

# Lokalklimatische Begutachtung der Gemeinde Haßloch

Vorgelegt von:

Prof. Dr. rer. nat. Sascha Henninger

Lena Albert, M.Sc.

Fachbereich Raum- und Umweltplanung  
Lehrinheit Physische Geographie und Fachdidaktik

Technische Universität Kaiserslautern

# Inhalt

1.	Einleitung .....	4
2.	Einordnung des Untersuchungsgebietes .....	6
2.1.	Geographische Einordnung .....	6
2.2.	Regionalklimatische Einordnung der Gemeinde Haßloch .....	7
	Siedlungsklima: Das Stadtklima kleiner Siedlungsräume .....	10
2.3.	Siedlungsraum Haßloch .....	10
	Flächennutzungskartierung .....	10
	Wohngebietscharakterisierung .....	13
	Flächennutzungsplan 2005 .....	17
2.4	Rechtliche Grundlagen .....	18
3.	Untersuchungsmethode .....	25
3.1.	Ansatz der „Matrix-Methode“ .....	25
3.2.	Indikatorklassifizierung .....	28
3.2.1.	Urbane Überwärmung .....	29
3.2.2.	Lokales Windfeld .....	33
3.2.3.	Urbaner Wasserhaushalt .....	35
3.3.	Auswertung .....	37
3.4.	Bestandsaufnahme .....	39
3.4.1.	Vor Ort Bestandsaufnahme .....	39
3.4.2.	Fernerkundung .....	41
4.	Lokalklimatisch – Siedlungsökologische Begutachtung der Gemeinde Haßloch .....	42
4.1.	Kaltluftbildung, Kaltluftabfluss und Flurwind .....	42
4.1.1.	Einfluss der Topographie .....	42
4.1.2.	Potentielle Ventilationsbahnen .....	45
4.1.3.	Kaltluftausbreitung in den Bestand .....	51
4.2.	Grünstruktur von Haßloch .....	54
4.2.1.	Grünstruktur im Innenbereich .....	54
4.2.2.	Grün- bzw. Nutzungsstruktur im Außenbereich .....	58
4.3.	Siedlungsklimatische Siedlungsstruktur von Haßloch .....	62
4.3.1.	Bauvolumen .....	62
4.3.2.	Baudichte und Versiegelung .....	66
4.3.3.	Baudichte und Vegetation .....	71
4.4.	Versickerungspotential innerhalb des Siedlungskörpers .....	75
4.5.	Mobile In-situ-Messungen .....	82
4.5.1.	Profilmessfahrt nach Sonnenuntergang .....	82

<b>4.5.2. Profilmessfahrten vor Sonnenaufgang</b> .....	84
<b>4.6. Gesamtsiedlungsklimatische Betrachtung der Gemeinde Haßloch</b> .....	87
<b>5. Empfehlungen für ein lokale Klimaanpassungsmaßnahmen</b> .....	94
<b>5.1 Optimierungsmöglichkeiten im Vorgriff einer Neuplanung/ Planung im Bestand</b> .....	97
<b>6. Zusammenfassung und Fazit</b> .....	103
Quellen.....	105
Abbildungsverzeichnis .....	107
Tabellenverzeichnis .....	110

## 1. Einleitung

Mit Schreiben vom 27.01.2021 erhielt die Lehrereinheit Physische Geographie der Technischen Universität Kaiserslautern durch den Bürgermeister Herrn Tobias Meyer den Auftrag zur Erstellung eines lokalklimatischen Gutachtens für das gesamte Gemeindegebiet der Gemeinde Haßloch. Ziel dieser lokalklimatischen Begutachtung ist es, die komplexen Wechselbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Klimatelementen und der heterogenen baulichen Struktur im einem Siedlungsraum aufzunehmen, zu analysieren und zu bewerten. Die für dieses Projekt zum Einsatz kommende „Matrix-Methode“ eröffnet die Möglichkeit, aus lokalklimatisch/ siedlungsökologischer Sicht eine adäquate Aussage über klimaangepasste Veränderungen in einer Siedlungsstruktur treffen zu können.

Städte und Gemeinden werden durch den Klimawandel vor spezifische und ortsgebundene Herausforderungen gestellt. Sowohl steigende Bevölkerungszahlen als auch die durch die Versorgungsfunktion komplexer werdenden Bedürfnisse der Bevölkerung sind Anforderungen, denen diese Siedlungsräume gerecht werden müssen. Hinzu kommen die sich verändernden regional- und lokalklimatischen Verhältnisse sowie die Erhaltung der Luftqualität, die wichtige Themenfelder der angewandten Stadtklimatologie darstellen. Sowohl im Rahmen von Stadtumbaumaßnahmen als auch bei Neuplanungen sollen diese Beachtung finden. Aus lokalklimatischer Sicht stehen viele Siedlungsräume steigenden thermischen und lufthygienischen Belastungen gegenüber. Zudem werden durch den Siedlungsdruck Freiflächen reduziert und die Flächenversiegelung gesteigert. Daher ist es von besonderer Bedeutung, vorhandene lokalklimatische Potentiale zu schützen und nachhaltig zu nutzen. Lokalklimatische Modifikationen finden sich nicht nur in großen Städten, sondern sind bereits auf kleinräumiger Ebene zu erkennen. Dabei können schon geringe Veränderungen zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Lebensqualität führen und bei Risikogruppen (z.B. Kleinkindern, Senioren) gesundheitliche Probleme hervorrufen. Der oben genannte Bevölkerungsdruck wird vermutlich auch in der Gemeinde Haßloch zu erkennen sein.

Das Statistische Landesamt Rheinland-Pfalz stellt eine Bevölkerungsvorausberechnung mit dem Basisjahr 2017 für das Jahr 2040 zur Verfügung. Gemäß dieser Prognose entwickelt sich die Einwohnerzahl für Haßloch um 0,2 % von 20.433 EW im Jahr 2017 auf 20.466 EW im Jahr 2040 (Statistisches Landesamt RP, 2021). Dies steht im Kontrast zu verbandsfreien Gemeinden gleicher Größenklasse, also von 20.000 EW und mehr, denen eine Prognose von -1,3 % prognostiziert und somit eine Schrumpfung zugeschrieben wird.

Mit Blick auf das Themenfeld Klima und Umwelt ist die Gemeinde Haßloch schon seit mehreren Jahren aktiv und erhält hierbei zusätzliche Unterstützung durch eine Vielzahl von engagierten Bürgern. Seit der Erstellung des „Energie- und Klimakonzepts“ aus dem Jahr 2011 gibt es eine Vielzahl von Projekten, Aktionen und Initiativen zu Themen des Klima- und Umweltschutzes (Untersuchung lokaler Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotentiale). Das Konzept zielt darauf ab, dass die Klimaschutzziele der Bundesrepublik und des Landes Rheinland-Pfalz

auch in Haßloch erreicht werden. Aufbauend auf den Maßnahmen des Energie- und Klimakonzepts wurde 2013 ein Konzept der Öffentlichkeitsarbeit inklusive eines Maßnahmenkataloges erarbeitet, mit einer Konkretisierung der bereits aufgestellten Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs und der Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Ebenso wurde die Gemeinde durch das Projekt „KlimawandelAnpassungsCOACHRLP“ gefördert. Hierbei wurde Haßloch hinsichtlich des Klimawandels und seiner Folgen betreut sowie Maßnahmen zur kommunalen Klimawandelanpassung erarbeitet. Durch die Konzepte und Projekte, sowie einer Vielzahl weiterer Initiativen bezüglich Umwelt, Klima und Energie zeigt sich, dass dieses Thema einen bedeutenden Stellenwert in der Kommune Haßloch einnimmt, was sich letztlich auch durch die Beauftragung dieses Gutachtens zeigt.

Eine ökologisch ausgerichtete Siedlungsentwicklung ist nur unter der Hilfe einer belastbaren Bestandsaufnahme der siedlungsökologischen Rahmenbedingungen möglich. Aktuell ist es ratsam, im Hinblick auf Siedlungsklimaanalysen, auf mathematische Simulationen zurückzugreifen. Mithilfe solcher mikroklimatischen Modellierungen können Problem- und Handlungsfelder innerhalb des Siedlungsraumes vergleichsweise schnell und besser identifiziert sowie entsprechende Strategien besser abgeschätzt werden. Die Wechselbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Klimatelementen und der heterogenen baulichen Struktur im Siedlungsraum sind komplex, sodass es zunehmend schwerer wird, zwischen dem Ist- und dem beabsichtigten Planzustand klare Ergebnisse vorherzusagen. Mikroklimatische Simulationsmodelle ermöglichen letztendlich eine Berücksichtigung der verschiedenen Elemente, wie Vegetation und Bebauung, und wie diese in Wechselwirkung mit der bodennahen Atmosphäre treten. Hierdurch wird eine vorausschauende Planung zur Vermeidung von thermischen Belastungsräumen möglich. Aber auch eine Optimierung der bereits vorhandenen Baustrukturen ist denkbar. Da solche Modellierungen oftmals sehr zeitaufwendig und kostenintensiv sind, entwickelte die Lehr- und Forschungseinheit Physische Geographie der TU Kaiserslautern die sog. „Matrix-Methode“.

Die „Matrix-Methode“ bietet einen Ansatz für siedlungsklimatische/ -ökologische Untersuchungen auch für kleinere Gemeinden. Die Intention der Methode beruht auf der Betrachtung siedlungsökologisch bzw. lokalklimatisch relevanter Indikatoren (z. B. Versiegelungsgrad, Grünflächenanteil). Diese werden allerdings nicht wie bisher üblich getrennt voneinander betrachtet, sondern in Bezug zueinander gesetzt, sodass die Wirkungszusammenhänge, die zur Ausprägung eines lokalklimatischen Phänomens führen, Berücksichtigung finden.

Die Bestandsaufnahme der notwendigen Indikatoren erfolgt anhand eines Rasters mit einer Auflösung zwischen 50 und 100 Metern. Hierzu wurde ein „Fragenkatalog“ entwickelt, der mithilfe einer Smartphone- oder Tablet-App vor Ort zu jedem Raster die benötigten Indikatoren abfragen kann. Die so gewonnenen Erkenntnisse werden in einer Datenbank gespeichert und im Anschluss mithilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) ausgewertet. Die für die „Matrix-Methode“ verwendeten Matrizen erlauben ausschließlich eine Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Stadtklimaphänomens aufgrund der verwendeten Indikatoren. Je nach Auswirkung dieses Phänomens auf den Menschen, kann die

Eintrittswahrscheinlichkeit als positiv oder negativ bewertet werden. Auf diese Weise können Risiko- und Potenzialkarten erstellt werden, die die Gemeinden dabei unterstützen können, eine siedlungsökologisch/ lokalklimatisch orientierte Gemeindeentwicklung voranzutreiben.

Nachdem die Erfassung und Darstellung der siedlungsökologischen bzw. lokalklimatischen Problembereiche abgeschlossen sind, können aus diesen Ergebnissen Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Neben Bereichen, die sehr schlechte siedlungsökologische/ lokalklimatische Rahmenbedingungen aufweisen, werden Gebiete zu erkennen sein, die gute Voraussetzungen besitzen.

Basierend auf diesen Erkenntnissen und den potenziell identifizierten lokalklimatischen Risikoflächen können weiterführend für solche Räume mikroklimatische numerische Simulationen durchgeführt werden, die punktuell auf die Problembereiche eingehen. Somit würde vermieden, dass die potenziellen lokalklimatischen Risikoflächen in der falschen Maßstabsebene Beachtung finden.

## **2. Einordnung des Untersuchungsgebietes**

### **2.1. Geographische Einordnung**

Die verbandsfreie Gemeinde Haßloch liegt im Südosten von Rheinland-Pfalz und gehört zum Landkreis Bad Dürkheim. Aufgrund der Nähe zum nordöstlich gelegenen Ballungsraum Mannheim/ Ludwigshafen ist Haßloch zur Metropolregion Rhein-Neckar zu zählen (s. Abb. 1). Die Gemeinde weist rund 20.195 Einwohner mit einer Bevölkerungsdichte von 506 EW km<sup>-2</sup> auf (Stand 31.12.2020), besitzt jedoch kein Stadtrecht. Haßloch gilt als sog. „Magic Town“ – dies sind Städte und Gemeinden, die statistisch gesehen die soziodemografischen Strukturen des ganzen Landes repräsentieren.

Die verbandsfreie Gemeinde Haßloch nimmt gemäß dem Zentrale-Orte-System der Landesplanung die Funktion eines Mittelzentrums ein. Zusammen mit Neustadt an der Weinstraße bildet Haßloch einen mittelzentralen Verbund kooperierender Zentren. Das „Großdorf“ hat eine Fläche von 39,95 km<sup>2</sup>. Die relative Bevölkerungsentwicklung verzeichnete von 2012 bis 2016 einen Zuwachs von 3,1 %, allerdings sind die Bevölkerungszahlen seit 2017 rückläufig. Die Prognose für das Jahr 2040 sagt eine Veränderung von 0,2 % im Vergleich zum Basisjahr 2017 voraus. Dementsprechend würde Haßloch nicht weiter schrumpfen, aber auch nur einen leichten Einwohnerzuwachs erfahren. Die Prognose erwartet einen Rückgang in der Bevölkerung bei den Altersgruppen von unter 3 Jahren (-25,5 %), 3-5 Jahren (14,2 %), 6- 9 Jahren (-4,3 %), 16-19 Jahren (-6,4 %), 20-34 Jahren (-10,8 %), von 35-49 Jahren (-2,4 %), und von 50-64 Jahren (-18,2%). Ein Wachstum der Bevölkerung wird für die Altersgruppen 10-15 Jahre (4,1 %), 65-79 Jahre (25,6 %) sowie die Gruppe 80 Jahre und älter (62,9 %) prognostiziert (Statistisches Landesamt RP 2021; s. auch Tab. 1).

Tab. 1: Prognose der Bevölkerung nach Altersgruppen 2040 für die Gemeinde Haßloch (Statistisches Landesamt RP 2021, verändert).

	Anzahl EW 2040	Veränderung zu 2017 in %
Unter 3 Jahre	429	-25,5
3 – 5 Jahre	461	-14,2
6 – 9 Jahre	659	-3,4
10 – 15 Jahre	1.071	4,1
16 – 19 Jahre	779	-6,4
20 – 34 Jahre	2.941	-10,8
35 – 49 Jahre	3.597	-2,4
50 – 64 Jahre	4.244	-18,2
65 – 79 Jahre	4.087	25,6
80 Jahre und älter	2.198	62,9
<b>Gesamt</b>	20.466	

## 2.2. Regionalklimatische Einordnung der Gemeinde Haßloch

Haßloch befindet sich in der 300 km langen und 30 - 40 km breiten Oberrheinischen Tiefebene – im Westen begrenzt durch die Vogesen und den Pfälzerwald, im Osten durch den Odenwald bzw. Schwarzwald.



Abb. 1: Lage der Gemeinde Haßloch in Rheinland-Pfalz (eigene Darstellung, verändert nach: Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation o.J.).

Eine mesoklimatische Betrachtung der Oberrheinischen Tiefebene offenbart aufgrund der geringen Meereshöhe und der Kessellage, welche durch die angrenzenden Gebirgszüge entsteht, erhöhte Lufttemperaturen in der gesamten Region. Mitverantwortlich für das in diesen Breitengraden überdurchschnittlich warme Regionalklima ist eine stetig sich über das Jahr einstellende Südwestströmung, die über die Burgundische Pforte milde Luftmassen aus dem Mittelmeerraum in die Oberrheinische Tiefebene transportiert. Dies resultiert letztendlich in Jahresdurchschnittstemperaturen  $> 11^{\circ}\text{C}$ . Besonders deutlich zeigt sich die Temperaturentwicklung in den Sommermonaten. Während die monatlichen Durchschnittstemperaturen in Deutschland unter  $20^{\circ}\text{C}$  lagen, zeigt der Trend der letzten fünf Jahre für Bad Dürkheim mit einer mittleren Temperatur  $> 21^{\circ}\text{C}$  eine Überschreitung der  $20^{\circ}\text{C}$ -Marke. Aufgrund der geographischen Nähe zu der Messstation in Bad Dürkheim (knapp 12 km Luftlinie) kann davon ausgegangen werden, dass Haßloch sehr ähnliche Werte erreicht.

Eine weitere klimawandelbedingte Erhöhung dieser regionalklimatischen Begebenheiten kann sich zukünftig auf das thermische Wohlbefinden der Bevölkerung durchaus negativ auswirken und die Lebensqualität, v. a. vulnerabler Bevölkerungsgruppen, beeinträchtigen. Diesbezüglich zeigt die folgende Bioklimakarte die regionalen Temperaturdifferenzen innerhalb Deutschlands sehr anschaulich (s. Abb. 2).

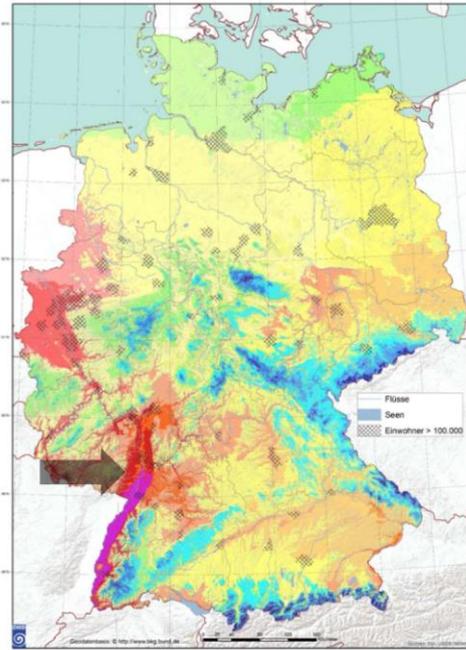


Abb. 2: Bioklimakarte von Deutschland für den Zeitraum 1981 bis 2014 (eigene Darstellung, verändert nach: Deutscher Wetterdienst o.J.).

Die Bioklimakarte verdeutlicht, dass vor allem die Oberrheinische Tiefebene bereits heute mit häufig bis sehr häufig auftretenden Wärmebelastungen zu kämpfen hat – ergänzt durch für diese Region charakteristisch geringe Niederschlagssummen. Der westlich angrenzende Höhenrücken des Pfälzerwaldes sorgt durch seine Stauwirkung als „Regenfänger“ dafür, dass sich die feuchteren atlantischen Luftmassen beim Aufsteigen am „Überströmungshindernis Pfälzerwald“ abregnen. Deutlich wird dieser Effekt anhand des Vergleichs der Niederschlagssumme von Haßloch (650 mm) mit dem rund 50 Kilometer entfernten, sich unmittelbar an der westlichen Grenze des Pfälzerwaldes gelegenen Pirmasens (779 mm; s. Abb. 3).

