieren und können z.B. umfassen:

- Werbung für regionale Produkte
- Fotowettbewerbe
- "Sprintsparurse" in Kooperation mit Fahrschulen
- „Elektromobilität zum Anfassen“
- Energiesparwettbewerbe
- (Wander-)Ausstellungen
- Marketingkampagne "energetische Sanierung"
- Klimapass für PKWs in Kooperation mit Autohäusern

Grundlagen für "Aktionen"

Grundlage für Aktionen und Kampagnen ist, Abstraktes begreifbar zu machen, also z.B. den Klimawandel mit dem Lebensalltag zu verknüpfen und positiv zu motivieren: "Klimaschutz ist nicht (nur) Verzicht, sondern (auch) Gewinn an Lebensqualität". Es ist notwendig, Verhaltensalternativen aufzuzeigen und Handlungsanreize zu bieten sowie eine Rückmeldung zu geben und Erfolge zu kommunizieren mit dem Ziel das "Wir-Gefühl" zu stärken und eine Breitenwirksamkeit zu erzielen. Ein wichtiges Element dabei ist, Erfolge zu kommunizieren und Akteure auszuzeichnen. Dies kann z.B. durch die Verleihung von "Titeln" oder "Auszeichnungen" wie Plaketten etc. erfolgen und regt dadurch zum Nachahmen an.

Verschiedene Aktionen zur Motivation der Öffentlichkeit sind in zahlreichen Kommunen mittlerweile in umfangreiche Kampagnen eingebettet. So rief beispielsweise die Stadt Heidelberg im Rahmen ihrer Kampagne „Klima sucht Schutz in Heidelberg“ die Bürger dazu auf, sich fotografieren zu lassen und in einem Statement den persönlichen Beitrag zum Klimaschutz zu bekunden. Mittlerweile sind mehrere Städte diesem Beispiel gefolgt und starten unter dem gleichen Motto „Klima sucht Schutz“ ähnliche Aktionen.

Praxisbeispiel „Come and SeE“ – Energieerlebnistag für Schüler

"Come and SeE" ist ein "Energieerlebnistag" im Energiezentrum des Landkreises Schwäbisch Hall (in Wolpertshausen, <http://www.energie-zentrum.com>), bei dem die Themen Energie, Energiepotenziale, Energieeinsparung und regenerative Energieerzeugung didaktisch aufbereitet und die Teilnehmer für das Thema Energie und Umwelt sensibilisiert werden.

In der ersten Phase wird das Projekt speziell für Schüler und Lehrpersonal an Hauptschulen ab Klasse 7 angeboten. Weitere Phasen für Realschulen und Gymnasien folgen. Ergänzend zum Schulunterricht werden Energiethemata mittels anschaulicher Vorträge, Workshops, Experimente und Exkursionen praxisnah vorgestellt. Dabei wird ein Schwerpunkt auf dem "Stationen lernen" liegen. Mit dieser Lernform können die SchülerInnen die einzelnen Themen selbst erarbeiten und die Ergebnisse real erleben.

Folgende Stationsthemen sind möglich:

- Wärme und Dampf
- Windkraft
- Licht
- Fotovoltaik
- Solarthermie
- Brennstoffzelle
- Pelletierelement
- Energie-Erlebnistrainer

Das Thema Biogas kann nicht als Station aufgebaut werden. Hier ist nur die Vortragsform oder die Besichtigung der Biogasanlagen vor Ort möglich.

Die Kosten pro Teilnehmer / Schüler richten sich nach dem Umfang des gewünschten Programms im energie-ZENTRUM. Halbtägige Veranstaltungen kosten 5 € und ganztägige Veranstaltungen kosten 9 € pro Teilnehmer/Schüler.

Praxisbeispiel „Tübingen macht blau“

2007 hat sich die Stadt Tübingen zum Ziel gesetzt, ihren CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2020 auf drei Tonnen pro Kopf und Jahr zu senken. Der Slogan „Tübingen macht blau“ soll positive Assoziationen zum Klimaschutz hervorrufen, zum Beispiel mit gut isolierten, blau markierten Gebäudeteilen in Thermografieaufnahmen, mit dem „Blauen Engel“ für umweltfreundliche Produkte oder mit blau schimmernden Photovoltaikanlagen.

Bei ihrer Aktion zählt die Stadt auf viele Kooperationspartner, darunter die Stadtwerke Tübingen und die Agentur für Klimaschutz. Die Vereinigten Lichtspiele Tübingen hat Klimafilmtage organisiert, Fahrschulen boten Spritsparkurse und die Volkshochschule eine Vortragsreihe an und der Reitverein baute bei einem Springturnier ein „blaues Hindernis“ auf. Neben vielen theoretischen Tipps bot die Kampagne auch Mitmachaktionen für die Bevölkerung wie die Eisblockwette oder die Fotoaktion „Gib dem Klimaschutz ein Gesicht“. Unter dem Motto „Tübingen isst klimafreundlich“ wurde zu einem regionalen Frühstück und Mittagessen ins Rathaus eingeladen. Als praktische Unterstützung bei der Einsparung von CO₂-Emissionen stellt Tübingen kostenlos städtische Dächer für Photovoltaikanlagen bereit, die von Bürgerbeteiligungsgesellschaften betrieben werden können. Für

Autofahrer hat die Stadt den Tübinger Klimapass entwickelt, der von Autohäusern ausgestellt wird. Der CO₂ Ausstoß wird dabei mit einer Farbskala visualisiert.

Praxisbeispiel Energiesparwettbewerb der Stadtwerke München (SWM)

Haushalte können sich beim Energiespar-Wettbewerb der SWM ein Jahr lang im Energiesparen messen. In vier Kategorien loben die SWM im den Energiespar-Wettbewerb für die Dauer eines Jahres ausgelobt: Ein-Personen-Haushalt, Zwei-Personen-Haushalt, Familie mit mindestens einem Kind und Wohngemeinschaft mit mindestens drei Personen.

Im Jahr 2013 bewarben sich rund 800 Teilnehmer, von denen zwölf Haushalte – pro Kategorie drei – ausgewählt wurden. Während der zwölf Monate begleiteten Energieberater der SWM die Teilnehmer. Sie zeigten auf, wo sich zuhause Energiespar-Möglichkeiten verbergen, und unterstützten die Haushalte mit Tipps. Die vier Sieger, die innerhalb ihrer jeweiligen Kategorie am meisten Strom im Vergleich zum Vorjahr eingespart haben, erzielten Einsparraten von bis zu 60%. Die Sieger erhalten zweckgebundene Preisgelder zur Anschaffung energiesparender Haushaltsgeräte in Höhe von bis zu 2.000 Euro.

Praxisbeispiel Energiesparwettbewerb „Blaue Hausnummer“

Der Energiesparwettbewerb „Blaue Hausnummer“ zeichnet besonders klimafreundliche Haushalte im Landkreis Cochem aus. Die Hausnummern werden jährlich während der Klimawoche des Landkreises verliehen. Die Auszeichnung wird von der Energieagentur „unser-klima-cochem-zell e.V.“ in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Kreisentwicklung, Klimaschutz der Kreisverwaltung Cochem-Zell vergeben. Die Bewertung der Haushalte erfolgt dabei nach einem Punktesystem, welches in die Bereiche Energiesparen, Energieeffizienz und Erneuerbare Energien für Strom, Wärme und Mobilität von Haushalten unterteilt ist. Die Punkte addieren sich. Ab einer Gesamtpunktzahl von 60 Punkten erhalten die Bewerber das Gütesiegel „Blaue Hausnummer“. Ab einer erreichten Punktezahl von 70 Punkten werden sie mit der Blauen Hausnummer mit 2 Sternen ausgezeichnet, ab 80 Punkte sogar mit drei Sternen. Insgesamt können 120 Punkte erreicht werden.

Die Teilnahme ist kostenlos. Der Bewerbungsschluss für die „Blaue Hausnummer“ ist jährlich am 30. September. Danach werden die Angaben in den eingereichten Bewerbungsunterlagen auf Richtigkeit und Einhaltung der Kriterien überprüft und nach Punkten ausgewertet. Bei der öffentlichen Vergabe der „Blauen Hausnummer“ während der jährlich stattfindenden Klimawoche im Landkreis Cochem-Zell wird den Bewerbern eine Urkunde und ihre individuelle „Blaue Hausnummer“ überreicht. Mit dem Energiesparwettbewerb „Die Blaue Hausnummer“ will der Landkreis Cochem-Zell gute Beispiele von Privathaushalten für einen nachhaltigen Umgang in den genannten Bereichen festhalten und für die Öffentlichkeit sichtbar machen.

M16 Modernisierungsoffensive private Gebäude

Durch sinnvolle und nachhaltige Dämmung Energieeffizienzpotenziale im Gebäudebestand erschließen

Mit der Dämmoffensive sollen die Energieeffizienzpotenziale im Gebäudebestand langfristig erschlossen werden. Die Umsetzung des Maßnahmenvorschlags kann als Kampagne erfolgen. Dafür muss im ersten Schritt über die Möglichkeiten informiert werden, im zweiten Schritt Unterstützung bei der Umsetzung gegeben und im letzten Schritt eine „Belohnung“ für besonders gelungene Maßnahmen umgesetzt werden.

Umsetzungsvorschlag

Gemeinsam mit dem lokalen Handwerk und dem Klimaschutzmanagement des Landkreises wird eine Kampagne zur sinnvollen Gebäudedämmung gestartet. Daran beteiligte Akteure können sein:

- Maler- und Stuckateur-Innung
- Dachdecker und Zimmererinnung
- Glaser- und Fensterbauinnung
- SHK-Innung
- Stadtwerke und Energieversorger
- Architektenkammer
- Energiemanagement des Landkreises
- Banken und Sparkassen

Im Rahmen einer Veranstaltungsreihe werden Fachvorträge für die Bürgerinnen und Bürger angeboten. Mögliche Themen sind dabei

- Wärmedämmung an Gebäuden
- Dämmung von Dachflächen
- Erneuerung der Fenster
- Optimierung bestehender Heizungsanlagen (z.B. hydraulischer Abgleich) sowie der Einsatz moderner Heizungssysteme (Brennwerttechnik, Pelletsheizungen, Wärmepumpen)
- Energiesparen bei Elektrogeräten – Ratschläge für die Anschaffung
- Planungskonzepte für energieeffizientes Bauen
- Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten für Energieeffizienzmaßnahmen
- Umwelt- und Klimaschutz in Lohr a. Main

Die Rolle der Stadt Lohr a. Main ist dabei, den Prozess zu initiieren und die beteiligten Partner gemeinsam mit dem Klimaschutzmanagement des Landkreises zu koordinieren.