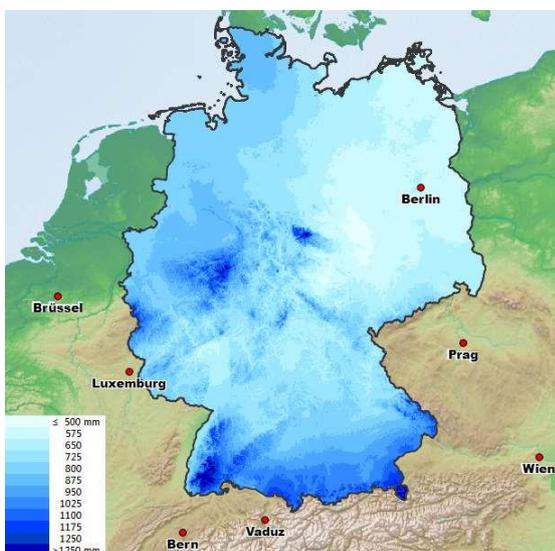


Abb. 3: Jährliche Niederschlagssummen in Deutschland (eigene Darstellung, verändert nach: Nemitz o.J.).

Angesichts der Lage Haßlochs in dieser mesoklimatisch besonders beeinflussten Region sind insbesondere bei städtebaulichen Maßnahmen die Aspekte der daraus resultierenden Auswirkungen auf die Bevölkerung entsprechend zu berücksichtigen und zu gewichten. Durch Klimaanpassungsmaßnahmen können die Folgen und Beeinträchtigungen, die durch den Einfluss des Klimawandels entstehen, vermindert werden. Daher basieren die erarbeiteten Handlungsempfehlungen auf der Grundlage einer klimaangepassten Bauleitplanung, die immer mehr an Bedeutung gewinnt.

### Siedlungsklima: Das Stadtklima kleiner Siedlungsräume

Der Begriff des Siedlungsklimas beschreibt das Klima in besiedelten Räumen, die im Vergleich zur unbebauten Umgebung gekennzeichnet sind durch einen zum Teil hohen Versiegelungsgrad und häufig eingeschränkte Austauschbedingungen. Diese Begriffsdefinition ist der des Stadtklimas sehr ähnlich. Typische Stadtklimaphänomene wie die urbane Überwärmung werden oft nur größeren Städten zugeordnet und bei kleineren Siedlungsräumen nicht bedacht. Natürlich sind diese in Großstädten deutlich stärker ausgeprägt, die sog. Stadtklimaeffekte treten aber auch in kleineren Gemeinden und Stadtteilen auf. Grund dafür ist der Eintrag großer Anteile anthropogener, künstlicher Baumaterialien, die die natürlichen Gegebenheiten und damit das lokale Klima modifizieren. In kleineren Siedlungen treten die typischen Stadtklimaphänomene zwar in abgeschwächter Form auf, unterliegen aber den gleichen Ursachen und Einflüssen. Ebenso zeigt sich der Klimawandel mit einem vergleichbaren Einfluss. Die höheren Temperaturen und eine Zunahme der Wetterextreme verstärken die lokale Überwärmung auch in kleineren Siedlungen. Da der Fokus auf der einwohnerreichen Kommune Haßloch liegt, es sich hierbei aber um einen Siedlungsraum mit überwiegend dörflicher Struktur handelt, wird im weiteren Verlauf der Begriff des Siedlungsklimas verwendet.

### **2.3. Siedlungsraum Haßloch**

#### *Flächennutzungskartierung*

Neben den mesoklimatischen und geographischen Gegebenheiten spielt für diese Untersuchung auch die reale Flächennutzung des Gemeindegebietes eine entscheidende Rolle (s. Abb. 4). Ziel dieser Betrachtung ist es, einen Eindruck über die Nutzung und die Bebauungsstruktur zu erhalten, um anschließend eine für die Gemeinde Haßloch passende lokalklimatische Begutachtung zu erstellen, welche später als Fachgutachten für die Erarbeitung eines neuen, aktuellen Flächennutzungsplanes dienen kann.

Das Gemeindegebiet von Haßloch lässt sich vereinfacht in einen anthropogen stark überprägten Norden sowie einen überwiegend naturbelassenen Süden gliedern. Das Groß der südlichen Gemeindefläche besteht aus dem Schutzgebiet „Haßlocher Wald“. Ganz im Süden sind einzelne landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie das Gebiet des Freizeitparks „Holiday Park“ vorzufinden. Mit diesen Naherholungs- und Freizeitmöglichkeiten besitzt das südliche

Gemeindegebiet somit einen hohen Freizeitwert, der auch eine touristische Anziehungskraft besitzt (s. Abb. 4).

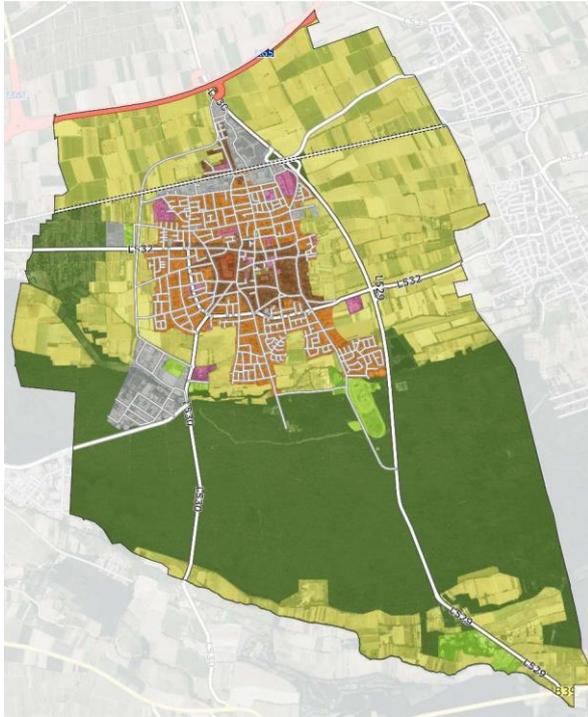


Abb. 4: Exemplarische Darstellung der Flächennutzungskartierung des Gemeindegebietes von Haßloch

Das Siedlungsgebiet liegt zentral im nördlichen Gemeindeabschnitt – umgeben von angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen. Durch die nördlich gelegene BAB 65 und den Bahnhof ist eine Anbindung an die überregionale Verkehrsinfrastruktur und an die nahegelegenen Oberzentren Ludwigshafen und Mannheim gewährleistet (s. Abb. 5). Mit den Nachbargemeinden Meckenheim, Böhl-Iggelheim, Hanhofen und Neustadt an der Weinstraße ist Haßloch durch die Landesstraßen L 529, L 530 und L 532 verbunden. Hierbei wirken sich vor allem die Ost-West verlaufende L 532 sowie die Nord-Süd führende L 530 wie Achsen auf den Ort aus, an denen die angrenzenden Anliegerstraßen die Bebauung zugänglich machen.



Abb. 5: Überörtliche Einordnung und verkehrliche Anbindung der Gemeinde Haßloch; ohne Maßstab (eigene Darstellung, verändert nach: Geoportal RP o.J.).

Eine reine Gewerbenutzung konzentriert sich in Haßloch vorwiegend im Norden des Gemeindegebietes – östlich und westlich an den Bahnhof anschließend. Nördlich des Bahnhofs findet sich überwiegend eine Mischnutzung. Ferner befindet sich im Südwesten, separiert durch kleinere landwirtschaftliche Flächen, das „Industriegebiet Süd“.

Haßloch verfügt zudem über ein großes und vielfältiges Sport- und Freizeitangebot, was jedoch nahezu ausschließlich außerhalb des Siedlungsraumes lokalisiert ist (Reitsportanlage im Westen, Tennisanlagen im Westen, Südwesten und Süden, Badepark im Südwesten, Sport-/ Fußballplätze im Süden, Schützenhaus, eine Pferderennbahn im Südosten). Im Ortsinneren sind solche Nutzungen nicht vorhanden. Ebenso treten auch öffentliche Grün- und Freiflächen mit entsprechender Rückzugs-, Erholungs- und Freizeitfunktion innerhalb des Siedlungsraumes bis auf den kleinflächigen Friedrich-Ebert-Park kaum in Erscheinung. Ins Auge fällt in diesem Zusammenhang das verhältnismäßig große Areal der Kleingartensiedlungen im Westen des Gemeindegebiets.

Alles in allem dominiert in Haßloch die Wohnbebauung, überwiegend und für den Standort typisch zweigeschossig, giebelständig mit Satteldach. Neben dieser vorrangigen Wohnnutzung sind im Ortsinneren vereinzelt ortsverträgliche Gewerbeanlagen sowie Daseinsvorsorgeeinrichtungen und öffentliche Einrichtungen beheimatet. Um den zentral

gelegenen Rathausplatz hat sich eine Mischnutzung entwickelt – zum Teil mit Kleingewerbe im Erdgeschoss und einer Wohnnutzung in den oberen Geschossen.

### *Wohngebietscharakterisierung*

Basierend auf der Flächennutzungskartierung nimmt die Wohngebietscharakterisierung eine zentrale Rolle ein. Ein zentrales Element einer potenziellen Innenentwicklung, und somit auch der Nachverdichtung, ist das Einfügen einer geplanten Bebauung in die bestehende Bebauungsstruktur sowie den Baucharakter der näheren Umgebung. Um einen Eindruck der Bebauungsstruktur Haßlochs zu gewinnen, wurden diese aufgrund ihrer unterschiedlichen Merkmale und Eigenschaften kartiert und in Kategorien zusammengefasst. Diese Kategorisierung der Wohnbebauungstypen beruht auf mehreren Ortsbegehungen sowie der Analyse von Luftbildaufnahmen. Hierfür wurde zum einen die aus der Baunutzungsverordnung (BauNVO) bekannte Bestimmung zu Art und Maß der Bebauung zugrunde gelegt. Zum anderen interessierte die Anzahl der Geschossigkeit pro Wohngebäude, die durchschnittliche Grundstücksfläche sowie die am häufigsten eingesetzten Baumaterialien. Basierend darauf ergab sich für das Gemeindegebiet eine räumliche Kategorisierung von unterschiedlichen Wohnbebauungstypen (s. Abb. 6).

Für Haßloch charakteristisch ist eine homogene Wohnbebauungsstruktur. Allerdings dominieren bei einer entsprechenden Betrachtung ebendieser zwei unterschiedliche Hauptbebauungsstrukturen, dargestellt durch die orangenen und gelben Flächen in Abbildung 6. Zum Großteil handelt es sich hierbei um Einfamilienhäuser. Lediglich vereinzelt sind Mehrfamilienhäuser zu finden (dunkelrote Flächen). Durch diese zentrale Einfamilienhausbebauung erhält Haßloch einen dörflichen Charakter, ungeachtet seiner vergleichsweise hohen Einwohnerzahl.

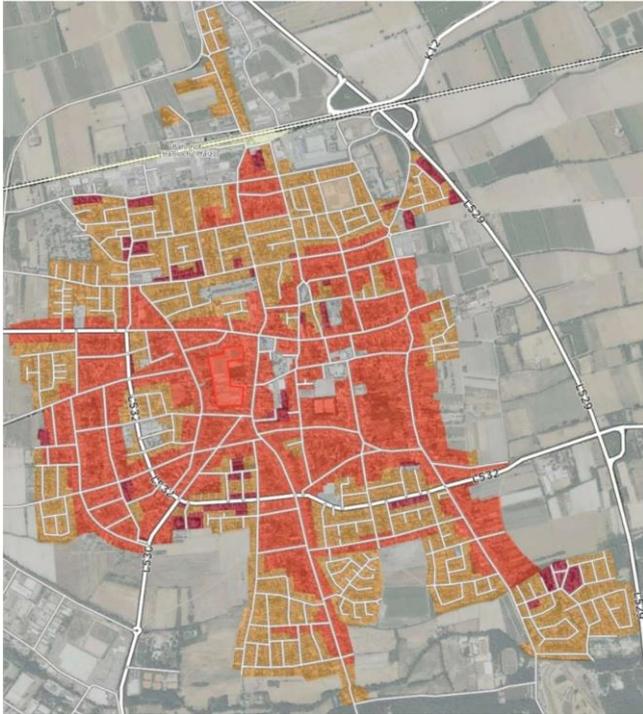


Abb. 6: Kategorisierung charakteristischer Wohngebietstypen innerhalb der Gemeinde Haßloch.

Die in Abbildung 6 orangenen Flächen der charakteristischen Wohngebietstypen vermitteln die Verteilung der bereits o. g. typischen Bebauung Haßlochs im Siedlungsraum. Diese in großen Teilen ältere Bebauung ist gekennzeichnet durch zweigeschossige Einfamilienhäuser mit ein bzw. zwei Wohneinheiten. Die größtenteils geschlossene Bauweise, im Zusammenspiel mit den giebelständigen Satteldächern, sorgt für ein einheitliches Straßenbild. Ergänzt wird dies durch oftmals schmale, langförmige Grundstücke, die aufgrund der Geschlossenheit keine bzw. kaum Einsicht aus dem öffentlichen Straßenraum ermöglichen (s. dazu Abb. 7 u. 8).



Abb. 7: Typische Wohnbebauung im Kernbereich von Haßloch, Beispiel: Pfarrgasse.



Abb. 8: Exemplarisches Luftbild der Pfarrgasse in Haßloch.

In gelborange werden in Abbildung 6 die Flächen dargestellt, auf denen größtenteils zweigeschossige Ein- bis Zweifamilienhäuser in Form einer offenen Bauweise zu finden sind. Diese Siedlungserweiterungen zeichnen sich durch ein moderneres Erscheinungsbild aus. Sie unterscheiden sich auch dahingehend von der restlichen Wohnbebauung des zentralen Bereiches von Haßloch, dass die Grundstücke breitere, dafür aber deutlich kürzere Zuschnitte aufweisen (s. Abb. 9 u. Abb. 10).



Abb. 9: Typische Wohnbebauung im Bereich der Siedlungserweiterungen in Haßloch, Beispiel: Am Obermühlweg.



Abb. 10: Exemplarisches Luftbild von Am Obermühlweg in Haßloch.

Die dunkelroten Bereiche in Abbildung 6 offenbaren vereinzelt im Gemeindegebiet von Haßloch anzutreffende Mehrfamilienhäuser. Sie bieten Raum für mehrere Wohneinheiten auf vergleichsweise kleiner Fläche (s. Abb. 11 u. Abb. 12).



Abb. 11: Sporadische Mehrfamilienhausbebauung, Beispiel: Richard-Wagner-Straße.

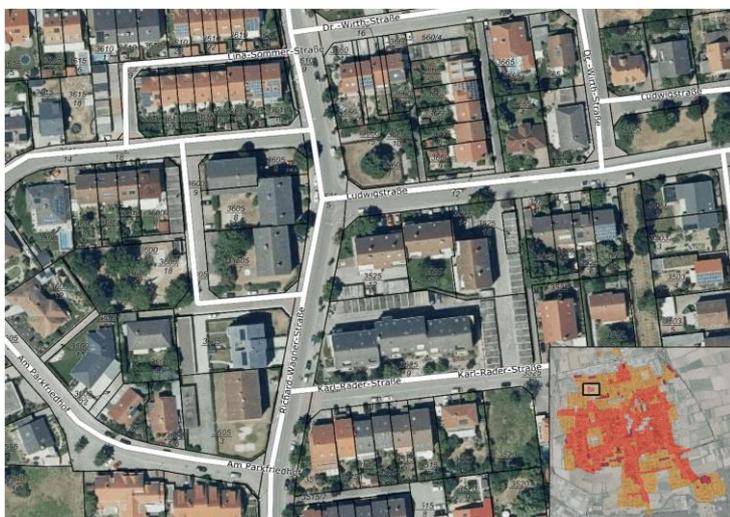


Abb. 12: Exemplarisches Luftbild der Richard-Wagner-Straße in Haßloch.

Insgesamt stellt sich der Gebäude- und Wohnungsbestand in Haßloch zum 31.12.2020 wie folgt dar (s. Tab. 2):

Tab. 2: Gebäude und Wohnungen der Gemeinde Haßloch zum 31.12.2020 (Statistisches Landesamt RP 2021, verändert).

<b>Gebäude</b>	<b>Anzahl</b>
Gebäude mit einer Wohnung	4.625
Gebäude mit zwei Wohnungen	852
Gebäude mit drei und mehr Wohnungen	579
Wohnheime	2
Insgesamt	6.058
<b>Wohnungen</b>	<b>Anzahl</b>
In Gebäuden mit einer Wohnung	4.625
In Gebäuden mit zwei Wohnungen	1.704
In Gebäuden mit drei und mehr Wohnungen	3.277
In Wohnheimen	8
Insgesamt	9.614

### *Flächennutzungsplan 2005*

Für die Gemeinde Haßloch besteht seit 1984 ein rechtswirksamer Flächennutzungsplan, der im Jahr 2005 nach den Bestimmungen des Baugesetzbuches neu aufgestellt wurde und zurzeit die aktuellste Fassung darstellt. Die Neuaufstellung des Flächennutzungsplans wurde am 19.05.1994 beschlossen und nach der vom 20. Juli 2004 geltenden Fassung des Baugesetzbuches durchgeführt. Der Flächennutzungsplan wurde nach den regionalplanerischen Vorgaben und Zielsetzungen des mittlerweile veralteten Landesentwicklungsprogramms III von 1995 (LEP III; aktuell LEP IV, 2008) und des ebenfalls veralteten Regionalen Raumordnungsplans Rheinpfalz Entwurf 2000 (RROP; aktuell Einheitlicher Regionalplan Rhein-Neckar, 2014) entwickelt.

Es ist ersichtlich, dass sich die Gemeinde im Rahmen der Siedlungsentwicklung durch einen wanderungsbedingten Bevölkerungszuwachs auf den Schwerpunkt „Wohnen“ konzentriert. Dabei sollten vorrangig die regional bedeutsamen Wohnstandorte gefördert und Wohnbauflächen über den Eigenbedarf hinaus bereitgestellt werden, mit der Absicht die Wohnfunktion zu stärken. Klare Zielsetzung war dementsprechend Innen- vor

Außenentwicklung und die verdichteten Siedlungsgebiete auf Haltestellen des ÖPNV, insbesondere des Schienenverkehrs, auszurichten.

Wie bereits dargestellt wird für Haßloch nur eine sehr geringe Zunahme der Bevölkerungszahlen prognostiziert. Hierdurch ist es fraglich, ob weitere Siedlungsflächen benötigt werden. Sollte sich die Gemeinde Haßloch dennoch zu einer Siedlungsentwicklung entscheiden, könnten sich Entwicklungspotenziale vor allem südlich der bebauten Ortslage ergeben. Kleinere Flächen könnten sich aber auch entlang des Ortsrandes an die bereits vorhandene Bebauung angliedern, um so eine bauliche Abrundung des Siedlungskörpers zu bewirken. Allerdings gilt es ebensolche Potenzialflächen im Rahmen einer lokalklimatischen Begutachtung zu analysieren und zu prüfen – und ggf. auch zu schützen bzw. zu erhalten.