M17 Bürgergeld und Bürger als Finanzierungspartner

Maßnahmen zur Aktivierung von privatem Kapital für Infrastrukturmaßnahmen in Lohr a. Main

Ein weiteres Instrument, das dazu dienen kann die Bürgerinnen und Bürger aktiv an der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen bzw. der Erzeugung regenerativer Energie zu beteiligen, sind Konzepte wie Bürgergeld und lokal verankerte Public-Private-Partnership-Lösungen, welche die Bürgerschaft als Finanzierungspartner mit einbeziehen. Solche Lösungen können sich immer dann anbieten, wenn

- Wärmenetze errichtet,
- Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energie umgesetzt und
- Infrastrukturmaßnahmen in Kooperation mit den Bürgerinnen und Bürgern gestaltet werden sollen.

Werden die Bürgerinnen und Bürger aktiv eingebunden, dann stehen sie in einer anderen Beziehung zu den jeweiligen Maßnahmen und können sich mit diesen wesentlich besser identifizieren.

Da dieser Themenbereich für sich genommen zu komplex ist, um ausführlich im Energienutzungsplan ausgeführt zu werden, haben wird an dieser Stelle auf die beiliegende separate Ausarbeitung verwiesen, die sich intensiv mit den Möglichkeiten der Bürgerbeteiligung auseinandersetzt.

M18 Round-Table Energie

Gesprächsrunden für Industrie- und Gewerbevertreter als Basis für einen Erfahrungsaustausch und Wissenstransfer

Während der Erstellung des Energienutzungsplans für die Stadt Lohr a. Main fanden Workshops statt, an denen Vertreter verschiedener Industrieunternehmen teilnahmen. Der Austausch untereinander wurde dabei von allen Beteiligten als wichtig und vorteilhaft eingeschätzt.

Umsetzungsvorschlag

Die Stadt Lohr a. Main initiiert Round-Table Gespräche zum Thema Energie in den Unternehmen der Stadt und lädt dazu Vertreter der Unternehmen ein. Diese Treffen, die dem Erfahrungsaustausch dienen, richten sich an Energiemanager in den Unternehmen oder an Vertreter des Controllings und werden durch die Stadtverwaltung moderiert. Denkbar ist darüber hinaus, Impulsvorträge zu aktuellen Themen mit in diesen Gesprächen vorzusehen.

Wichtig ist, dass die Treffen zum einen regelmäßig, z.B. quartalsweise, stattfinden und für alle Unternehmen offenstehen.

Mögliche Ergebnisse

Die wesentlichen Ergebnisse dieser Round-Table Gespräche sind der Erfahrungsaustausch und der Wissenstransfer. Dies hat sich bei dem bereits stattgefundenen Workshop bereits bewiesen. Dieser Prozess kann durch ein entsprechendes Angebot an Workshops weiter verfestigt werden.

M19 Umweltbericht und Energienutzungsplan

Weiterentwicklungen und Ergebnisse aus dem Energienutzungsplan gegenüber der Öffentlichkeit kommunizieren

Der Umweltbericht der Stadt Lohr a. Main wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert und veröffentlicht. Dieses Medium kann idealerweise auch dazu genutzt werden, die Projekte, die sich aus dem Energienutzungsplan ergeben haben, zu kommunizieren.

Umsetzungsvorschlag

Der Umweltbericht wird zukünftig als Umwelt- und Energiebericht veröffentlicht. Neben den bisher bereits enthaltenen Themen werden die Energieprojekte aus dem Energienutzungsplan mit in die Ausarbeitung aufgenommen. Mögliche weitere Rubriken können sein:

- Verkehr
- Landwirtschaft
- Energie in Unternehmen und Industrie
- Maßnahmen bei kommunalen Liegenschaften
- Maßnahmen des Energiemanagements

Auf diese Weise werden die erreichten Ziele einer breiten Öffentlichkeit bekannt gemacht, was wiederum als weitere Motivation, selbst aktiv zu werden, gewertet werden kann.

Maßnahmenbereich „Prozesssteuerung“

Wie am Anfang des Abschnitts Maßnahmen ausgeführt, soll ein „Querschnittsprozess“ das Thema Energie in der Stadtverwaltung verankern und in alle Aufgabenfelder der Verwaltung wirken.

M20 Querschnittsprozess Energie

Verankerung des Themas Energie in der Verwaltung der Stadt Lohr a. Main

Mit dem Querschnittsprozess wird das Thema Energie in allen Bereichen der Verwaltung verankert. Neben den Bereichen, in denen das Thema Energie bereits jetzt eine Rolle spielt, kommen damit neue Bereiche wie etwa die Beschaffung hinzu.

Umsetzungsvorschlag

Durch die Hausführung wird der Querschnittsprozess Energie definiert und auf die Bedarfslage der einzelnen Fachbereiche zugeschnitten. Hierzu ermitteln die Fachbereiche, bei welchen Themengebieten es Anknüpfungspunkte gibt, wie diese zu bewerten und zu priorisieren sind und in welcher Form die Umsetzung des Querschnittsprozesses jeweils erfolgen kann.

ANLAGEN

Anlagen

Anlage 1 - Liste öffentliche Gebäude (Eignung für Einbindung in EDM-System)

Voraussichtlich sehr gut geeignet für Einbindung in EDM System	Einzelfallprüfung für Einbindung in EDM System notwendig	Einbindung in EDM System voraussichtlich nicht zielführend	Lfd. Nummer	Bezeichnung des Gebäudes
			1	1 Öffentliches WC - Mainlände
			2	2 Öffentliches WC - Altstadt Parkhaus
			3	3 Öffentliches WC - Stadtbahnhof
	1		4a	Städt. Bauhof
	2		4b	Städt. Bauhof
	3		4c	Städt. Bauhof
	4		4d	Städt. Bauhof
	5		4e	Städt. Bauhof
	6		4f	Städt. Bauhof
			4	5 Bestattungswesen, Friedhof Halsbach
			5	6a Bestattungswesen, Hauptfriedhof Lohr
			6	6b Bestattungswesen, Hauptfriedhof Lohr
			7	7a Bestattungswesen Hauptfriedhof Lohr
			8	7b Bestattungswesen, Hauptfriedhof Lohr
			9	7c Bestattungswesen, Hauptfriedhof Lohr
			10	7d Bestattungswesen Hauptfriedhof Lohr
			11	7e Bestattungswesen, Hauptfriedhof Lohr
			12	8 Bestattungswesen, Friedhof Pflochsbach
			13	9 Bestattungswesen, Friedhof Rodenbach
			14	10 Bestattungswesen, Friedhof Ruppertshütten
			15	11 Bestattungswesen, Friedhof Sackenbach
			16	12 Bestattungswesen, Friedhof Sendelbach
			17	13 Bestattungswesen, Friedhof Steinbach
1			14	Neues Rathaus / Stadtverwaltung
2			15	Tourist-Information / Keltereischeune
3			16	Bayersturm / Touristische Nutzung
4			17	Schulmuseum
5			18	Volkshochschule, Sing- und Musikschule (ehemalige Mädchenschule)
6			19	Volkshochschule, Sing- und Musikschule (Altes Rathaus)
7			20	Städt. Saustall
8			21a	Feuerwache Lohr a. Main
9			21b	Feuerwache Lohr a. Main
10			21c	Feuerwache Lohr a. Main
	7		22	Feuerwehrgerätehaus Halsbach
	8		23a	Feuerwehrgerätehaus Pflochsbach
	9		23b	Feuerwehrgerätehaus Pflochsbach
	10		24aa	Feuerwehrgerätehaus Rodenbach
	11		24ab	Feuerwehrgerätehaus Rodenbach

	12	24b	Feuerwehrgerätehaus Rodenbach
	13	25a	Feuerwehrgerätehaus Sackenbach
	14	25b	Feuerwehrgerätehaus Sackenbach
	15	26a	Feuerwehrgerätehaus Steinbach
	16	26b	Feuerwehrgerätehaus Steinbach
	17	26c	Feuerwehrgerätehaus Steinbach
	18	27	Feuerwehrgerätehaus Wombach
	19	28	Feuerwehrgerätehaus Ruppertshütten
11		29	Freibad
12		30a	Kindergarten Seeweg
13		30b	Kindergarten Seeweg
14		31	Kindergarten Rodenbach
15		32	Kindergarten Sendelbach
16		33	Kindergarten Steinbach
17		34	Obdachlosenunterkunft
18		35	Grundschule Lohr a. Main
19		36	Grundschule Sackenbach
20		37a	Grundschule Sendelbach
21		37b	Grundschule Sendelbach
22		38	Grundschule Rodenbach
23		39a	Grundschule Wombach
24		39b	Grundschule Wombach
25		40	Turnhalle Weisenau (Schul- und Vereinsnutzung)
	20	41	Altes Wasserhäuschen Halsbach
	21	42	Altes Wasserhäuschen Pflochsbach
	22	43	Städt. Forstverwaltung (Zerwirkraum)
	23	44	Heckbrunnhütte, Jagdhütte
	24	45	Pfirsichhöhhütte
	25	46	St. Georgenhütte
	26	47	Glaspfadhütte
	27	48	Eichenwiesenhütte
	28	49	Wolfsrainhütte
	29	50	Jagdhütte Wolfsrain
	30	51	Beilsteinhütte (umfangreich saniert)
	31	52	Forsthütte Gertlesgrund
26		53	Wohnhaus mit gewerblicher Nutzung
27		54	Ehemaliges Gewächshaus (Gewerbl. Nutzung)
28		55	Wohnhaus
29		56	Gewerbliche Nutzung
30		57	Vereinsnutzung (ehemaliges Schulgebäude)
31		58	Vereinsnutzung
32		59	Vereinsnutzung (ehemalige Kirche)
33		60	Vereinsnutzung (ehemliges Pfadfinderheim)
34		61	Vereinsnutzung
35		62	Vereinsnutzung (ehemaliges Schulgebäude)
36		63	Vereinsnutzung (Alte Schule Sendelbach)
37		64	Vereinsnutzung

38	65	Vereinsnutzung (ehemalige Schule)
39	66	Vereinsnutzung (ehemaliges Schinzelanwesen)
40	67	Wohnhaus
41	68	Wohnhaus / Büronutzung
42	69	Wohnhaus
43	70	Wohnhaus
44	71	Wohnhaus / Sing- und Musikschule
45	72	Wohnhaus
46	73	Wohnhaus
47	74	Wohnhaus
48	75	Gewerbliche Nutzung Post- und Bürogebäude
	18	76 Garagen und Versandhallen
49	77	Wohnhaus gewerbl. Nutzung
50	78	Wohnhaus gewerbl. Nutzung
51	79	Wohnhaus / Miet- und Kulturnutzung (Alte Schule Steinbach)
52	80	Gewerbliche Nutzung
53	81	Wohnhaus
54	82	Wohnhaus
55	83	Miet- und Vereinsnutzung
	19	84 Garagen
56	85	Wohnhaus (ehem. Bürgermeisterhaus)
57	86	Gewerbl. Nutzung / Wohnnutzung Stadtbahnhof
58	87	Wohnhaus
	20	88 Öffentliches WC - ZOB
59	89	Turnhalle Gärtnerstraße
60	90	Isolatorenmuseum
61	91	Trafohäuschen Steinbach