## 2.4 Rechtliche Grundlagen

Die Klimaschutznovelle 2013 hat die sog. Klimaschutzklausel des § 1 Abs. 5 BauGB eingefügt und macht so noch einmal deutlich, dass Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel für die Bauleitplanung eine wachsende Bedeutung haben (Battis et al. 2016, Rn. 37). § 1 Abs. 5 soll „[...] dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern [...]“ (MKULNV NRW 2010, 40). Schließlich gibt § 1a Abs. 5 BauGB den Gemeinden als Auftrag vor, „den Erfordernissen des Klimaschutzes [...] sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung (zu) tragen [...]“ (Ernst et al. 2018, Rn. 279). Dies geschieht durch die bauleitplanerische Abwägung gemäß § 1 Abs. 7 BauGB und rechtfertigt dadurch die klimagerechten Darstellungen im Flächennutzungsplan und die Festsetzungen im Bebauungsplan (Battis et al. 2016, Rn. 37). Dies bedeutet aber auch, dass die Belange von Klimaschutz und -anpassung keinen höheren Stellenwert gegenüber anderen Belangen einnehmen sollen. Gemäß § 1 Abs. 5 Nr. 7 sind ebenfalls insbesondere „... die Belange des Umweltschutzes, auch durch die Nutzung erneuerbarer Energien, des Naturschutzes und der Landschaftspflege, insbesondere des Naturhaushaltes, des Wassers, der Luft und des Bodens einschließlich seiner Rohstoffvorkommen, sowie das Klima“ zu berücksichtigen (MKULNV NRW 2010, 40). Durch das BauGB ergeben sich so zulässige Festsetzungen in Bebauungsplänen für eine klimagerechte Stadtplanung. Konkret bedeutet dies für die Gemeinden, dass durch den Auftrag des Gesetzgebers, im Rahmen der nach Art. 28 Abs. 2 GG übertragenen kommunalen Planungshoheit, durch eine angepasste Planung Vorsorgen an den Klimawandel zu treffen sind. Dementsprechend soll der Planungsträger auf der Flächennutzungsplanebene übergreifend koordinierend tätig werden und auf der Bebauungsplanebene konkret Klimaanpassungsmaßnahmen treffen (Ernst et al. 2017, Rn. 282).

### 2.4.1 Handlungsmöglichkeiten einer Kommune: Rahmenbedingungen und allgemeine Anpassungsmöglichkeiten

Kommunen spielen im Hinblick auf die Entwicklung von Klimaanpassungsmaßnahmen die wohl bedeutendste Rolle. Die raumrelevante Thematik des Siedlungsklimas im Zusammenhang mit der Klimaanpassung betreffen sie direkt. Daher ist es die Aufgabe der räumlichen Planung Klimaanpassungsmaßnahmen zu ermöglichen. Die Grundlage für die Belange des Klimas in Gemeinden regelt § 1 Abs. 6 BauGB: „*insbesondere zu berücksichtigen sind (...) die Belange des Umweltschutzes, (...) der Luft (...) sowie das Klima*“. Die Raumplanung, im Einklang mit dem Baugesetzbuch, bietet auf regionaler und kommunaler Ebene eine Vielzahl an Instrumenten und Festsetzungsmöglichkeiten, um entsprechende Maßnahmen für das Siedlungsklima umsetzen zu können. Während die formellen Instrumente eine verbindliche Rahmensetzung verlangen, sind informelle Instrumente von einer Nicht-Rechtsverbindlichkeit geprägt. Um eine erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen gewährleisten zu können, sollte jedoch eine Kombination der beiden Instrumente erfolgen. Darüber hinaus ist eine Kommune in Bezug auf die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen auf die Mitarbeit und das Engagement unterschiedlicher Akteure angewiesen. Die Partizipation dieser Öffentlichkeit sollte in Bezug auf formelle sowie informelle Planungen erfolgen. Damit kann frühzeitig die Akzeptanz der Beteiligten für potentielle lokal umzusetzende Anpassungsmaßnahmen gegeben werden. Gerade die informellen Instrumente (Regionale/ kommunale Entwicklungskonzepte, Leitbildprozesse, Regionalmanagement, Aktionspläne, etc.) sind hinsichtlich des Eigenengagements der Bevölkerung, der freiwilligen Selbstverpflichtung und des Interessenausgleichs unverzichtbar. Neben der frühzeitigen Information der Akteurs- und Interessengruppen, sollte auch die Möglichkeit der Beteiligung gewährleistet sein. Wichtig ist ebenso das Bewusstsein im Hinblick auf die Notwendigkeit der geplanten Maßnahmen zu sensibilisieren.

Das Thema „Klima“ spielt auf allen Planungsebenen eine relevante Rolle. Hierdurch findet es Zugang in die formelle Planung. Belange des Lokalklimas werden bei der Aufstellung des Bauleitplanes miteinbezogen. Aber auch in weiteren Gesetzen, wie der Umweltverträglichkeitsprüfung nach UVPG oder der projektbezogenen Umweltverträglichkeitsprüfung UVP findet das Klima einen besonderen Stellenwert. Ebenso ist es ein gewichtiger Bestandteil im Abwägungsprozess der Bauleitplanung.

Als formelle Instrumente mit Blick auf die Handlungsspielräume einer Kommune bezüglich der Vorschreibung und Festsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen sind folgende Pläne von Bedeutung:

Der *Regionalplan* dient als Bindeglied zwischen den übergeordneten Planungsebenen (Landesentwicklungsplanung) und der nachfolgenden Bauleitplanung. Durch ihn erfolgt eine überörtliche Betrachtung von regionalen und lokalen Einflussfaktoren. Er konkretisiert die Vorgaben von Bund und dem Land Rheinland-Pfalz im Zusammenhang mit den Interessen der betreffenden Kommunen bezogen auf die jeweilige Region. Der Regionalplan entwickelt und setzt regionale Handlungsstrategien zur Klimaanpassung um. In Bezug auf die Maßnahmen zur

Verringerung lokaler Überwärmung im Siedlungsbereich können in Regionalplänen u. a. Freiflächen zur Entstehung von Frisch- und Kaltluft sowie Kaltluftschneisen gesichert werden.

Der *Flächennutzungsplan* hat unter anderem zum Ziel regionalplanerische Vorgaben umzusetzen. Hierbei sollen z. B. formulierte regionale Grünzüge entsprechend den lokalen Voraussetzungen angepasst und mit der Bebauung verbunden werden. Zudem erfolgen, unter Beachtung der Regionalplanung (§ 1 Abs. 4 BauGB), in diesem Bauleitplan konkrete Umsetzungen von Anpassungsmaßnahmen. Die Siedlungsstrukturen können auf Ebene des Flächennutzungsplans auf unterschiedliche Weise einer Überwärmung angepasst werden. Grundlage hierfür ist § 5 des BauGB. Dementsprechend kann eine Darstellung von überhitzungsgefährdeten Gebieten erfolgen, Maßnahmen können festgesetzt werden, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Schutz- und Sanierungszonen in Bezug auf das Siedlungsklima ausweisen und Grünflächen/ -züge als Klimafunktionsflächen festhalten. Zusätzlich können Bauflächen mit der Vorgabe zur Flächenentsiegelung dargestellt werden.

Im *Bebauungsplan* werden schließlich konkrete umsetzungsorientierte Festsetzungen für Klimaanpassungsmaßnahmen getroffen. Als Grundlage dient das Festsetzungsinstrumentarium gemäß § 9 BauGB. Hierbei kann die Steuerung der Maßnahmen gegen die Überwärmung eines Siedlungsraumes durch Festsetzungen über die Art und das Maß der baulichen Nutzung, der Bauweise sowie durch Baulinien und Baugrenzen erfolgen. Somit können hitzeverträgliche Nutzungen, Grün- und Wasserflächen sowie unversiegelte Flächen gesichert werden. Zudem ist es möglich die Gestaltung von Freiflächen auf Grundstücken in gewissen Maßen festzusetzen (§ 9 Abs. 1 BauGB).

Die vorwiegend öffentlichen Maßnahmen der formellen Planung greifen deutlich besser, wenn sie zusätzlich mit Privatmaßnahmen verknüpft sind. Die Anpassung auf privaten Flächen erfolgt meist durch freiwillige Selbstverpflichtung. Um eine größere Zahl an Bürgern zu motivieren, kann auch eine finanzielle Unterstützung durch verschiedene Programme, z. B. die Städtebauförderung zusätzlich erfolgen.

Anpassungsmaßnahmen im kommunalen Bereich schrecken meist aufgrund des finanziellen und personellen Aufwands die Gemeinden ab. Jedoch müssen Maßnahmen zur Klimaanpassung nicht immer gleichbedeutend sein mit zusätzlichem Aufwand. Sie können durchaus in den bestehenden Planungsprozess und in zukünftige Projekte miteinbezogen werden.

Als Grundlage für die formellen Instrumente und die Bauleitplanung ist der Regionalplan Rhein-Neckar heranzuziehen. Als vorbereitende Planung enthält dieser Vorgaben zur Freihaltung von Kalt- und Frischluftentstehungsgebieten sowie von klimaökologisch bedeutsamen Freiflächen. Zu verzeichnen sind diese in den Plansätzen des Regionalplans. Laut dem Teilplan „Natur, Landschaft und Umwelt (West)“ ist das Siedlungsgebiet Haßlochs von „*Flächen mit hoher bis sehr hoher klimatologischer Bedeutung*“ umgeben und unterliegt damit den Planungssätzen des Regionalplans. Die Flächen sind aufgrund ihrer Bedeutsamkeit,

gerade für das Siedlungsklima, von Bebauung freizuhalten, damit eine Produktion von Frisch- und Kaltluft gewährleistet ist (s. dazu auch Teilkapitel 4.1).

Darauf aufbauend folgt der Flächennutzungsplan mit integriertem Landschaftsplan der Gemeinde Haßlochs. Als vorbereitende Bauleitplanung kann im Flächennutzungsplan, unter Beachtung des Regionalplans, die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen erfolgen. Großräumige Darstellungen von Freiflächen unterschiedlicher Zweckbestimmung können hier erfolgen, beispielsweise Grünflächen und Grünzüge als Klimafunktionsflächen. Grünflächen, wie Parkflächen und Wasserflächen kann die Gemeinde hier ebenfalls festsetzen (§ 5 BauGB).

#### **2.4.2 Handlungsmöglichkeiten einer Kommune: lokale Maßnahmen und Umsetzungsinstrumente**

Im weiteren Verlauf wird sich die Analyse des Untersuchungsraumes mit den Möglichkeiten der Klimaanpassung bezüglich der lokalen Überwärmung befassen. Der Fokus liegt hierbei auf Maßnahmen, um dieser anthropogen bedingten Überwärmung gegenzusteuern.

Hinsichtlich der Handlungsmöglichkeiten einer Kommune in Bezug auf die siedlungsklimatische Überwärmung, gibt es eine Vielzahl von lokalen Maßnahmen, die ergriffen werden können.

*Grün- und Freiflächen* sind ein wichtiger Bestandteil im Rahmen der Anwendung lokaler Klimaanpassungsmaßnahmen. Entwicklung und Erhalt sind für die Verbesserung des Siedlungsklimas von immenser Bedeutung. Aufgrund ihrer geringen Wärmespeicherung besitzen sie eine klimaregulierende Wirkung. Die Vegetation sollte in diesen Bereichen möglichst gering bzw. gut „durchmischt“ sein – ein zu großer Anteil an hoher bzw. dichter Vegetation verringert auf Grün- und Freiflächen nachts die Kaltluftbildung. Damit die Flächen auch eine positive Wirkung auf die Bebauung haben können, muss der Übergang offen gestaltet werden. Nur so kann kühlere Luft in die bebauten Flächen eindringen und ihre kühlende Wirkung entfalten. Grundsätzlich können Grün- und Freiflächen durch diverse Instrumente festgesetzt bzw. vorgeschrieben werden.

Im Flächennutzungsplan können großräumige Darstellungen von Freiflächen mit unterschiedlicher Zweckbestimmung erfolgen (§ 5 Abs. 2 BauGB). Zusätzlich können im Bebauungsplan Festsetzungen in Bezug auf Grünflächen auf unterschiedliche Art erfolgen (§ 9 BauGB, teilweise in Verbindung mit der BauNVO). Zudem kann eine Ausweisung großer Grün- und Freiflächen ebenfalls in übergeordneten Plänen, wie Regionalplänen, erfolgen.

Die *Entsiegelung von Flächen und der Rückbau von Bebauung* sind weitere einflussnehmende Maßnahmen zur Verbesserung des Lokalklimas. Die Teilentsiegelung, selbst von kleineren Flächen, zeigt bereits positive lokalklimatische Effekte. Eine Verbesserung ist festzustellen, wenn Oberflächenmaterialien, die den Boden komplett versiegeln (z. B. Asphalt), durch Materialien ersetzt werden, die einen geringeren Versiegelungsgrad und eine höhere Verdunstung mit sich bringen, wie z. B. Rasengittersteine oder fugenreiches Pflaster. Oberflächen von Stellplätzen oder (Innen)Höfen bieten sich hierfür an.

Neben der Entsiegelung hat die *Verringerung der Bebauungsdichte* durch Rückbau ebenfalls positive lokalklimatische Wirkungen. Stadtumbaumaßnahmen können zu einer geringeren Baudichte beitragen und auch in Gemeinden mit sinkenden Einwohnerzahlen werden Bereiche frei, die zurückgebaut werden könnten. Durch die Reduzierung der Versiegelung und wärmespeichernder Materialien nimmt das Überwärmungspotential ab. Die entstehenden Freiflächen können schließlich als Grün- oder Wasserflächen genutzt werden, die zusätzlich zu einer Reduktion der Lufttemperatur beitragen. Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen können im Zuge von Stadtumbaumaßnahmen nach § 171a BauGB erfolgen. Vorgreifend kann eine Festsetzung im Bebauungsplan einer nicht baulichen Nutzung eine Fläche vor Versiegelung schützen. Eine Kommune kann bei der Entsiegelung von bestehenden privaten Flächen zwar formelle Instrumente verwenden, jedoch ist dies planungsrechtlich kompliziert. Daher ist die Gemeinde an dieser Stelle auf das Eigenengagement der Bürger angewiesen.

*Begrünungsmaßnahmen innerhalb des Siedlungsbestandes* tragen maßgeblich zu einer Verbesserung des Mikroklimas bei. Durch Verdunstung, Beschattung und Wasserrückhalt haben sie einen kühlenden Effekt und führen zu einer Verringerung der Umgebungstemperatur im Sommer. Zudem wird das Wohlbefinden der Anwohner gefördert und Freizeitflächen im städtischen Raum entstehen. Begrünungsmaßnahmen innerhalb der Siedlung, welche dem Überwärmungseffekt entgegenwirken, können auf verschiedene Arten erfolgen:

*Dach- und Fassadenbegrünungen* können das Mikroklima positiv beeinflussen und Temperaturspitzen abmildern. Begrünte Dächer verringern nicht nur das Aufheizen des Gebäudes selbst, sondern heizen sich selbst lediglich auf 20 - 25°C auf – herkömmliche Dachziegel bis zu 80°C. Die Dachbegrünung trägt so zur Verbesserung des Standortklimas bei. Die Fassadenbegrünung hat im Vergleich zur Dachbegrünung eher geringere Wirkungen. Sie dient vor allem dazu, Straßenräume und Quartiere zu begrünen, wenn aufgrund hoher Baudichte keine andere Art der Begrünung möglich ist. Dennoch hat Fassadenbegrünung durch ihre Verschattung, Verdunstung und Minderung der Wärmeabstrahlung der Hauswand in der Gesamtheit einen positiven Effekt auf das Siedlungsklima. Mit einer größeren Anzahl von begrünten Fassaden könnten diese auch eine flächendeckende Wirkung für die direkte Nachbarschaft entfalten. Dach- und Fassadenbegrünung kann bei Neuplanungen durch den § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB in Bebauungsplänen in Verbindung mit der Landesbauordnung Rheinland-Pfalz festgesetzt werden.

Durch die *Begrünung von Höfen und Innenhöfen* kann eine Wärmereduzierung punktuell innerhalb des Bestandes erfolgen. Durch den Einsatz von Gehölzen wird die Verschattung und die Verdunstung erhöht. Die Lufttemperatur ist im Vergleich zur Umgebung in begrünten Höfen deutlich geringer und fördert vorwiegend das Wohlbefinden der Bewohner. Eine lokalklimatische Wirkung auf den Überwärmungseffekt ist hierdurch jedoch nicht zu erwarten. Grundsätzlich kann eine solche Grüngestaltung nach § 9 Abs. 1 Nr. 20 und Nr. 25 BauGB bei Neuplanungen festgesetzt werden. Zusätzlich fällt es unter den § 88 Abs. 1 Nr. 7 LBauO RP. Jedoch könnte Begrünung an dieser Stelle nur unter dem Gesichtspunkt der Gestaltung vorgeschrieben werden, nicht aber aufgrund klimatologischer Argumente festgesetzt werden.

Somit besitzt die Kommune nur einen äußerst geringen Spielraum, wodurch bei der Begrünung von Höfen und Innenhöfen vorzugsweise auf das Eigenengagement der Bürger\*innen gesetzt werden muss.

*Große Parkanlagen* sowie *Pocket-Parks* weisen positive Wirkungen auf das Siedlungsklima auf. Wie alle Grünflächen haben sie aufgrund ihrer Verdunstungsleistung einen Kühlungseffekt. Parkanlagen offenbaren einen Luftaustausch zwischen der Bebauung und der Fläche selbst. Generell haben Parks eine Wirkung auf die direkte Nachbarschaft. Während größere Parkanlagen tagsüber für geringere Temperaturen sorgen und nachts einen kühlenden Effekt mit sich bringen, sorgen Pocket-Parks punktuell im Bestand für Verschattungen und Reduzierung der Lufttemperatur am Tage. Je mehr von den kleineren und größeren Grünflächen im Siedlungsraum vorhanden sind, desto größer ist die Wirkung auf die lokale Überwärmung. Parkanlagen wie auch Pocket-Parks kann eine Kommune nach § 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB als öffentliche Grünfläche im Bebauungsplan festsetzen. Eine zusätzliche Festsetzungsmöglichkeit besteht im Flächennutzungsplan nach § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB.

Auch die *Förderung der blauen Infrastruktur* besitzt einen positiven Einfluss auf die lokale Überwärmung. Die blaue Infrastruktur subsummiert alle Formen des Wassers, wie z. B. Springbrunnen, künstliche, aber auch natürliche Teiche oder Seen und Wasserspiele. Diese Flächen erwärmen sich im Gegensatz zu ihrer Umgebung kaum. Sie steuern aufgrund ihrer hohen Verdunstungsrate unter anderem zur lokalklimatischen Verbesserung bei und sorgen tagsüber für einen ausgeglichenen Temperaturverlauf. Zudem fördern sie die Aufenthaltsqualität innerhalb der Siedlung und können als Lebensraum für Flora und Fauna fungieren. Die größte Wirkung entfaltet die blaue Infrastruktur im Zusammenhang mit Grünflächen. Beispielsweise in Parks können diese tagsüber, wie auch in der Nacht, eine kühlende Wirkung haben. Wasserflächen können sowohl im Flächennutzungsplan (nach § 5 Abs. 2 Nr. 7) als auch im Bebauungsplan (nach § 9 Abs. 1 Nr. 6) festgesetzt werden. Zu beachten sind hierbei die vorrangigen Fachplanungen (wie beispielsweise die Landeswassergesetze).