Anlage 2 – Auflistung Straßenbeleuchtung mit Stand der Umrüstung

Straßenbeleuchtung

Wombach - Rodenbach

Umrüstung der
bestehenden Stra-
ßenbeleuchtung

2014

Straße	Art	Anzahl	bereits Umgerüstet	zusätzliche Lampen
Rodenbach:				
Riedstr.			5	
Rodenbacherstr.		19	9	
Talstr.		30	6	
Triebweg		keine		
Hohe Gasse		7		
Köhlergasse		4		

Katzenbergstr		6	5	
Rosenrain		1		
Neubastr.			3	
Lautersbrunnstr.		2		
Obere Falterstr			8	
Falterweg		8		
Baumgartenstr.		keine		
Schulgartenstr.			1	
Kelterstr.		2	1	
Gutshofweg		3		
Untere Gasse			12	
Mdr 09.04.2014	Summe	82	50	
Wombach				
Wombacherstr		2	45	
Tiefer Grund		7	1	
Bergwiesenweg		15	2	
Am Sturzkopf		2		
Zaunwiesenweg		1		
Glöserwiesenweg		1		
Pfarrwiesenweg		1		
Grundweg		3	1	
Fußweg hinter den Wiesenwegen			8	
Hirtenackerweg		10	2	
Hanfackerweg		2		
Im Fallbrett		5		
Spitalwiesenweg		3		
Farnwiesenweg		4		
Blütenweg			2	
Fußweg hinter dem Farnwiesen und blütenweg		9		
Hofackerweg		1	10	
Am Rain		4		
Am oberen Berg		4		
Am Zeckengraben		3		
Götzenbrunnenweg			6	
Zur Rodwiese			6	
zu den Wiesengär- ten			4	
Zum Gemeindetrieb			2	
Heinrich von Hohen- lohe			7	
An den Dottergärten			4	
zum Muschbach			9	

Bachstraße			19	
zur Wolfswiese			13	
kirchplatz		3	8	
Am Hägerlein	??	2	1	
Gründleinsweg	??	2	1	
Herrenackerweg			4	
Neuer Weg		4	1	
Grottenweg			1	
Landgraben			5	
MDr 09.04.2014	Summe	88	162	
Schafhofgebiet				
Eichenstr.		5		
Brunnenwiesenweg		18	2	
Am Forellenhof		3		
Tannenackerweg		13		
Schwebbergweg		8		
Nikolaus Fey Weg		1	17	
Am Rechtenbach		8	1	
Ignatius Taschner- platz		8		
Am Forsthaus	Altstadtleuchten	4		
Parkdeck Anlagenstr		7		
Vorstadtstraße		3	1	
Adolph Kolpingstr		15		
Valentinusberg unten		3	3	
Valentinusberg oben			14	LED
	Summe	96	38	
	Gesamt	266	282	

Straßenbeleuchtung

Ortsteile

Umrüstung der
bestehenden Stra-
ßenbeleuchtung

2014

Straße	Art	Anzahl	bereits Umgerüstet	zusätzliche Lampen

Pflobsbach:				
Flachsacker			3	
Rubenäcker		7	1	
Pfaffenäcker		2	1	
Neue Gärten		3		
Hummelhöhe		2		2
St. Jakobusstr.		4		
	Gesamt	18		
Halsbach:				
Zum Fuchsloch		5		
Mollbrunnstr.		5		
Am Dorfbrunnen		1		
Hemmelshausweg	neue Lampen in Weiß	3		
	Gesamt	14		
Steinbach:				
Mühlenstr.	Pilzleuchten	8		
Buchentalstr		5		
Valentin Peterstr		3		
Steinweg		4		
MDR 01.04.2014	Gesamt	20		
Sackenbach:				
Zeiläckerweg		10	1	
Dr. Höhnleinstr.		5		
Mittelbergstr.		3	1	
Bahnweg		1		
Pfingstgrund		6	8	
Märzenrain		3		
Lange Heide		7	2	
Häuseläckerweg		8	5	
Bergrain		8		
Maria Theresienstr.		7	2	
Herrnberg		1	1	
Schützenrain		2		
Sonnenrain		4	11	

Spessartstr.		1	7	
	Gesamt	66	38	
Lindig:				
Schlesierstr		2		
Görlitzer		3		
Ruppertshüttenerstr	zweiarmige Lampen einseitig gewechselt	3		
Höhenweg	Generalsanierung			5
	Gesamt	8		
Sendelbach:				
Sonnenweg		10		
Brunnenrainstr.		11	1	
Buchenstr.		12		
Sommerstr.		4		
Frühlingsstr.		5		
Finkenstr.		4		
Neubrunnenstr.		6	6	
Waldstr.		6		
Spechtsweg		3		
Drosselstr.			3	
Meisenweg		3	1	
Starenweg		3	1	
Zeisigweg		1	1	
Äußere Bahn		1	1	
Zum Buchberg		4	1	
Ostlandstr.		5	13	
Ostland alt			6	
Rosenweg		1		
Nelkenstr.		1		
Birkigstr.		3		
Lilienstr		1	2	
Dahlienweg		5		
Tulpenweg		5		
Veilchenweg		3	7	
Asternweg		2		
Rombergstr.		15		
Sandweg		5		
Müller Thurgau Weg		7		
Friedhofweg		2		
Mainstr.		1	1	