*Straßenbegleitgrün* spendet primär in den Sommermonaten Schatten und reduziert damit die lokale Wärmebelastung, hat positive Auswirkungen auf die siedlungsklimatische Überwärmung. Jedoch empfiehlt sich hierbei eine lockere Bepflanzung. Ist die Bepflanzung zu dicht, wird der Luftaustausch im Straßenraum aufgrund des Blätterdachs vermindert und trägt zu einer Erwärmung respektive zur Akkumulation von Luftschadstoffen bei. Daher wird eine lockere und einzelne Bepflanzung durch Bäume mit einem lockeren Blätterdach oder niedrige Vegetation empfohlen. Da die Vegetation im Straßenraum in den Sommermonaten starker Hitze und Trockenheit ausgesetzt ist, sollten Bäume gewählt werden, die wärmeresistent sind und nur einen geringen Wasserbedarf haben. Auch Straßenbegleitgrün kann durch den § 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB als öffentliche Grünfläche mit der Zweckbestimmung des Straßenbegleitgrüns vorgeschrieben werden, wenn die Fläche eine ausreichende Größe besitzt sowie eigenständig wahrgenommen werden kann. Eher empfiehlt sich die Festsetzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB.

*Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftschneisen* sollten erhalten und vor allem gesichert werden. Durch die Produktion kalter Luftmassen in den Abend- und Nachtstunden auf Freiflächen mit geringer Vegetation, sind Kaltluftentstehungsgebiete eine der wohl wichtigsten Maßnahmen in Bezug auf die Minderung der lokalen Überwärmung. Ventilationsbahnen (Kaltluftschneisen) können für einen thermischen Ausgleich zwischen den Freiflächen und den lokalen „Hot Spots“ im Siedlungsraum sorgen. Die Frisch- und Kaltluft kann jedoch nur dann ihre Wirkung in der Siedlung entfalten, wenn sie in die bebauten Bereiche eindringen kann. Daher ist nicht nur der Erhalt von Kaltluftentstehungsgebieten von großer Bedeutung, sondern auch die Sicherung von Kaltluftschneisen. Der Erhalt oder die Schaffung solch großer Grünflächen wird meist im Flächennutzungsplan (§ 9 Abs. 1 Nr. 18 oder Nr. 29), im Landschaftsplan, im Regionalplan oder bei kleineren Flächen im Bebauungsplan nach § 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB festgesetzt.

Die *Sanierung von Gebäuden* dient an erster Stelle vor allem dazu, den Energieverbrauch zu reduzieren. Die Wärmedämmung bei einem Gebäude sorgt aber zusätzlich dafür, dass die Wärmeabstrahlung der Fassaden in die umliegende Umgebung reduziert wird und die Wärmebelastung im Sommer abnimmt. Dadurch haben die Sanierungsmaßnahmen der Bebauung positive Auswirkungen auf das lokale Klima. Darüber hinaus führt die Dämmung zu einer geringeren Erwärmung in den Innenräumen der Gebäude. Bei der Sanierung der Gebäude sowie der Flächenversiegelung ist eine *Verwendung von hellen Materialien* von Vorteil. Sie besitzen eine geringere Albedo und heizen sich dementsprechend im Vergleich zu dunklen Oberflächenmaterialien weniger stark auf. Solch helle und reflektierende Materialien können bei der Sanierung von Gebäuden, bei Neubauten, der Infrastruktur sowie der allgemeinen Oberflächenversiegelung genutzt werden. Die thermische und energetische Sanierung von Gebäuden erfolgt nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG). Grundlage für den Wärmeschutz von Gebäuden ist § 16 LBauO RP. In Bezug auf die Oberflächenmaterialien bei der Versiegelung kann eine Festsetzung im Bebauungsplan hinsichtlich der Bebauung erfolgen oder durch Gestaltungssatzungen der Gemeinden nach § 88 LBauO RP.

Die *Nachverdichtung* in Städten und kleineren Siedlungen ist meist mit dem Verlust von Freiflächen verbunden. Dadurch wird zumeist der Effekt der lokalen Überwärmung verstärkt. Um dies zu vermeiden und keine negativen Auswirkungen bezüglich des Siedlungsklimas zuzulassen, ist eine nachhaltige Nachverdichtung von Bedeutung. Auch wenn bei einer Nachverdichtung meist nur einzelne Flächen in Anspruch genommen werden, kann dies eine Auswirkung auf das lokale Klima aufweisen. Daher sollte darauf geachtet werden, dass die vorangegangenen beschriebenen Maßnahmen hierbei beachtet werden. Nachverdichtungen mit einer geringen Beeinflussung wären beispielsweise das Aufstocken von Bestandsgebäuden oder der Anbau an ebendiese. Bauliche Maßnahmen im Sinne der Nachverdichtung können generell durch den Bebauungsplan geregelt werden. Bei einer nachhaltigen Nachverdichtung mit Fokus auf das Siedlungsklima, können die bereits erläuterten Maßnahmen, wie Dach- und Fassadenbegrünung, Festsetzen von Grün- oder Wasserflächen, zusätzlich beschlossen werden.

### 3. Untersuchungsmethode

Die Notwendigkeit der Klimaanpassung wird zukünftig weiter zunehmen. Das politisch kommunizierte 2°C-Ziel wird voraussichtlich nicht erreicht werden. Dadurch gewinnt die Relevanz der Anpassung an die Klimaveränderungen an Bedeutung. Da die Auswirkung der klimatischen Veränderungen in hohem Maße raumrelevant ist, ist es die Aufgabe der regionalen und lokalen Planung, Maßnahmen zur Klimaanpassung zu entwickeln. Städte, urbane Räume, aber auch kleinere Siedlungsbereiche sind aufgrund ihres charakteristischen Lokalklimas und der Überwärmung durch die dichte Bebauung und hohen Versiegelungsgrade in Bezug auf lokalklimatische Modifikationen besonders anfällig. Wetterextreme wie Starkregenereignisse und Hitzewellen haben in den vergangenen Jahren zugenommen und werden auch zukünftig immer häufiger auftreten. Die lokale Überwärmung wird deutlich verstärkt und es kommt zu punktuellen Aufheizungen von Siedlungsräumen, die nicht mehr ohne Anpassungsmaßnahmen reguliert werden können. Dennoch stößt gerade die lokalklimatische Anpassung auf vielen Ebenen noch auf Hemmnisse und mangelnde Akzeptanz. Häufig wird vor allem in kleineren Siedlungen die Dringlichkeit der Klimaanpassung verkannt.

Auf Grundlage dessen wurde für die Gemeinde Haßloch die vorliegende lokalklimatische Begutachtung durchgeführt. Um die eingesetzte Methode besser erläutern zu können wird immer wieder auf Zitate der Arbeit von Fabisch (2017) bzw. den Arbeiten von Henninger und Fabisch (2015) zurückgegriffen. Dort wird die sog. „Matrix-Methode“ in aller Ausführlichkeit in seiner Entwicklung, Funktion und Bedeutung für lokalklimatisch/ siedlungsökologische Betrachtungen, Analysen und Bewertungen erläutert.

#### 3.1. Ansatz der „Matrix-Methode“

Unabhängig davon, Klimaparameter direkt erfassen zu müssen oder zu simulieren, werden durch den Einsatz der „Matrix-Methode“ jene Faktoren erfasst, die zur Bildung des Stadtklimaeffektes beitragen können. Zu diesen lokalklimatisch/ siedlungsökologisch relevanten Indikatoren zählt u. a. der Versiegelungsgrad, der auch in der Bauleitplanung eingesetzt wird. Ergänzt wird dieser durch weitere einfach zu erfassende Faktoren (z. B. Oberflächenmaterial, Topographie, Rauigkeit), die ebenfalls das Siedlungsklima beeinflussen. Das Zusammenwirken aus bekannten, einfach zu erfassenden Einzelfaktoren soll dafür sorgen, dass die Einarbeitungsphase in ein neues Untersuchungsgebiet möglichst kurzgehalten wird. Kennwerte wie z. B. die Bodenkennzahl oder die Grünvolumenzahl könnten ebenfalls Rückschlüsse auf vorherrschende lokalklimatische Verhältnisse ermöglichen, eignen sich jedoch aufgrund deren aufwendiger Bestimmung nicht für die Anwendung einer möglichst einfachen und schnell durchzuführenden Methode.

Die isolierte Betrachtung einzelner Indikatoren führt nicht zwangsläufig zu belastbaren Ergebnissen. Viele entfalten ihre volles siedlungsklimatisches Wirkpotential erst durch Wechselwirkungen mit weiteren Faktoren vor Ort (Adam & Grohé 1984, 122). Daher werden diese Wechselwirkungen in einer Matrix abgebildet, um wissenschaftlich fundierte und

möglichst belastbare Ergebnisse zu erhalten. Zumeist werden Matrizen für eine Risikoabschätzung verwendet – hierfür wird die Eintrittswahrscheinlichkeit der Auswirkung eines Ereignisses gegenübergestellt (vgl. Abb. 13). Damit kann letztendlich der Schadenserwartungswert eines Ereignisses bestimmt werden (Diedrichs, 2012, 93 ff.).

		Auswirkungen				
		gering ←				→ hoch
Eintrittswahr- scheinlichkeit	hoch ↑	gelb	gelb	rot	rot	rot
		grün	gelb	gelb	rot	rot
		grün	grün	gelb	gelb	rot
		grün	grün	grün	gelb	gelb
	gering ↓	grün	grün	grün	grün	gelb

Abb. 13: Risikomatrix (grün = geringes Risikopotential; gelb = Risiko mit Potential zur Schadensminderung; rot = hohes Risikopotential) (Fabisch 2017).

Im Gegensatz zu einer Risikomatrix werden für die siedlungsklimatische Analyse nicht die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Auswirkungen, sondern zwei siedlungsklimarelevante Faktoren gegenübergestellt (s. Kap. 3.2). In Abhängigkeit der Ausprägungsintensität kann so die Eintrittswahrscheinlichkeit eines bestimmten Phänomens bewertet werden. Abbildung 14 zeigt beispielhaft die Verwendung einer Matrix für zwei Indikatoren mit jeweils fünf Ausprägungsklassen. Eine solche Matrix-Analyse ist allerdings nur möglich, wenn die einzelnen Indikatoren mindestens ein ordinales Skalenniveau besitzen (Büning & Trenkler, 1994, 8 f.). Da die Bewertung siedlungsklimarelevanter Faktoren das zentrale Element in der für die Untersuchung verwendeten Methode darstellt, wird diese auch als „Matrix-Methode“ bezeichnet. In Abhängigkeit der Auswirkungen der lokalen Wirkung des jeweiligen Untersuchungsgegenstandes auf den menschlichen Organismus wird innerhalb der entsprechenden Matrizen eine Bewertung der einzelnen Rasterfelder vorgenommen. Hierzu wird eine fünfstufige Skala mit den Abstufungen „sehr schlecht“ (--), „schlecht“ (-), „neutral“ (~), „gut“ (+) und „sehr gut“ (++) verwendet.

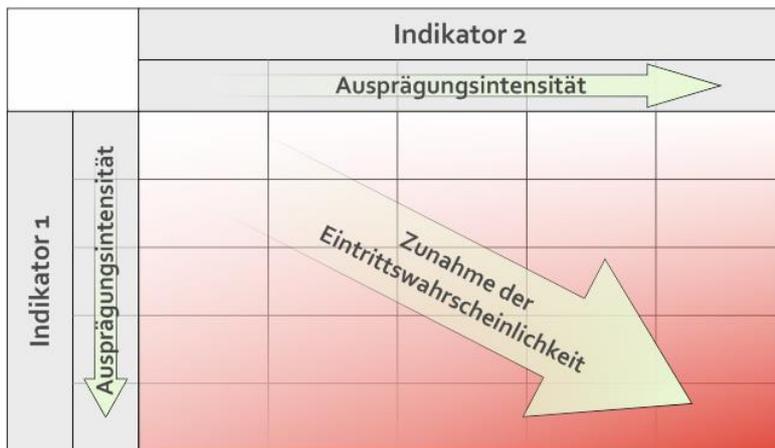


Abb. 14: Schematische Matrix-Darstellung zur Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Phänomens in Abhängigkeit zweier wirkender Faktoren (Fabisch 2017).

Die flächendeckende Erfassung der Indikatoren erfolgt anhand eines im Vorfeld festgelegten Rasters, dessen räumliche Auflösung individuell auf den jeweiligen Untersuchungsraum angepasst werden kann. Durch den sehr hohen Erfassungsaufwand eignet sich eine Rastergröße von 25 Metern nur bei kleineren Untersuchungsgebieten oder Räumen mit einer äußerst heterogenen Siedlungsstruktur. Dahingehend sorgt eine Rastergröße von 100 Meter für einen sehr geringen Erfassungsaufwand, jedoch verschlechtert sich hierdurch die Ergebnisqualität aufgrund der schlechteren räumlichen Auflösung. Eine solche Auflösung bietet sich nur für sehr homogene Räume, wie z. B. an die Siedlung angrenzende Frei- oder Waldflächen, an (s. Abb. 15).



Abb. 15: Vergleich der Rastergrößen für eine Bestandsaufnahme (links = 25 Meter; Mitte = 50 Meter; rechts = 100 Meter) (Fabisch 2017).

Um eine für Haßloch angepasste Rasterung zu erhalten, die der Tatsache Rechnung trägt, dass das „Dorf“ über eine vergleichsweise große Gemeindefläche verfügt, wurde auf ein Raster von 25 Meter für den Innenbereich der Gemeinde bzw. auf ein Raster von 50 Meter für den angrenzenden Außenbereich von Haßloch zurückgegriffen.

Im Rahmen der Entwicklung der „Matrix-Methode“ wurden mehrere unterschiedliche Matrizen entwickelt und in verschiedenen Untersuchungsräumen getestet. Aus diesen Matrizen wurden sechs ausgewählt, die für die meisten Siedlungsräume in Deutschland empfohlen werden können (Fabisch 2017). Die Wahl der einzelnen Matrizen ermöglicht so z. B. eine Betrachtung der Themenfelder „Urbane Überwärmung“, „Urbane Frisch- und Kaltluftversorgung“ und „Urbaner Wasserhaushalt“. Diese Teilbereiche sind die elementaren Arbeits- und Handlungsfelder einer lokalklimatisch/ siedlungsökologischen Analyse von Siedlungsräumen (s. Tab. 3).

Tab. 3: Empfohlene Themenbereiche und Matrizen zur Anwendung der „Matrix-Methode“ (Fabisch 2017).

<b>Urbane Überwärmung</b>
<i>Bebauungsdichte und Versiegelungsgrad</i>
<i>Oberflächenfarbe und Versiegelungsgrad</i>
<i>Oberflächenmaterial und Versiegelungsgrad</i>
<b>Urbane Frisch- und Kaltluftversorgung</b>
<i>Vegetationsform und Vegetationsanteil</i>
<i>Topographie und Oberflächenrauigkeit</i>
<b>Urbaner Wasserhaushalt</b>
<i>Vegetationsanteil und Topographie</i>

### 3.2. Indikatorklassifizierung

Für die Anwendung der „Matrix-Methode“ werden acht unterschiedliche Indikatoren verwendet – sieben werden während der Bestandsaufnahme erfasst. Die Oberflächenrauigkeit muss nicht in-Situ aufgenommen werden. Diese lässt sich aus der Bauungsdichte und der Vegetationsform ableiten. Um den Erfassungsaufwand zu minimieren, finden einige der Indikatoren für mehrere Matrizen Verwendung.

Die Klassifizierung der Indikatoren erfolgte in einem ordinalen Skalenniveau. In Tabelle 4 sind die für die „Matrix-Methode“ verwendeten Indikatoren und die jeweilige Klassenanzahl ersichtlich. Das Hauptkriterium für die Klassifizierung der einzelnen Indikatoren ist die Auswirkung des jeweiligen Indikators auf die lokalklimatisch/ siedlungsökologischen Gegebenheiten. Als Grundlage dieser Einteilung dienen Werte aus fachwissenschaftlichen Veröffentlichungen, die Klimatopabgrenzungen der VDI Richtlinie 3787, Blatt 1 sowie

städtebauliche Orientierungswerte – diese Orientierungswerte tragen zur Vereinfachung der Bestandsaufnahme bei.

Tab. 4: Indikatoren zur Anwendung der „Matrix-Methode“ (Fabisch 2017).

Indikator	Klassen
Versiegelungsgrad	4
Bebauungsdichte	5
Oberflächenfarbe	7
Oberflächenmaterial	5
Vegetationsanteil	4
Vegetationsform	4
Topographie	5
Oberflächenrauigkeit	3

Um zu einem besseren Verständnis der „Matrix-Methode“ beizutragen, werden in den folgenden Teilkapiteln beispielhaft und kurz unterschiedliche, zu erfassende Indikatoren und deren gegenseitige Wechselwirkungen dargelegt.

### 3.2.1. Urbane Überwärmung

#### *Wechselwirkung Versiegelungsgrad – Bebauungsdichte*

Der Grad der Versiegelung hat einen erheblichen Einfluss auf die lokale Wärmeinselintensität. Durch die Veränderung der thermisch-physikalischen Eigenschaften der Oberflächen wird die Bildung einer lokalen Wärmeinsel begünstigt.

Der Versiegelungsgrad wird in vier Klassen unterteilt. Der ersten Versiegelungsklasse (0 - 25 %) können u. a. innerhalb der Siedlung Park- und Freiflächen, Friedhöfe und Kleingartenanlagen sowie Waldflächen, die an den Siedlungskörper angrenzen, zugeordnet werden. Die anthropogene Überformung in dieser Klasse ist gering, sodass die siedlungsökologischen Eigenschaften als positiv einzustufen sind (VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1 2015, 15f.; Bongardt, 2006, 156 ff.). Mit zunehmender Bebauungsdichte steigt auch der Versiegelungsgrad an, da Gebäude ebenfalls als versiegelte Flächen (mit Ausnahme begrünte Dächer) gelten. Der zweiten Versiegelungsklasse (26 - 50 %) gehören meist Gebiete mit Einzel-, Doppel- oder Reihenhausbebauung an (Messer 1997, 217). Diese Versiegelungsklasse entspricht den Klimatotypen Vorstadt- und Stadtrandklimatop. Die dritte Versiegelungsklasse (51 - 75 %) wird in Gebieten mit einer geschlossenen Zeilen- oder Blockrandbebauung erreicht (Stadtklimatop). Diese Flächen weisen ein sehr hohes Überwärmungspotential auf. Versiegelungsklasse 4 (76 - 100 %) wird in kleinen Siedlungsräumen nur sehr selten erreicht. Die Struktur ist sehr stark von versiegelten Flächen geprägt. Unversiegelte Flächen wie Straßenbegleitgrün oder kleine Gärten treten nur vereinzelt auf und haben nur einen geringen Einfluss auf die siedlungsökologischen/

lokalklimatischen Bedingungen. In diesen Gebieten kann davon ausgegangen werden, dass es zu einer sehr starken Überwärmung kommt (VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1 2015, 20 f.).

Die Bebauungsdichte wird in fünf Klassen unterteilt, die von den unterschiedlichen Bebauungsformen abgeleitet werden. Dabei sind die Bebauungstypen bebauungsfrei (0 %), Punktbebauung (1 - 25 %), aufgelockerte Bebauung (26 - 50 %), dichte Bebauung (51 - 75 %) sowie sehr hohe Baudichte (76 - 100 %) zu unterscheiden (Blume et al. 2011, 156 ff.). Die Klimawirksamkeit der Bebauung liegt in der durch die Baumasse erhöhten Wärmespeicherkapazität der verwendeten Baumaterialien und durch die dreidimensionale Strukturierung des Siedlungskörpers erhöhte Oberflächenrauigkeit (Helbig 1999, 8 ff.). Unbebaute Flächen finden sich meist nur in den an den Siedlungskörper angrenzenden Freiflächen. Eine Bebauungsdichte von 1 bis 25 % entspricht Kleingartenanlagen mit Lauben und freistehenden Einfamilienhäusern. Die Gebäude in dieser Bebauungsklasse sind in der Regel 1 - 2,5-geschossig. Eine etwas höhere Bebauungsdichte weisen Flächen mit Doppelhaus- oder Zeilenbebauung auf. Diese können der dritten Bebauungsklasse zugeordnet werden. Mit einer typischen Gebäudehöhe zwischen 2 und 2,5 Geschossen sowie einer dichteren Bebauung ist die Baumasse im Vergleich zu Bebauungsklasse 2 etwas erhöht. Für kleine Siedlungen ist die dritte Bebauungsklasse nur teilweise von Bedeutung. Üblicherweise ist eine solche Bebauungsdichte zwischen 51 und 75 % nur in Innenstadtbereichen zu finden. In Stadtrandbereichen treten dichte Bebauungsstrukturen nur selten auf. In kleinen Siedlungen können stark verdichtete Ortskerne nur in Ausnahmefällen diese Bebauungsdichten erreichen. Die fünfte Bebauungsklasse (76 - 100 %) kommt nur in sehr stark verdichteten Stadtkernen oder Industrie- bzw. Gewerbegebieten vor. Durch einen sehr hohen Anteil künstlicher Baumaterialien und durch die hohe Rauigkeit bedingte verringerte Durchlüftung der bodennahen Luftschicht besitzen diese Flächen ein sehr hohes Potenzial zur Bildung einer lokalen Wärmeinsel.

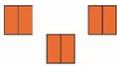
Baudichte in %-Flächenanteil		Versiegelungsgrad in %-Flächenanteil			
		0 – 25 % 	26 – 50 % 	51 – 75 % 	76 – 100% 
bebauungsfrei		++	+	~	-
Punktbebauung (1-25 %)		++	+	-	-
aufgelockerte Bebauung (26-50 %)			~	-	--
dichte Bebauung (51-75 %)				--	--
sehr hohe Baudichte (76-100 %)					--

Abb. 16: Matrix „Versiegelungsgrad / Bebauungsdichte“ (Fabisch 2017).

### Wechselwirkung Versiegelungsgrad – Oberflächenfarbe

Mit dieser Matrix kann das Erwärmungsverhalten versiegelter Flächen abgeschätzt werden. Hierzu wird der Versiegelungsgrad und die überwiegend verwendete Oberflächenfarbe der versiegelten Flächen gegenübergestellt (s. Abb. 17). Eine entscheidende Eigenschaft für das Erwärmungsverhalten einer Oberfläche ist die sog. Albedo (Baldinelli et al. 2015, 281 f.). Die Albedo beschreibt das Rückstrahlvermögen einer Fläche und gibt das Verhältnis zwischen rückgestrahltem und einfallendem Licht an – je heller die Flächen desto höher ist die Albedo. Für die Indikatorklassifizierung und -bewertung bedeutet dies, dass das Raster mit einer dunklen Oberflächenfarbe ein höheres Potenzial zur Bildung einer lokalen Überwärmung aufweist.

Die Klassifizierung der Oberflächen erfolgt anhand der Albedowerte für typische Materialien mit entsprechender Oberflächenfarbe. Weiße Oberflächen reflektieren den größten Teil der einfallenden solaren Strahlung – diese nehmen entsprechend wenig Energie auf und tragen somit weniger zu einer lokalen Erwärmung bei. Die Albedo von typischen blauen, grünen, roten und braunen Oberflächen (z. B. Dachziegel) liegt sehr dicht beieinander. Diese Materialien reflektieren einen kleineren Teil der einfallenden Strahlung und können sich aufgrund dessen stärker erwärmen. Die dominierende Oberflächenfarbe in mitteleuropäischen Städten ist „Grau“. Solche Flächen nehmen einen Großteil der einfallenden Strahlung auf und tragen stark zu einer zeitverzögerten Wärmeabgabe in die bodennahe Atmosphäre bei. Die höchste Albedo ist schwarzen Oberflächenmaterialien

zuzuweisen (z. B. Asphalt). Diese Flächen besitzen ein hohes Überwärmungspotenzial und bilden die siebte Klasse (Hupfer & Kuttler 2006, 384).

Überwiegende Oberflächenfarbe	Versiegelungsgrad in %-Flächenanteil			
	0 – 25 %	0 – 25 %	0 – 25 %	0 – 25 %
				
weiß	++	++	+	-
blau	++	+	~	-
grün	++	+	~	-
rot	++	+	~	--
braun	+	~	-	--
grau	+	~	--	--
schwarz	+	-	--	--

Abb. 17: Matrix „Versiegelungsgrad / Oberflächenfarbe“ (Fabisch 2017).

### *Wechselwirkung Versiegelungsgrad – Oberflächenmaterial*

Die Matrix kann sowohl der lokalen Überwärmung als auch dem urbanen Wasserhaushalt zugeordnet werden - sie umfasst die Indikatoren Versiegelungsgrad und Oberflächenmaterial (s. Abb. 18). Die verwendeten Baumaterialien unterscheiden sich stark hinsichtlich ihrer Wärmeleitfähigkeit und Wärmespeicherkapazität, aber auch dem Abflussverhalten bei Niederschlägen (Zmarsly et al. 2007, 169; DIN 2016, 61). Die große Vielfalt aller in einem Siedlungsraum verwendeten Oberflächenmaterialien verhindert eine detaillierte Erfassung aller Flächen im Rahmen der „Matrix-Methode“. Stattdessen werden die Materialien in fünf differenzierte Klassen unterteilt.

Die versickerungsfähigen Materialien besitzen einen niedrigen Abflussbeiwert und im Vergleich zu versiegelten Flächen eine hohe Versickerungs- und Verdunstungsrate. Das Erwärmungsverhalten von diesen Flächen ist zwar ähnlich derer einer versiegelten Fläche, durch die Verdunstung entsteht jedoch ein Kühlungseffekt und somit weisen diese Materialien günstigere lokalklimatische Eigenschaften auf. Schotter- und Kiesflächen weisen einen vergleichbar geringeren Abflussbeiwert auf. Allerdings ist die Verdunstungsrate bei diesen Flächen geringer – der Kühlungseffekt demnach schwächer ausgebildet. Die wassergebundenen Decken (Materialklasse 3), können stark unterschiedliche Abflussbeiwerte besitzen. Während locker verdichtete einen hohen Versickerungsanteil (ca. 60 %) aufweisen, nimmt dieser mit zunehmender Verdichtung ab (15 % bei hoch verdichteten

wassergebundenen Decken). Da die thermischen Eigenschaften dieser Flächen im trockenen Zustand allerdings ähnlich sind, können diese Flächen trotz eines unterschiedlichen Abflussbeiwertes in einer Materialklasse kombiniert werden. Die vierte Materialklasse umfasst Pflaster- und Plattenbeläge. Diese Materialien tragen durch ihre thermischen Eigenschaften und den hohen Abflussbeiwert zu ungünstigen lokalklimatischen Verhältnissen bei. Beton- und Asphaltflächen schließen als fünfte Materialklassen mit den höchsten Abflussbeiwerten und den schlechtesten thermischen Eigenschaften die Klassifizierung ab (Illgen 2009, 65).

überwiegendes Oberflächenmaterial		Versiegelungsgrad in %-Flächenanteil			
		0 – 25 % 	0 – 25 % 	0 – 25 % 	0 – 25 % 
versickerungsfähiges Material	z.B.: Rasengittersteine, Schotterrasen, Porenpflaster	++	++	+	~
Schotter- und Kiesflächen	z.B.: Schotterboden auf Parkplätzen	++	+	~	-
wassergebundene Decken	z.B.: Parkplätze, Stellplätze, Gehwege	+	~	-	--
Pflaster- und Plattenbeläge	z.B.: Kopfsteinpflaster, Gehwege, Einfahrten	+	-	--	--
Asphalt- und Betonflächen	z.B.: Fahrbahnen, Parkplätze, Gehwege	+	-	--	--

Abb. 18: Matrix "Versiegelungsgrad/Oberflächenmaterial" (Fabisch 2017).

### 3.2.2. Lokales Windfeld

#### *Wechselwirkung Vegetationsform – Vegetationsanteil*

Das lokale Windfeld in Siedlungsräumen stellt ein komplexes Gebilde dar. Zum Beispiel können Flurwinde durch lokale Luftdruckunterschiede zwischen Siedlung und Umland entstehen. Durch die Bebauung wird die Rauigkeit erhöht, was eine Verringerung der Windgeschwindigkeit mit sich bringt und die bodennahe Luftzirkulation beeinträchtigt (Leser & Conradin 2008, 244 f.). Aber auch die Art und der Anteil der Vegetation vor Ort kann Einfluss auf das lokale Windfeld nehmen. In Anbetracht einer Überwärmung im Siedlungsraum spielt vor allem aber auch die Lage sowie das Vorkommen von Kalt- und Frischluftentstehungsgebieten aus lokalklimatischer Sicht eine immanente Rolle. Eine umfangreiche Kaltluftuntersuchung kann mit den erfassten Indikatoren nicht durchgeführt werden. Allerdings kann die „Matrix-Methode“ dazu eingesetzt werden, um das Kaltluftentstehungspotenzial einer Fläche abzuschätzen – das Kaltluftentstehungspotenzial

wird maßgeblich u. a. durch die thermischen Eigenschaften der Oberflächenmaterialien und der vorhandenen Vegetation bestimmt (Song 2003, 25).

Zur Kaltluftproduktion eignen sich nur unversiegelte Flächen. Daher wird als erster Indikator für die Analyse des Kaltluftentstehungspotenzials der Vegetationsanteil verwendet. Dieser erlaubt eine Abschätzung, wie viel Prozent des Rasters für die potentielle Produktion von kalter Luft in Frage kommen würde. Der Vegetationsanteil ist analog zum Versiegelungsgrad in 25 %-Schritte unterteilt. Dabei gilt, je höher der Vegetationsanteil ist, desto besser ist das Kaltluftentstehungspotenzial zu bewerten. Dem Vegetationsgrad wird in der Matrix die dominierende Vegetationsform gegenübergestellt (Abb. 19). Hierfür werden vier Klassen gebildet. Freiflächen (Wiesen oder Felder) kühlen in der Nacht schnell aus, sodass diese Flächen ein sehr hohes Kaltluftentstehungspotenzial besitzen (Vegetationsklasse 1). Mit zunehmender Vegetationshöhe verringert sich dieses Potenzial. Freiflächen mit einzelnen Strauch- und Gehölzgruppen bilden Vegetationsklasse 2. Diese Flächen weisen gegenüber den reinen Freiflächen eine leicht verringerte Kaltluftproduktion auf, Vegetationsklasse 3 beinhaltet Waldflächen. Die Kaltluftproduktion in Wäldern spielt sich größtenteils im Niveau der Baumkronen ab und ist deutlich geringer als die der beiden anderen Vegetationsklassen (Gerst et al. 2011, 59). Die vierte Vegetationsklasse bilden Einzelpflanzungen im Siedlungskörper. Diese besitzen kein nennenswertes Kaltluftentstehungspotential.

Vegetationsform		Vegetationsanteil in %-Flächenanteil			
		100 – 76 %	75 – 51 %	50 – 26 %	25 – 0%
Freifläche	Wiese, Rasen	++	++	+	~
Gehölzgruppen	Bäume, Sträucher, Stauden	+	+	~	-
Wald	Laub-. Nadel oder Mischwald	+	~	-	--
Einzelpflanzung	Bsp.: Straßenbegleitgrün			--	--

Abb. 19: Matrix „Vegetationsanteil/Vegetationsform“ (Fabisch 2017).

### Wechselwirkung Topographie – Oberflächenrauigkeit

Kühle Luftströmungen aus dem Umland können ihre lokalklimatische Wirkung nur entfalten, wenn sie auch in den Siedlungsraum vordringen können. Idealerweise sind Bereiche, die als sog. Ventilationsbahnen dienen, die nachts nur geringe bis gar keine Wärmestrahlung abgeben, ein Gefälle Richtung Siedlungskörper aufweisen und eine möglichst geringe Oberflächenrauigkeit offenlegen. Als Indikatorpaar zur Identifizierung einer potenziellen

Ventilationsbahn werden für die „Matrix-Methode“ die Topographie und die Oberflächenrauigkeit verwendet (Abb. 20). Hierbei wird die Oberflächenrauigkeit in gering, mittel und hoch unterteilt. Im Gegensatz zu den bisher betrachteten Faktoren muss sie nicht während der Bestandsaufnahme aufgenommen werden – sie wird aus den Indikatoren Vegetationsform und Bebauungsdichte abgeleitet (Fabisch & Henninger 2015, 567).

Die Topographie unterteilt sich in fünf Klassen. Entscheidend ist, dass nicht nur das Relief, sondern auch die Ausrichtung zum Siedlungsraum bewertet wird. Die besten Bedingungen für zum Siedlungskörper hin gerichteten kühlere Luftmassen bieten Raster mit einem Gefälle in die entsprechende Richtung. Somit erweisen sich Bahnen mit deutlich ausgeprägtem Relief/ Gefälle positiver im Vergleich zu solchen mit nur geringem Gefälle. Ebenes bzw. gering reliefiertes Gelände kann nur unter sehr eingeschränkten Bedingungen als Leitbahn fungieren (z. B. für den thermisch induzierten Flurwind). Raster mit einer vom Siedlungsraum weg gerichteten Neigung können ebenso relevant sein, jedoch nicht für den Siedlungskörper (Gassner & Winkelbrandt 2010, 154).

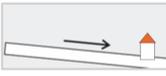
Topographie		Oberflächenrauigkeit		
		 gering	 mittel	 hoch
starkes Gefälle zum Siedlungskörper		++	~	--
leichtes Gefälle zum Siedlungskörper		++	-	--
bewegtes Gelände		+	--	--
ebenes Gelände		+	--	--
Gefälle weg vom Siedlungskörper		--	--	--

Abb. 20: Matrix „Oberflächenrauigkeit/Topographie“ (Fabisch 2017).

### 3.2.3. Urbaner Wasserhaushalt

Der urbane Wasserhaushalt bzw. der Wasserhaushalt eines Siedlungskörpers wird durch die Verwendung künstlicher Oberflächenmaterialien teilweise massiv beeinflusst. Durch die Erhöhung des Oberflächenabflusses und die hierdurch beeinträchtigte Infiltration des Niederschlagswassers kommt es über versiegelten Flächen zu einer Reduktion der Evapotranspiration und weiterführend zu einer Absenkung der Grundwasserneubildungsrate

(Paul & Meyer 2001, 335 f.). In der Matrix aus Abbildung 18 wurde bereits die Abhängigkeit zwischen Versiegelungsgrad und Oberflächenmaterial aufgezeigt – hier unterscheiden sich die dargelegten Materialklassen hinsichtlich ihres Abflussbeiwertes. Dieser nimmt von Klasse 1 („versickerungsfähiges Material“) bis zur Klasse 5 („Asphalt- und Betonflächen“) zu. Ebenso steigt auch der Versiegelungsgrad durch den Anteil der verwendeten künstlichen Oberflächenmaterialien an der Gesamtfläche. Somit wird bei Niederschlagsereignissen ein großer Teil des Wasserdargebotes schnell und oberflächlich abgeleitet und steht nur bedingt zur Verdunstung oder zur Versickerung zur Verfügung.

### Wechselwirkung Vegetationsanteil – Topographie

In dieser Matrix werden die Wechselwirkungen des Vegetationsanteils und der Topographie ausgewertet (s. Abb. 21). Beide Indikatoren wurden bereits für andere Matrizen aufgenommen. Der Abflussbeiwert einer Fläche wird u. a. durch die Neigung ebendieser mitbestimmt – mit zunehmender Neigung wird der Abflussbeiwert gesteigert (Leibundgut 2007, 143 f.). Die Klassifizierung der Topographie erfolgt in dieser Matrix über vier Klassen. Da die Ausrichtung der Hangneigung für den Abflussbeiwert nicht von Bedeutung ist, wird die Klasse „Gefälle weg vom Siedlungskörper“ (vgl. dazu Abb. 20) an dieser Stelle nicht übernommen.

Sowohl die Vegetation als auch der natürliche Boden dienen bei Niederschlagsereignissen als Wasserspeicher. Der Oberflächenabfluss wird durch einen hohen Vegetationsanteil verringert, zudem kann tagsüber viel Wasser über die Blattoberflächen der Pflanzen verdunsten. Dieser Verdunstungsprozess benötigt Energie, die der bodennahen Luftschicht entzogen wird. Es entsteht ein Kühlungseffekt, der die lokale Lufttemperatur abschwächt (Henning 1994, 70).

Topographie		Vegetationsdichte in %-Flächenanteil			
		100 – 76 %	75 – 51 %	50 – 26 %	25 – 0%
starkes Gefälle		++	+	~	--
leichtes Gefälle		++	+	~	--
bewegtes Gelände		+	~	-	--
ebenes Gelände		+	-	--	--

Abb. 21: Matrix "Vegetationsdichte/ Topographie" (Fabisch 2017).

### 3.3. Auswertung

Die Darstellungs- und Auswertungsmethode der Ergebnisse der diversen Matrizen erfolgt über Geographische Informationssysteme (GIS). Dies erlaubt eine tiefere Analyse der aufgenommenen Daten. Die Ergebnisse der Matrizen werden in ein Punktesystem überführt. Pro Matrize werden so für ein Raster bis zu fünf Punkte vergeben, die in Tabelle 5 dargestellt sind.