Mdr 01.04.2014	Gesamt	129	44	

Gesamt

255

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Flächennutzung und Flächenverteilung im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014 nach Daten des Statistischen Bundesamtes	6
Abbildung 2 – Forstwirtschaftlich genutzte Flächen im Projektgebiet. Quelle: FNP 2000. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014	7
Abbildung 3 – Landwirtschaftlich genutzte Flächen im Projektgebiet. Quelle: Flächennutzungsplan 2000 der Stadt Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.	8
Abbildung 4 – Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung auf die Teilorte. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Landesamts Bayern	9
Abbildung 5 – Bevölkerungsentwicklung im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts	9
Abbildung 6 – Entwicklung der Pendlerströme, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts	12
Abbildung 7 – Entwicklung des Kraftfahrzeugbestands, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts	12
Abbildung 8a/b – Endenergieverbrauch der Haushalte 2012 nach Anwendungsarten und Energieträgern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des BDEW 2014. (*Holz, Solar, Wärmepumpe)	14
Abbildung 9 – Ablaufschema Herangehensweise Ermittlung thermischer Energiebedarf im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+	15
Abbildung 10 – Gebäude und Wohnungsbestand im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts	16
Abbildung 11 – Entwicklung Bestand der Wohngebäude aufgeteilt nach Gebäuden mit 1, 2 sowie mehr als 3 Wohneinheiten (WE). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts.	16
Abbildung 12 – Entwicklung der durchschnittlichen Wohnflächen bei Wohngebäuden bzw. Wohnungen mit 1, 2, 3 oder mehr WE. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts	17
Abbildung 13 – Typischer Energiebedarf bzw. reglementierte Obergrenzen nach Bauzeitaltern in kWh/m ² a entsprechend den jeweils gültigen Wärmeschutzverordnungen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014	17
Abbildung 14 – Entwicklung der Wohnflächen nach Bauzeitaltern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ auf Datenbasis Statistisches Bundesamt	18
Abbildung 15 – Resultierender thermischer Energiebedarf nach Szenario 1 abhängig von Bauzeitalter und Zubau der Wohnflächen in den jeweiligen Bauzeitaltern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+	19
Abbildung 16 – Resultierender Energiebedarf Szenario 2. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+	20
Abbildung 17 – Anteile der Wohneinheiten nach Bauzeitaltern in den Ortsteilen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014	24
Abbildung 18a/b – Fischer- und Bürgerviertel in der Altstadt	25
Abbildung 19 – Fischer- und Bürgerviertel in der Altstadt, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.	26
Abbildung 20a/b/c – Dorfkern Rodenbach	26
Abbildung 21a/b/c – Dorfkern Wombach (Wombacher Straße)	27
Abbildung 22 – Verteilung Siedlungstyp „Dorfkern“, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.	27
Abbildung 23a/b/c/d – Einfamilienhäuser (Typ Einzelhaus, Doppelhaus und Reihenhäuser) Lindig	28

Abbildung 24 – Verteilung Siedlungstyp „Wohnhaus 1930 – 1960“, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.....	29
Abbildung 25a/b/c/d – Wohnquartier 1961 -1970; kleinere Mehrfamilienhäuser mit 2-4 Wohnungen (Lindig)	30
Abbildung 26 – Verteilung Siedlungstyp „Wohnhaus 1961 – 1970“	30
Abbildung 27a/b/c/d – Wohnhäuser 1971 – 1990: Einfamilienhäuser und kleine Mehrfamilienhäuser (Steinbach)	31
Abbildung 28a/b/c/d – Typ größeres Mehrfamilienhaus 1971 - 1990 (Lindig)	31
Abbildung 29 – Verteilung Siedlungstyp „Wohnhaus 1971 – 1990“, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.....	32
Abbildung 30a/b/c/d – Wohnbebauung 1991 – 2000 (Steinbach)	33
Abbildung 31 – Verteilung Siedlungstyp „Wohnhaus 1991 -2000“	33
Abbildung 32a/b/c/d – Wohnbebauung 2001 -2013 (Wombeck)	34
Abbildung 33 – Verteilung Siedlungstyp „Wohnhaus 2001 – 2013“, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.....	35
Abbildung 34 – Anteile am thermischen Energiebedarf nach Gebäudetypen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.....	36
Abbildung 35 – Räumliche Verteilung der Fotovoltaikanlagen im Projektgebiet. Ausschnitt aus Gesamtplan. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Bundesnetzagentur und der Netzbetreiber, 2013.....	37
Abbildung 36 – Häufigkeitsverteilung der PV-Anlagen in verschiedenen Größenklassen, eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Verbundnetzbetreiber, 2013.	38
Abbildung 37 - Jährlicher Zubau Fotovoltaik in kW. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Verbundnetzbetreiber, 2013.	38
Abbildung 38 – Installierte Leistung Wasserkraft in kW. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Verbundnetzbetreiber, 2013.	39
Abbildung 39 –Lage der Wasserkraftanlagen im Stadtgebiet Lohr a. Main, Quelle: Auszug aus dem Energieatlas Bayern (www.energieatlas-bayern.de), 2014.....	39
Abbildung 40 – Zusammenfassung installierte Leistung in kW. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten der Verbundnetzbetreiber, 2013.	40
Abbildung 41 – Standorte für Tiefengeothermie nach Bayerischem Energieatlas, 2013.	41
Abbildung 42 – Potenziale in Lohr a. Main nach Handlungsfeldern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.....	43
Abbildung 43 – Potenzialflächen Biomasse Landschaftspflege in Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.....	46
Abbildung 44 – Begünstigte und ungünstige Gebiete für oberflächennahe Geothermie im Gebiet der Stadt Lohr a. Main. Quelle: bayerischer Energieatlas, 2013. Grün = „voraussichtlich möglich“; Gelb = „erst nach Einzelfallprüfung“; Rot = „ungeeignet“	53
Abbildung 45 - oberflächennahe geothermisches Potenzial für das Gebiet der Stadt Lohr a. Main. Quelle: bayerischer Energieatlas, 2013. Grün = geringes Potenzial<math><1\text{W}/(\text{m}^*\text{k})</math>, je roter die Einfärbung ist, desto größer das Potenzial (> 3,8 W/(m*k)).....	54
Abbildung 46 – Bohrrisiken für geothermische Anlagen für das Gebiet der Stadt Lohr a. Main. Quelle: bayerischer Energieatlas, 2013.....	54
Abbildung 47 - Temperaturverteilung für Nordbayern in 750m Tiefe. Quelle: http://www.geothermie-dialog.de/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=18	55
Abbildung 48 – Geologische Karte für Lohr a. Main, Quelle: LfU, 2012	56