Tab. 5: Beispielhafte Überführung der verbalen Beschreibung in ein Punktesystem am Beispiel des Kaltluftentstehungspotentials (Fabisch 2017).

Eintrittswahrscheinlichkeit des Stadtklimaphänomens	Verbale Bewertung der Auswirkungen	Punktesystem
Sehr gering	Sehr schlecht (--)	1
Gering	Schlecht (-)	2
Mittel	Neutral (~)	3
Hoch	Gut (+)	4
Sehr hoch	Sehr gut (++)	5

Eine pauschale Aussage, ob eine Eintrittswahrscheinlichkeit eines Stadtklimaphänomens als positiv oder negativ anzusehen ist, ist nicht möglich. Im Falle der urbanen Überwärmung beispielsweise ist eine sehr hohe Eintrittswahrscheinlichkeit als sehr schlecht zu bewerten. Hingegen ist eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit von Kaltluftentstehungsgebieten als sehr gut zu bewerten. Aus diesem Grund wird in Tabelle 5 die Überführung in das Punktesystem anhand des Beispiels der Kaltluftentstehungsgebiete dargestellt.

Die so umgewandelten Ergebnisse werden mit den Rastern im GIS verknüpft, was schnell und unkompliziert zu einer Visualisierung der einzelnen Matrizen führt. Darüber hinaus bietet es sich an, verschiedene Matrizen miteinander zu kombinieren, räumliche und statistische Analysen durchzuführen und Abfragen gezielt nach einer bestimmten Wertekombination zu stellen. Durch eine Addition der Punkte der ersten drei Matrizen kann so beispielsweise eine Gesamtbewertung des Untersuchungsraums hinsichtlich des urbanen Überwärmungspotenzials erstellt werden. Alternativ hierzu können aber auch alle Raster selektiert bzw. dargestellt werden, die in mindestens einer Matrix mit „schlecht“ oder „sehr schlecht“ bewertet wurden.

Aus der Kombination aller Matrizen wird anschließend eine lokalklimatisch/siedlungsökologische Gesamtbewertung des Untersuchungsraums erstellt. Neben den Bereichen, die sehr schlechte lokalklimatisch/siedlungsökologische Voraussetzungen aufweisen, werden auch Gebiete ersichtlich, die gute Standorteigenschaften widerspiegeln. Daraus leitet sich eine Untergliederung in drei unterschiedliche Zonen ab, vergleichbar mit einem Ampelsystem:

- **Potentialflächen (27 bis 30 Punkte – grüne Raster)**

Als Potentialflächen (Raster in Grüntönen) werden Räume abgegrenzt, die überwiegend sehr gute bis gute lokalklimatisch/ siedlungsökologische Voraussetzungen aufweisen. Diese besitzen ein geringes Überwärmungspotenzial, sodass dort eine lokale Überwärmung ausgeschlossen werden kann. Darüber hinaus besitzen diese Flächen das Potential als Entstehungsgebiete und/ oder Ventilationsbahnen für Frisch- und/ oder Kaltluft zu fungieren. Die Topographie, der Versiegelungsgrad und die anzutreffenden Oberflächenmaterialien sorgen dafür, dass ein großer Anteil des Niederschlagwassers versickern kann, der Oberflächenabfluss entsprechend gering ausfällt. Eingriffe, wie die Versiegelung von Flächenanteilen oder die Erhöhung der Oberflächenrauigkeit, die die sehr guten bis guten Bedingungen negativ beeinflussen könnten, sollten auf diesen Flächen vermieden werden, um nicht zuletzt deren mögliche lokale Klimaaktivität zu stören.

- **Übergangszonen (10 bis 26 Punkte – gelbe/ orangene Raster)**

Die Übergangszonen (Raster in Gelb- bzw. Orangetönen) besitzen weder einen deutlich negativen noch einen starken positiven lokalklimatisch/ siedlungsökologischen Effekt und können als neutral bezeichnet werden. Diese Flächen besitzen in der Regel ein mittleres Überwärmungspotenzial und eignen sich weder als Entstehungsgebiet noch als Ventilationsbahn für Frisch- und/ oder Kaltluft. Durch die anteilmäßige Versiegelung der Oberflächen ist der natürliche Wasserhaushalt beeinträchtigt. Da die Einstufung dieser Räume aufgrund der Gesamtbewertung erfolgt, können einzelne, beeinflussende Faktoren innerhalb dieser Zone dennoch stark positiv (gelb) bzw. negativ (orange) ausgeprägt sein. Dementsprechend muss eine differenzierte Betrachtung für diese Zone durchgeführt werden, um mögliche negative Einflüsse zu identifizieren und gezielt zu verbessern bzw. lokalklimatisch/ siedlungsökologisch positive Bereiche vor allem vor einer Verschlechterung des Ist-Zustandes zu schützen.

- **Risikoflächen (6 bis 9 Punkte)**

Der größte Handlungsbedarf wird in den sog. Risikoflächen (Raster in Rottönen) ersichtlich. Hier herrscht aus lokalklimatischer/ siedlungsökologischer Sicht ein eindeutiger Handlungs-/ Anpassungsbedarf. Diese roten Raster sind in allen drei Hauptkategorien (Überwärmung, Wasserhaushalt und lokales Windfeld) negativ bewertet. Es muss davon ausgegangen werden, dass diese Flächen einen erheblichen negativen Einfluss auf das lokale Klima nehmen (Fabisch, Henninger 2014, 599). Durch einen hohen Anteil künstlicher Materialien mit entsprechend zu bewertenden negativen thermisch-physikalischen Eigenschaften kommt es in diesen Gebieten mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zur Ausbildung einer lokalen Überwärmung. Zudem sorgen die künstlichen Oberflächenmaterialien und die hohe Oberflächenrauigkeit dafür, dass diese Flächen für die Frisch- und Kaltluftversorgung in diesen Bereichen keine Rolle spielen. Ebenso wird durch den sehr gering ausgeprägten Vegetationsanteil durch versickerungsfähige Böden

und eine möglicherweise ungünstige Topographie ein großer Anteil des Niederschlagwassers oberflächlich abgeleitet.

### **3.4. Bestandsaufnahme**

Zur Bestandsaufnahme der benötigten Daten für die Analyse eines Untersuchungsraumes können verschiedene Verfahren angewendet werden. Als Vorbereitung muss zunächst das Untersuchungsgebiet abgegrenzt und die Rasterung in einem geographischen Informationssystem festgelegt werden. Das erstellte Raster erhält eine fortlaufende Nummerierung – diese Indexnummern werden in den weiteren Arbeitsschritten noch benötigt.

#### **3.4.1. Vor Ort Bestandsaufnahme**

Das für die Untersuchung in Haßloch durchgeführte Verfahren in der Anwendung der „Matrix-Methode“ war eine klassische Bestandsaufnahme vor Ort. Diese beruht auf der Abschätzung der für die Methode benötigten Indikatoren. Hierfür wurden mehrere Begehungen des Untersuchungsgebietes durchgeführt und die jeweiligen Indikatoren in Karten und Tabellen eingetragen. Konkret bedeutet dies für den Untersuchungsraum der Gemeinde Haßloch eine in Abbildung 22 dargestellte 6-teilige Zonierung, um die Bearbeitung/ Bestandsaufnahme vor Ort besser koordinieren zu können.

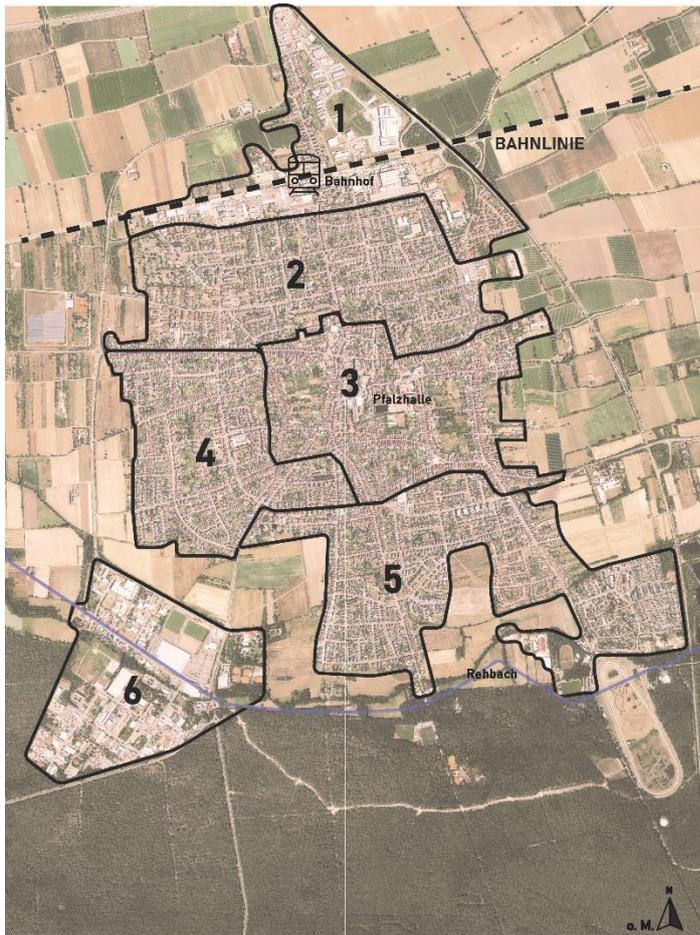


Abb. 22: Exemplarische Darstellung der 6-teiligen Zonierung des Siedlungsbereiches der Gemeinde Haßloch.

Zur Reproduzierbarkeit und weiteren Verarbeitung der Daten war es notwendig, alle Indikatoren nach demselben Schlüssel zu bewerten und zu erfassen. Die im Vorfeld durchgeführte Nummerierung ermöglichte eine einfache tabellarische Dokumentation und zudem eine weitestgehend automatisierte Auswertung in einem Tabellenkalkulationsprogramm.

Neben der Tabelle zur Erfassung der Daten wurde zwingend ein Übersichtsplan des Untersuchungsgebietes benötigt, der als Orientierungshilfe diente und Informationen über die Lage und Indexnummern der Raster enthielt. Darüber hinaus wurde eine Übersicht über die Indikatorklassifizierungen mitgeführt, sodass während der Bestandsaufnahme keine Fehler durch falsche Klassifizierungen der Indikatoren entstehen konnten (Fabisch, 2017). Im Anschluss an die vor Ort Begehung wurden die erhobenen Daten zur Weiterverarbeitung in einem Tabellenkalkulationsprogramm digitalisiert.

Diese In-situ-Aufnahme besitzt den Vorteil, dass sich das Verfahren nur im geringen Maße von anderen Bestandsaufnahmen unterscheidet – zudem ermöglicht es die aktuelle Situation vor Ort aufzunehmen. Falsche Rückschlüsse durch veraltete Luftbilder oder Kartengrundlagen werden so minimiert. Ein zentrales Problem bei der Bestandsaufnahme vor Ort ist jedoch die Einsehbarkeit von Flächen. Besonders in dicht bebauten Gebieten ist es möglich, dass diese nicht zugänglich bzw. einsehbar sind. Diesem Nachteil wurde da hingegen Abhilfe geschaffen,

dass neben der In-situ-Aufnahme der Bestand mithilfe von Fernerkundungsdaten verifiziert werden kann.

### 3.4.2. Fernerkundung

Mittels der sogenannten manuellen Fernerkundung wurde das Untersuchungsgebiet zusätzlich anhand von Luftbildern untersucht. Dabei sind sowohl Schrägluftbilder als auch Orthofotos zum Einsatz gekommen. Zusätzlich wurden zur Erfassung der Topografie die Höhendaten des Geländes benötigt. Diese wurden im vorliegenden Fall aus einem digitalen Geländemodell abgeleitet.

Zur Unterstützung der Bestandsaufnahmen vor Ort wurden die erfassten Indikatoren abgeglichen und in einer Tabelle für die weitere Bearbeitung notiert. Hierin ergibt sich der Vorteil, dass verschattete Bereiche ebenfalls berücksichtigt werden können. Ebenso lassen sich durch die Fernerkundung der Versiegelungsgrad und der Grünflächenanteil sehr gut abschätzen.

Anschließend wurden mittels der GIS-basierten Fernerkundung die im Rahmen der Bestandsaufnahme erfassten Gebäude, Grünflächen und versiegelten Flächen digital als Polygone übernommen. Als Grundlage dienten hierfür möglichst hochauflösende und aktuelle Luftbilder. Um die Arbeitsschritte zu vereinfachen, wurde für jeden Indikator eine separate Polygon-Datei erstellt. Um die digitalisierten Flächen eindeutig den Rastern zuordnen zu können, wurden im nächsten Schritt alle erstellten Polygon-Dateien mit den vor der Bestandsaufnahme erstellten Rastern verschnitten.

Zur Klassifizierung der Indikatoren wurden für alle durch die Verschneidung entstandenen Teilflächen die Flächeninhalte berechnet. Durch Verwendung der obengenannten Indexnummern der Rastergrundlage wurden die Teilflächen mit der Grundlagendatei verknüpft. Die Klassifizierung der Indikatoren erfolgte in der Datenbank der Grundlagendatei. Dazu wurden die Teilflächen mit gleicher Indikатораusrprägung zusammengefasst und ins Verhältnis zur Gesamtfläche des Rasters gesetzt (Fabisch, 2017).

Gegenüber der Bestandsaufnahme vor Ort und der manuellen Luftbildauswertung wird bei der GIS-basierten Bestandsaufnahme der subjektive Einfluss durch den Erfasser möglichst weit minimiert. Die Resultate der einzelnen Matrizen lassen nur die Bewertung eines einzelnen Untersuchungsgegenstandes zu. Eine entsprechende Gesamtbewertung der lokalklimatisch/ siedlungsökologischen Risiko- bzw. Potenzialbereiche ist somit nicht möglich.

Um eine Gesamtbewertung für den kompletten Untersuchungsraum zu erhalten, wurden die Ergebnisse der Matrizenerstellung wiederum in ein Punktesystem übertragen. Dieses ist an die fünf Bewertungsklassen für die lokalklimatisch siedlungsökologischen Rahmenbedingungen angelehnt und erstreckt sich von + 2 (sehr gute lokalklimatische Rahmenbedingungen) bis hin zu - 2 (sehr schlechte lokalklimatische Rahmenbedingungen) Punkten. Bei Verwendung von sechs Matrizen liegt die maximale bzw. minimale Punktzahl für jedes Raster demnach bei + 12 bzw. - 12 Punkten.

Durch die grafische Aufbereitung wird die Übersichtlichkeit und Interpretierbarkeit der Matrizen durch die Farbgebung und den räumlichen Bezug deutlich verbessert. Bei der analogen Bestandsaufnahme erfolgt die Visualisierung mit CAD. Als Visualisierungsgrundlage dienen grundsätzlich Luftbilder, da so die Bestandsaufnahme vor Ort sehr gut nachvollzogen werden kann und zudem eine räumliche Orientierung gut möglich ist.

#### **4. Lokalklimatisch – Siedlungsökologische Begutachtung der Gemeinde Haßloch**

Da der globale Klimawandel sich auch auf die lokale Ebene auswirkt und die Effekte des Siedlungsklimas zukünftig verstärken wird, ist die Bedeutsamkeit der Anpassung nicht zu verkennen. Aus diesem Grund muss die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in zukünftigen Planungen einen hohen Stellenwert haben. Zwar besagt das Baugesetzbuch in § 1, dass die Belange des Umweltschutzes beim Aufstellen von Bauleitplänen zu berücksichtigen sind, eine direkte Pflichtaufgabe ist die Klimaanpassung für Kommunen jedoch nicht. Aufgrund dessen ist die Beachtung der Maßnahmen zur Anpassung an die klimatischen Veränderungen in zukünftigen Planungen von großer Bedeutung. Daher ist es wichtig, dass lokalklimatische Gunst- und Ungunsträume im Vorfeld bekannt und verifiziert sind.

##### **4.1. Kaltluftbildung, Kaltluftabfluss und Flurwind**

###### **4.1.1. Einfluss der Topographie**

Ein Blick auf die Topographie bzw. die Reliefenergie der Gemeinde Haßloch kann gerade im Hinblick auf die lokalklimatischen Verhältnisse wichtige Aufschlüsse darüber geben, wie sich ebendiese, vor allem in den Sommermonaten bzw. während Wetterlagen mit austauscharmen Bedingungen, die vor allem aus humanbiometeorologischer Sicht als gesundheitlich problematisch bewertet werden können, positiv oder negativ auszuwirken vermögen.

Auf den ersten Blick erscheint die Gemeindefläche von Haßloch eher „tischeben“, was im Großen und Ganzen dem allgemeinen Landschaftscharakter der Oberrheinischen Tiefebene entspricht (s. Abb. 23).

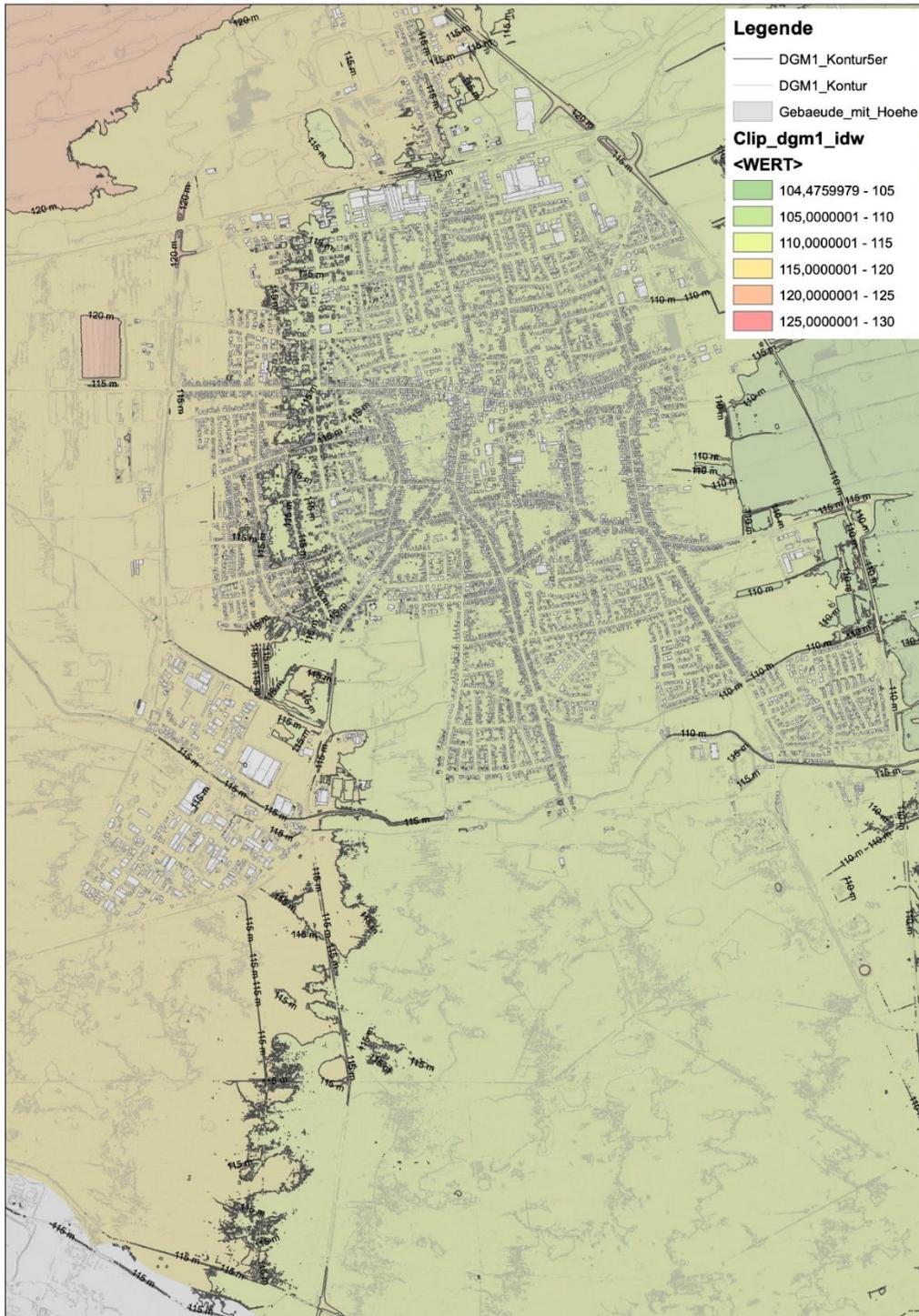


Abb. 23: Darstellung der Reliefenergie innerhalb der Gemarkungsgrenzen der Gemeinde Haßloch.