Abbildung 49 – Auszug aus dem bayerischen Energieatlas mit Darstellung der Standorte von Industrieanlagen mit Abwärmepotenzial, Quelle: http://www.energieatlas.bayern.de/ , 2013.....	56
Abbildung 50 – Ausschlussgebiete für Windkraftanlagen, Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.....	59
Abbildung 51 a/b – Globalstrahlung im Jahresmittel. Quelle: Bayerischer Energieatlas, 2014	59
Abbildung 52 – Ausschnitt aus der Globalstrahlungskarte für die Projektregion. Quelle: Bayerischer Energieatlas, 2013. Legende entsprechend vorheriger Abbildung.	60
Abbildung 53 – Übersichtskarte Potenziale energetische Nutzung Geothermie in Bayern und Nutzungsverfahren, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe, 2013.....	64
Abbildung 54 – Vertikalschnitt Donauwörth Rosenheim, LIAG Hannover, abgerufen November 2013	64
Abbildung 55 - Vertikalschnitt Heinrichsthal – Lohr a. Main – Karlstadt - Geiselwind, LIAG Hanover, abgerufen November 2013.....	65
Abbildung 56 – Mögliche Projektauswahlkriterien. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.	68
Abbildung 57 – Projektauswahl nach Potenzialen, Maßnahmenvorschlägen bzw. Projektansätzen und Akteuren im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.	68
Abbildung 58 – Querschnittsziel Prozesssteuerung und Handlungsfelder für den Energienutzungsplan. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.	69
Abbildung 59 – Energieverbrauch nach Anwendungsarten (Privathaushalt)	71
Abbildung 60 – Aufteilung der Liegenschaften nach voraussichtlicher Eignung für die Einbindung in ein EDM-System. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014;.....	72
Abbildung 61 – EDM-System als Grundlage für die Maßnahmenplanung. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.....	73
Abbildung 62 – Energiecontrolling – von der Erfassung über die Planung bis zur Erfolgskontrolle. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014;	73
Abbildung 63 – EDM System im Kontext. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.	74
Abbildung 64 – Ablauf der Maßnahmenplanung; eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.....	75
Abbildung 65 – Energiemanagementprozess im Kontext. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014	76
Abbildung 66 – Prozessablauf Sanierungsfahrplan. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+.....	77
Abbildung 67 – Sanierungsoffensiv im Kontext von EDM-System und Sanierungsfahrplan. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014	78
Abbildung 68 – Typischer jährlicher Verlauf des Wärmebedarfs eines Einfamilienhauses. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.	80
Abbildung 69 – Beispielhafte Jahresdauerlinie für einen größeren Wärmeverbund. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.....	80
Abbildung 70 – Schematische Darstellung einer Einzelrohr- bzw. Doppelrohrausführung einer Wärmeleitung. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.	81
Abbildung 71 – Beispielhafter Verlauf des Prozesswärmebedarfs eines gewerblichen Anschlussnehmers. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.	85
Abbildung 72 – Resultierender Leistungsbedarf (rote Kurve) als Mittelwert der jeweiligen Einzelwerte (graue Kurven). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.	86
Abbildung 73 – Jahresdauerlinie mit Aufteilung in Grund und Spitzenlast (Grundlast rot eingefärbt, Spitzenlast grün eingefärbt). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.....	87
Abbildung 74 – Bestandsverzeichnis der Straßenbeleuchtung im Stadtgebiet und den Ortsteilen, Stand Juni 2014. Quelle: Stadtverwaltung Lohr a. Main, 2014.....	95