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich allerdings, dass das Gebiet von Nordwest in Richtung Ost-Südost von rund 120 m ü. NN leicht abfällt auf ca. 105 m ü. NN. Die 120 m ü. NN zeigen sich allerdings nur im äußersten Nordwesten des Ortsgebietes (aus Richtung Leisböhl). Grundsätzlich kann von einem das gesamte Siedlungsgebiet umfassenden gleichbleibenden Höhenverhältnis von knapp 110 m ü. NN ausgegangen werden. Lediglich die Bereiche des

südwestlichen Gewerbegebietes, nördlich und südlich des Rehbaches bzw. im Nord-Süd-Verlauf des Mühlpfades, der Umlandstraße und die Zeppelinstraße erweisen sich mit knapp 115 m ü. NN als etwas erhöhter. Gleiches gilt für das im Norden gelegene Gewerbegebiet der Westrandstraße und Meckenheimer Straße.

Ein genauer Blick auf Abbildung 23 offenbart eine Art Geländekante, die sich von Nord nach Süd bis in den Haßlocher Wald erstreckt und die ebengenannten Räume von den zentralen Bereichen Haßlochs „trennt“. Eine vergleichbare Geländestufe zeigt sich im Osten der Gemeinde – grob entlang des Nord-Süd-Verlaufs der Holidayparkstraße von 110 m ü. NN auf 105 m ü. NN.

Was im ersten Moment als wenig aussagekräftig übergangen werden könnte, ermöglicht jedoch eine erste Stellungnahme bzgl. des Einflusses potentieller Kaltluftströme, die von den den Siedlungsraum von Haßloch umgebenden Grün- und Frei- sowie landwirtschaftlich genutzten Flächen diametral in die Gemeinde strömen könnten. Dabei zeigt sich, dass bei entsprechenden meteorologischen Bedingungen lediglich aus dem äußersten Nordwesten eine möglicherweise ausreichende Reliefenergie vorhanden wäre, die einen Kaltluftabfluss in Richtung des nördlichen Gewerbegebietes sowie in den nordöstlich gelegenen Siedlungsraum im Bereich des Parkfriedhofs sowie der Neustadter Straße, dem Füllerweg und dem Burgweg sowie der Gottlieb-Duttenhöfer-Straße zulassen würde.

Primär ausgeschlossen werden kann der Abfluss kühlerer Luftmassen für die Bereiche im Osten Haßlochs, östlich der Rennbahnstraße, dem Forstweg, der Pfaffengasse und der Raiffeisenstraße sowie der Holidayparkstraße. Diese fallen, wie bereits erwähnt, deutlich nach Osten ab und ermöglichen so keinen gravitativ generierten Kaltluftabfluss.

Gleiches gilt für die großen Waldflächen des Haßlocher Waldes im Süden der Gemarkung. Auch diese erweisen sich aufgrund des gleichen Höhenverhältnisses über NN im Vergleich mit dem Kerngebiet Haßlochs als wenig ergiebig in Anbetracht ihrer Bedeutung als potentielle Kaltluftproduktionsfläche.

Ein geringer Kaltluftabfluss kann sich aus West generieren, allerdings aufgrund der vergleichsweise geringen Reliefenergie von West nach Ost vermutlich nur mit äußerst geringen Fließgeschwindigkeiten, sodass solch ein gravitativ bedingter, dem Relief folgender Abfluss nicht weit in den Siedlungsraum im Bereich der Martin-Luther-Straße eindringen dürfte.

Aufgrund dieser ersten Einschätzung der Reliefenergie kann somit ein reliefbedingter Kaltluftabfluss im Gemeindegebiet von Haßloch zwar nicht vollständig ausgeschlossen werden, jedoch ist die Dynamik dieser Kaltluftmassen über den Flächen (wie beschrieben), wo ein leichtes Gefälle zu verzeichnen ist, als gering zu erachten.

Was auf der einen Seite lokalklimatisch als potentieller Malus interpretiert werden kann, erweist sich jedoch in Anbetracht potentiell thermisch induzierter Kaltluftströme als Glücksfall. Im Gegensatz zu dem bereits beschriebenen gravitativ, vom Relief abhängigen Kaltluftfluss, ist der sogenannte Flurwind eine Ausgleichströmung zwischen Umland und

Siedlungsraum, der dadurch entsteht, dass die im versiegelten Siedlungsbereich aufsteigenden warmen Luftmassen durch aus dem Umland (der Flur) ausgleichend wirkende kühlere Luftmassen generiert wird. Was entsteht ist ein Luftdruckausgleich zwischen dem im Gemeindegebiet potentiell entstehenden bodennahen thermischen Tiefdruckgebiet (aufsteigende warme Luftmassen) und einem bodennahen thermischen Hochdruckgebiet („schwerere“ am Boden liegende kalte Luftmassen). Die dem Siedlungsbereich von Haßloch gegebene geringe Reliefenergie ermöglicht es nun, sollte sich dem zu erwartenden siedlungsklimatischen Effekt folgend, in den vor allem sommerlichen Nachtstunden eine Überwärmung des Siedlungskörpers ergeben, dass der Flurwind einsetzt und die im Umland (vor allem im Norden, Westen, Süden/ Südwesten und Nordnordost) über den potentiellen Kaltluftproduktionsgebieten generierten kalten Luftmassen in Richtung Haßloch getrieben werden, da zudem die Topographie kein natürliches Hindernis darstellt. Einzig die Bebauungsstruktur an der Ortsrandlage – als Fließhindernis betrachtet – und das produzierte Kaltluftvolumen bestimmen die Eindringtiefe des Flurwindes in die Bebauung.

Daher gilt es bereits an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass gerade an der Ortsrandlage sehr genau darauf geachtet werden sollte, inwieweit Flächen im Außenbereich zur Bebauung freigegeben werden. Hier gilt es im Vorfeld abzuklären, ob in einem solchen Raum nicht eine potentielle Ventilationsbahn klimawirksam kühlere Luft an den Siedlungsraum heranführt.

#### **4.1.2. Potentielle Ventilationsbahnen**

Eine etwas detailliertere Aussage zu den potentiellen Ventilationsbahnen wird ersichtlich bei der Betrachtung der Abbildungen 24 bis 27. Hier dargestellt sind in Abhängigkeit des Reliefs und des Geländegefälles mögliche Abflusswege, die ein lokaler Flurwind und/ oder Kaltluft nehmen könnte. Wie bereits in Teilkapitel 4.1.1 dargelegt, wird auch an diesen Abbildungen deutlich, dass ein potentiell wirksamer Kaltluftabfluss in die Siedlungsfläche von Haßloch lediglich im Bereich von Nordnordwest bis Südsüdwest zu erwarten ist. In diesen Räumen kann, wie bereits erwartet, kühlere Luft überhaupt am Siedlungsrand in die versiegelten/ bebauten Flächen vordringen, da das Gelände im Osten von Haßloch von der Gemeinde ausgehend nach Ost abfällt.

Beginnend mit einem Blick auf die in Abbildung 24 dargelegte Situation aus Südsüdwest wird die bereits erwähnte Problematik der Siedlungsstruktur Haßlochs eindrucksvoll bestätigt. Zwar ist davon auszugehen, dass im Bereich der Frei-/ Grünflächen des Krummen Grabens sowie des Landwehrgrabens und des Rehbaches kalte Luft über ebendiesen Frei- und Grünflächen gebildet werden kann und diese, der Entstehung des Flurwindes folgend, auch grob betrachtet nach Nord bzw. Nordost abfließt. Allerdings wird dieser Abfluss vor allem entlang der Rückseite der Bebauung entlang der Umlandstraße, aber auch von der Bebauung entlang des Sägmühlweges und der Maxburgstraße aufgehalten, sodass davon ausgegangen werden muss, dass die kalte Luft in diesem Bereich aufgestaut wird und nicht weiter als in diese äußerste Reihe der randlichen Bebauung Haßlochs vordringt.

Einzigste Ausnahme bildet die Ausfallstraße Lachener Weg. Dieser bietet aufgrund seiner Ausrichtung von Südwest nach Nordost die Möglichkeit, dass er als Ventilationsbahn dem Flurwind die Möglichkeit bietet tiefer nach Haßloch vorzudringen. Verstärkt wird dieser Abfluss möglicherweise noch durch die eben beschriebene Aufstauwirkung der Randbebauung im Bereich der Uhlandstraße, die an dieser Stelle ableitend wirkt und zusätzliche Luftmassen in den Lachener Weg trägt.

Trotz dieser primär guten Ventilationsmöglichkeit darf jedoch nicht davon abgesehen werden, dass der Lachener Weg in seinem Verlauf, wie auch in den Abbildungen 34, 36, 40, 44 und 45 zu ersehen ist, einen der am stärksten versiegelten Bereiche Haßlochs darstellt und vor allem entlang des gesamten Straßenverlauf das Risikopotential einer lokalen Überwärmung auf jeden Fall gegeben ist. Es muss demnach davon ausgegangen werden, dass die dort potentiell entlang fließende, kühlere Luft zügig von der von der Oberfläche abgegebenen thermischen Wärmestrahlung aufgewärmt wird und nicht mehr zu einer signifikanten lokalen Abkühlung beitragen kann.

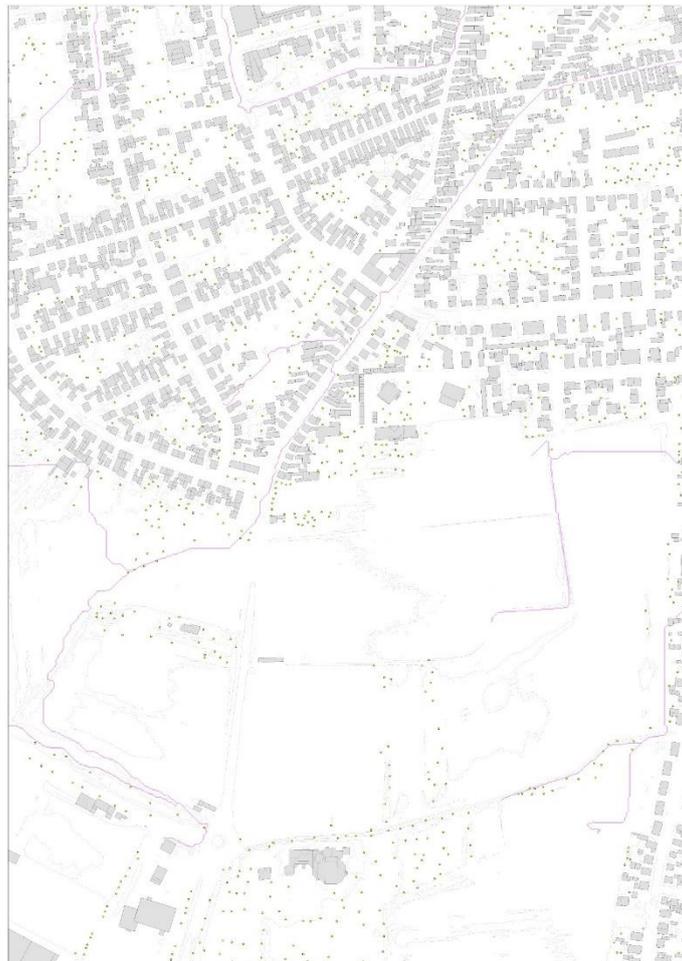


Abb. 24: Potentielle Abflusswege einer bodennah fließenden Kaltluftmasse (rosa Linien) am Beispiel eines Ortsausschnittes im Bereich der Lachener Weges.

Nach Südwest hin anschließend zeigt sich das Abflusspotential zwischen der Adam-Stegerwald-Straße und der Neustadter Straße (s. Abb. 25). Was an dieser Stelle besonders eindrucksvoll die Situation potentiell abfließender kalter Luft darstellt ist die Hinderniswirkung von Bauwerken – in diesem Fall die Westrandstraße. Ebendiese Hinderniswirkung wird lediglich an einer Stelle, an der Kreuzung Westrandstraße – Füllergasse, „aufgebrochen“ und die Luftmassen könnten dort weiter in Richtung Wohnbebauung abfließen.



Abb. 25: Potentielle Abflusswege einer bodennah fließenden Kaltluftmasse (rosa Linien) am Beispiel eines Ortsausschnittes im Bereich Burgweg – Füllergasse.

Die von West vordringende kalte Luft hat in West aufgrund des Reliefs gleich mehrere Ventilationsbahnen, auf denen zumindest über eine kurze Wegstrecke die Kaltluft in die Versiegelung eindringt. Deutlich wird dies entlang der Sternstraße und Im Tiefenthal bzw. südlich von Am Grafenstück – Zur Sang – Am Obermühlweg. Hier würde zumindest theoretisch die Möglichkeit bestehen, dass kühlere Luft aus West bis zur Brunnengasse ventilieren kann – jedoch ist zu vermuten, dass diese tatsächlich nicht mehr als kalte Luft definiert werden dürfte – jedoch als vermutlich lufthygienisch unbelastet.

Ein ähnliches Bild wie für den Lachener Weg in der vorherigen Abbildung 24 zeigt sich in Abbildung 26 auch für die Füllergasse. Aber auch hier kann davon ausgegangen werden, dass die dorthin vordringende Luftmasse vergleichsweise schnell erwärmt wird.

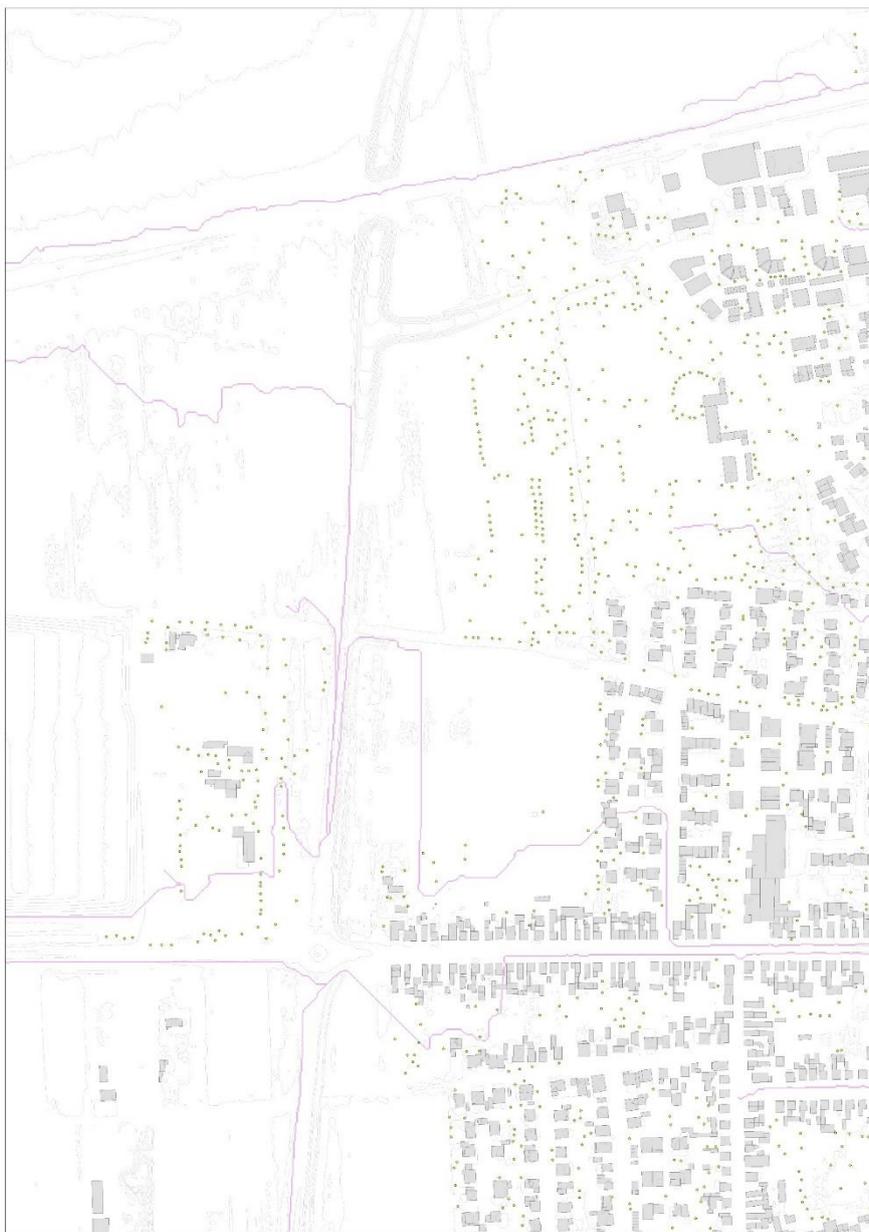


Abb. 26: Potentielle Abflusswege einer bodennah fließenden Kaltluftmasse (rosa Linien) am Beispiel eines Ortsausschnittes im Bereich der Neustadter Straße.

Nördlich daran anschließend zeigen sich die Flächen zwischen der Neustadter Straße und der Gottlieb-Duttenhöfer-Straße bzw. dem Bahndamm. Hier ist mitunter das größte Abflusspotential des gesamten Gemeindegebietes zu erwarten, da aufgrund der Flächennutzung und des Reliefs eine gewisse, wenn auch nur geringmächtig ausgebildete Kaltluftdynamik zu erwarten ist.