Abbildung 75 – Noch umzurüstende Straßenbeleuchtung (Ausschnitt aus Gesamtkarte). Quelle: Stadtverwaltung Lohr a. Main, 2014.....	96
Abbildung 76 – Berufsein- und Auspendler über die Gemeindegrenzen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014 nach Daten des statistischen Bundesamts.....	100
Abbildung 77 – Kraftfahrzeugbestand in Lohr a. Main 2006 bis 2012. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Statistischen Bundesamts.	100
Abbildung 78 – Berufspendler nach Entfernungen für den Hinweg zur Arbeitsstätte (2008). Quelle: Statistisches Bundesamt	101
Abbildung 79 – Neuzulassung E-Fahrzeuge (*Stand Ende Juli 2014, d.h. 2014 noch nicht vollständig abgebildet), eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des Kraftfahrtbundesamtes, 2014;.....	102
Abbildung 80 – Entwicklung der Mehrkosten für Elektrofahrzeuge gegenüber solchen mit konventionellem Antrieb. Eigen Darstellung nach Daten des „New-Mobility-Tacho“, Horvath und Partner, 2014.....	103
Abbildung 81 – Kurzüberblick möglicher Modi für die Ladung von Elektrofahrzeugen	103
Abbildung 82 – Theoretisches Wertschöpfungsplus abhängig von Anteil E-Mobilität in Lohr a. Main; eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.	105
Abbildung 83 a/b – Solarcarports mit integrierter Ladetechnik. Quelle: Schletter.de.....	107
Abbildung 84 – Beispiel für Energiemonitoring bei Ladestationen des Herstellers Schletter. Quelle: Screenshot von Kundenanlage, CHROSIS 2014	107

Tabellen

Tabelle 1 – Aufteilung Nutzung Waldbestand im Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Angaben der Forstverwaltung Lohr a. Main und Forstbetriebsgemeinschaft Main-Spessart West, 2013.....	13
Tabelle 2 – Randbedingungen für Szenario 1. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+.....	19
Tabelle 3 – Randbedingungen für Szenario 2. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+.....	20
Tabelle 4 – Vergleich der Szenarien 1 und 2. Eigene Berechnung CHROSIS und neuland+, 2013.....	21
Tabelle 5 - Abgegrenzte Rastereinheiten ENP Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.	22
Tabelle 6 – Anzahl der Gebäudetypen in Gebäudekategorien aufgeteilt nach Bauzeitaltern als Ergebnis der Rastererfassung für das Projektgebiet. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.	23
Tabelle 7 – Ansätze für die Aufteilung von Wohneinheiten nach Gebäudetypen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.....	24
Tabelle 8 – Ergebnisvergleich der Szenarien 1 und 2 sowie der Quartiersanalyse für den thermischen Energiebedarf im Gebäudebestand. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.....	36
Tabelle 9 – Theoretisches Biomassepotenzial aus Biotoppflege. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.	45
Tabelle 10– Flächengrößen öffentliche Grünflächen ohne Sportplätze (Flächenangaben nach eigener Schätzung anhand FNP und Luftbild). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2013.	46
Tabelle 11– Flächengrößen Sportplätze (Flächenangaben nach eigener Schätzung anhand FNP und Luftbild). Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2013.	47
Tabelle 12– Pflegeflächen auf Straßenböschungen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Kern u.a. 2009 bzw. 2013.	48
Tabelle 13– Theoretisches Biomassepotenzial aus Pflege Straßenränder Bundes-, Landes- und Kreisstraßen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2013.	49
Tabelle 14– Theoretisches Biomassepotenzial aus Pflege von Bahnböschungen. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2013.....	50

Tabelle 15 – Theoretisches Biomassepotenzial aus Gewässerbegleitgrün. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ 2014.....	51
Tabelle 16 – Zusammenfassung gehölzartige Biomasse, eigen Berechnungen CHROSIS und neuland+, 2014	51
Tabelle 17 – Zusammenfassung halmartige Biomasse, eigene Berechnung CHROSIS und neuland+, 2014	52
Tabelle 18 – Abwärmepotenzial aus Industrie im Stadgebiet Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Angaben des bayerischen Energieatlases 2013.	57
Tabelle 19 – Abwassermengen der kommunalen Kläranlage in Lohr a. Main, Quelle: Bayerischer Energieatlas, 2013.	57
Tabelle 20 – Einstrahlungsdaten für den Standort Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten von Meteororm, Schweiz, 2013.....	60
Tabelle 21 – Tierhaltung in Lohr a. Main. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+ nach Daten des statistischen Landesamtes Bayern, 2013.....	61
Tabelle 22 – Theoretisches Biogaspotenzial Gülle / Mist aus der Tierhaltung. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.....	62
Tabelle 23 – Raufutterbedarf für die Tierhaltung, Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2013.	63
Tabelle 24 – Querschnittsprozess Energie und Maßnahmenvorschläge in den Handlungsfeldern. Eigene Darstellung CHROSIS und neuland+, 2014.	70
Tabelle 25 – Abschätzung jährlicher Gesamtreibstoffverbrauch in Litern abhängig von jährlicher Laufleistung und Durchschnittsverbrauch bezogen auf die in der Stadt Lohr a. Main zugelassenen Fahrzeuge	101
Tabelle 26 – Aus dem Treibstoffverbrauch resultierende Kosten bei einem durchschnittlichen Kraftstoffpreis von 1,40 Euro / Liter abhängig von Laufleistung und Durchschnittsverbrauch der in Lohr a. Main zugelassenen Fahrzeuge.....	102
Tabelle 27 – Energiebedarf bei Elektrofahrzeugen abhängig von Durchschnittsverbrauch und der durchschnittlichen jährlichen Laufleistung.....	104
Tabelle 28 – Mobilitätskosten Elektromobilität abhängig von Laufleistung und Durchschnittsverbrauch bei einem angenommenen Strompreis von 29ct / kWh.....	104