Vor allem westlich der Westrandstraße, u. a. im Bereich des Mußbacher Weges, kann sich kalte Luft bilden. Diese wird, wie bereits in Abbildung 25 beschrieben, in ihrem Fließverhalten durch die Westrandstraße behindert, kann aber über die westliche Zufahrts- bzw. Ausfallstraße Neustadter Straße östlich nach Haßloch geführt werden. Auffällig ist, dass ein großer Teil der Bebauung am Ortsrand – Ortseingang bis zur Bertold-Brecht-Straße von der lokalen Windströmung profitieren kann. Aber auch entlang der Neustadter Straße gilt wiederum der Erwärmungseffekt der kühleren Luftmassen beim Überstreichen der versiegelten Flächen. Weiter nach Norden gehend sorgt das gleichbleibende Geländeniveau für keinerlei Abflussbewegung. Diese kommt erst wieder entlang des Bahndamms bzw. des Lehmgrubenweges zum Tragen.

Allerdings werden diese abfließenden Luftmassen – nochmals besser ersichtlich in Abbildung 27 – über einen Bereich von Haßloch geleitet, der das hohe Risiko einer lokalen Überwärmung über den versiegelten Flächen zwischen der Gasübernahmestation Nord bis hin zu Gottlieb-Duttenhöfer-Straße und dem Bahnhof aufweist (s. dazu auch Teilkapitel 4.3).

Ebendiese Abbildung 27 gibt noch einmal einen sehr guten Überblick über die potentiellen Ventilationsbahnen im Norden der Gemeinde. Auch hier ist wiederum im Umland aufgrund des großen Flächenangebotes an Frei- bzw. landwirtschaftlich genutzten Flächen ein entsprechendes Kaltluftproduktionspotenzial gegeben. Entsprechende Ventilationsbahnen sind gut zu erkennen. Jedoch dürfte bis auf die im Außenbereich verortete Bebauung des Christhofes und des Lehmgrubenhofes kein weitergehender kühlender Effekt für die angrenzende Bebauung zu erwarten sein bzw. es kommt zu einem Aufstauen der abfließenden Luftmassen durch die Westrandstraße bzw. Meckenheimer Straße, sodass kaum nennenswerte kalte Luft in die Bebauung hin zu „Nördlich des Bahndamms“ erwartet werden darf.

Nicht als Abbildung dargestellt, aber in Abbildung 23 ersichtlich und thematisiert, ist der nordnordöstliche Bereich von Haßloch. Auch dort – an der Kreuzung Holidayparkstraße und Böhler Straße – besteht die Möglichkeit eines thermisch induzierten Flurwindes. Allerdings ist auch hier, ähnlich wie im Westen von Haßloch, davon auszugehen, dass der Abfluss entlang der Holidayparkstraße in seiner Bewegungsrichtung behindert wird und, wenn überhaupt, nur im eben genannten Kreuzungsbereich sowie in Teilen an der Raiffeisenstraße und im Westen der Böhler Straße zu verzeichnen wäre.

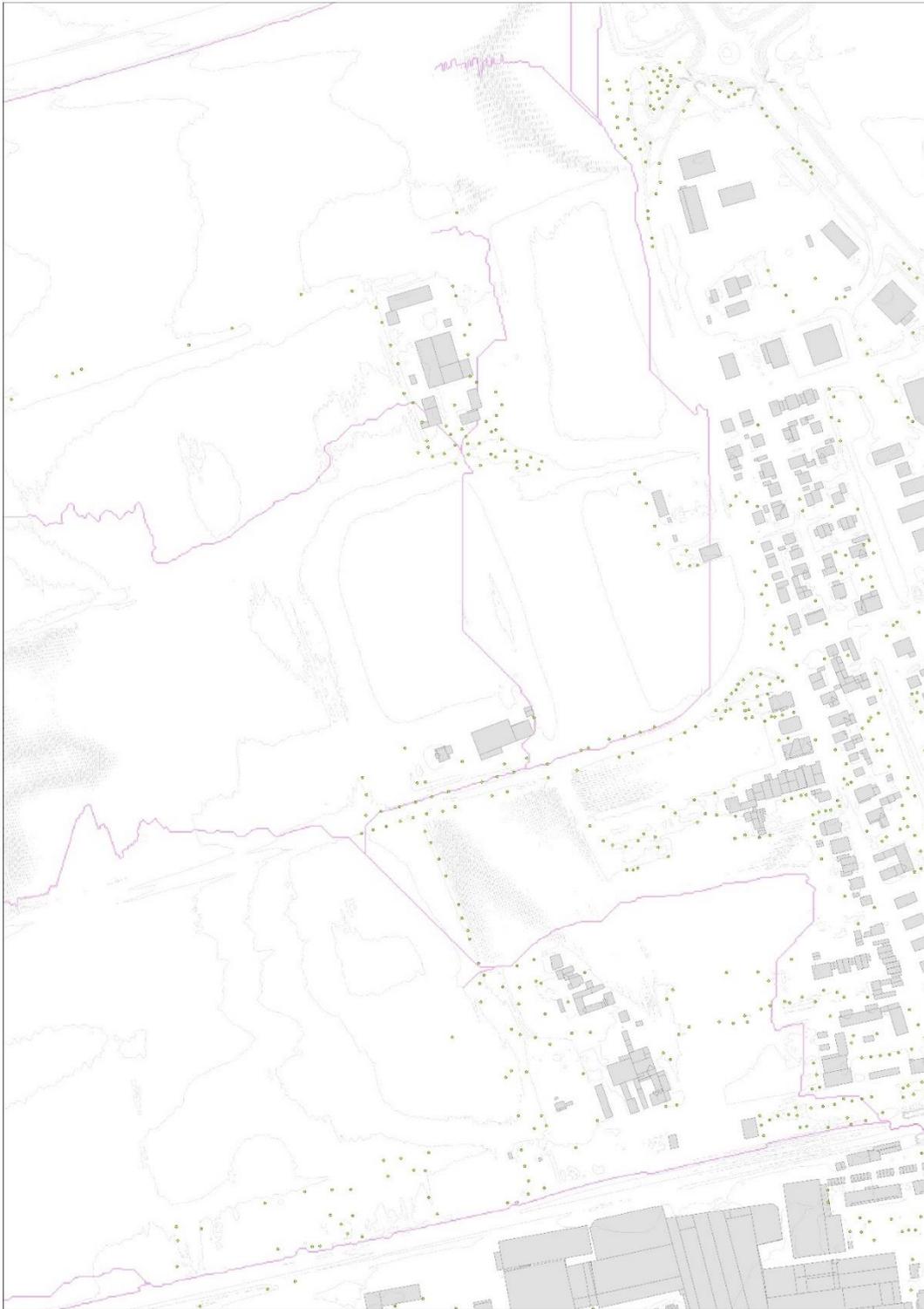


Abb. 27: Potentielle Abflusswege einer bodennah fließenden Kaltluftmasse (rosa Linien) am Beispiel eines Ortsausschnittes im Bereich Westseite des Gewerbegebietes Nördlich des Bahndammes.

### 4.1.3. Kaltluftausbreitung in den Bestand

In Bezug zur Kaltluftentstehung bzw. konkret zum Ausbreitungspotential der Kaltluft lässt sich die Gesamtsituation für das Siedlungsgebiet von Haßloch recht eindeutig, und die beiden ersten Teilkapiteln 4.1.1 und 4.1.2 bestätigend, durch die Analyse der Matrix Topographie und Oberflächenrauigkeit darstellen. In Abbildung 28 ist gut zu erkennen, dass Haßloch inselartig aus allen Himmelsrichtungen entweder von Wald- oder Grün-, Frei- bzw. landwirtschaftlichen Flächen umgeben ist, zugleich aber die Oberflächenrauigkeit im Bestand im Zusammenspiel mit der bereits mehrfach erwähnten gering ausgeprägten Reliefierung des Geländes keinen gravitativ bedingten Abfluss bzw. eine Ventilation von „außen nach innen“ zulässt. Sehr gut ist dies durch die gewählte Farbgebung nachzuvollziehen. Nahezu das gesamte Untersuchungsgebiet erweist sich in Bezug zur Möglichkeit eines topographie-bedingten Kaltluftaustausches als rot dargestellter „Risikoraum“ – was wiederum im Zusammenspiel mit einer hohen Bebauungsdichte, einem hohen Versiegelungsgrad und einer geringen Begrünung im Bestand zu einer lokalen Überwärmung im gesamten Siedlungskörper führen kann.

Was bereits durch die Abbildungen 24 bis 27 dargelegt wurde, ist nun auch in den Rastern der Abbildung 28 nochmals gut nachzuvollziehen. Im Außenbereich von Haßloch bzw. an den Randbereichen des Siedlungskörpers wird die blockierende Wirkung der Bebauung durch die immer wieder zu verzeichnenden grünen Raster aufgezeigt. Von den grünen und freien Umlandsflächen würde, zumindest aus Nord, West und Süd die Möglichkeit bestehen, dass die kühleren Luftmassen Richtung Haßloch geführt werden könnten. Jedoch zeigt sich auch hier, dass die geringe Topographie und die bereits am Ortsrand rasch ansteigende Oberflächenrauigkeit diesen Abfluss unterbindet (vgl. dazu Teilkap. 4.1.2 bzw. Kap. 4.3). Ein vergleichbares Potential ergibt sich natürlich auch für die Flächen im Osten der Gemeinde, allerdings erweist sich auch hier das Relief als natürliches, von Haßloch weg gewandtes Hindernis (s. dazu Teilkap. 4.1.2).

Aus lokalklimatischer Sicht besonders negativ hervorzuheben ist das Gewerbegebiet Süd. Die geringe Reliefenergie und die durch die hohe Bebauungsdichte hervorgerufene Oberflächenrauigkeit sorgt für eine nahezu komplett unterdrückte Kaltluftbewegung, vor allem im Südwesten (Siemensstraße – Daimlerstraße – Robert-Bosch-Straße – Carl-Benz-Straße - Fabrikstraße), und dass, obwohl gerade dieser Bereich direkt an die Flächen des Haßlocher Waldes grenzt bzw. in Teilen bereits im Wald angesiedelt ist. Ähnliches gilt auch für die Flächen im Bereich der Freilichtbühne – Kirchgasse – An der Fohlenweide sowie Fohlenhof – Radrennbahn, jedoch nicht in Gänze so deutlich ausgebildet (vgl. dazu Abb. 28)

Welchen Einfluss Hindernisse für einen Kaltluftabfluss einnehmen können, zeigt sich sehr gut an einzelnen Solitärflächen im Nordwesten (Einzelbebauung zwischen Weststrandstraße und Lehmgrube), Norden (Christhof) Nordosten (Prüfstelle des Bundessortenamtes) und Osten (Jugendhof) von Haßloch. Diese würden sich sicherlich nicht nachhaltig auf den Abfluss der kalten Luft auswirken, zeigen allerdings noch einmal, wie leicht eine potentielle Hinderniswirkung für bodennahe Kaltluftströme entstehen kann, selbst wenn nur kleine Flächen versiegelt oder bebaut sind.

Diese für Abbildung 28 gewählte Darstellung der Situation in Bezug zum topographie-angetriebenen Kaltluftabfluss schließt, wie bereits in Teilkapitel 4.1.1 erwähnt, nicht aus, dass aufgrund der nächtlichen Überwärmung des Untersuchungsraumes ein thermisch induzierter Flurwind entstehen und nichtsdestotrotz das Potential entwickeln kann, aus dem Umland in den Außenbestand der Gemeinde vorzudringen. Allerdings wird auch hier, aufgrund der hohen Oberflächenrauigkeit, die Wirtiefe sicherlich deutlich eingeschränkt respektive weiterführend die Fließgeschwindigkeit so deutlich verringert, dass die bodenaufliegende Luftmasse schnell die Wärme des Untergrundes aufnehmen kann.

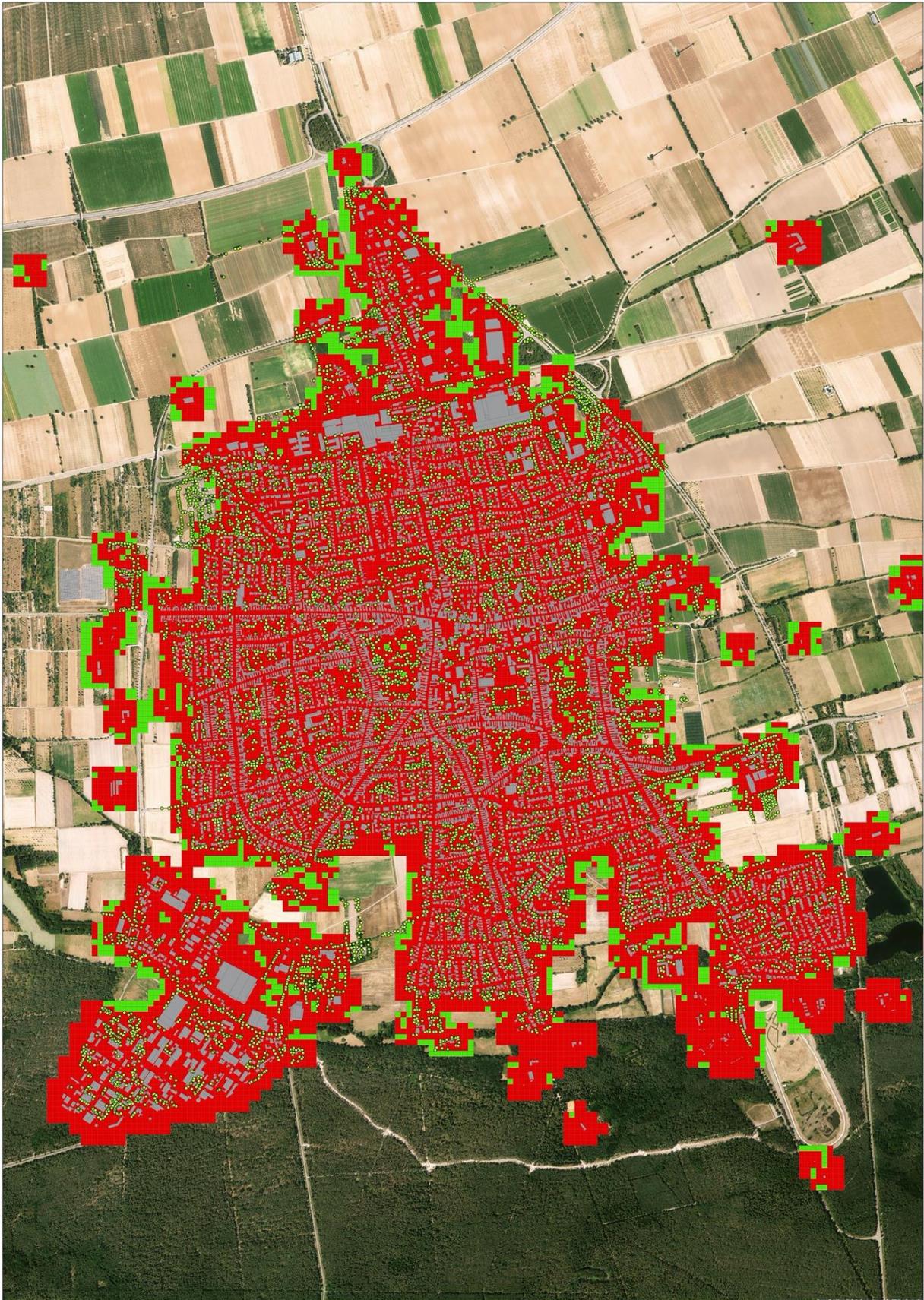


Abb. 28: Visualisierung der Analyse des Versickerungspotentials anhand der Matrix Topographie – Oberflächenrauigkeit und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster).

## 4.2. Grünstruktur von Haßloch

### 4.2.1. Grünstruktur im Innenbereich

Auf den ersten Blick erscheint Haßloch in Abbildung 29 als eine sehr grüne Ortsgemeinde. Der Kernbereich des Siedlungsraumes befindet sich zentral auf der Gemarkung und weist eine vergleichsweise hohe Baumdichte im Innenbereich auf. Hinzu kommen die großen Frei- und Waldflächen sowie landwirtschaftlich genutzten Bereiche des Umlandes, die das Gesamtbild der Gemeinde Haßloch charakterisieren. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass die Analyse der aktuellen Grünstruktur immer Abhängigkeit ist von den zur Verfügung stehenden Luftbilddaufnahmen. Allerdings konnte durch einen Abgleich mit den Vor-Ort-Begehungen verifiziert werden, dass potentielle jahreszeitliche Schwankungen auf den Bildern berücksichtigt wurden, und so durch die Wahl der Bestandsaufnahmemethode die Ergebnisse als reproduzierbar und realitätsnah zu bezeichnen sind.

Auch auf einen zweiten Blick erweist sich noch immer der Kernbereich Haßlochs als grün. Wie aus der Abbildung 29 zu ersehen ist, wurde für die Analyse der Grünflächenbestand inklusive der vorhandenen Baumpflanzungen aufgetragen. Jedoch ist bereits an dieser Stelle anzumerken, dass vor allem die hohe Anzahl an teilweise Solitärbäumen entlang der Straßenführungen und innerhalb öffentlicher Flächen sowie privaten Gärten, darüber hinwegtäuscht, dass der gesamte Kernbereich des Haßlocher Siedlungsraumes stark verdichtet respektive versiegelt ist (s. Teilkapitel 4.3). Dies birgt ein hohes Potential einer lokalen Überwärmung, das nicht oder nur sehr schwer durch kleinere lokale Begrünung aufgefangen werden kann. Auch handelt es sich zumeist um nicht an die lokale Überwärmung angepasste Baumarten, die auf lange Sicht gesehen durchweg an der lokalklimatischen Situation leiden werden und ihr siedlungsökologisches Potential nicht mehr vollends entfalten können.

Erschwerend kommt zudem hinzu, dass gerade die in der Abbildung 29 hervortretenden Grünbereiche der Innenhöfe lediglich den Wohngebäuden selber zugutekommen, jedoch bauartbedingt keine oder nur eine äußerst geringe lokalklimatische Nahwirkung in den Bestand hinein aufweisen. Hier wird der sehr enge, dörfliche Charakter Haßloch zum Verhängnis, da viele der innerhalb des Siedlungsraumes vorhandenen Frei- und Grünflächen leider keine Verbindung zur umgebenden Nachbarschaft aufweisen und zumeist von allen vier Seiten umschlossen sind. Innerhalb solcher Flächen kann sich zwar, vergleichbar mit den im Umland liegenden Kaltluftproduktionsflächen, kalte Luft bilden, diese hat aber keine Möglichkeit in die Bebauung vorzudringen. Der sog. „Park breeze“-Effekt bleibt an vielen Stellen, wie u. a. in den Karrees Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer oder auch Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse vermutlich komplett aus. Allerdings offerieren solche großen Frei- und Grünflächen die Möglichkeit Rückzugsräume im Innenbereich zu schaffen. Hier gilt es die Eigentumsverhältnisse, z. B. der eben genannten Karree-Flächen, zu eruieren und festzustellen, inwieweit solche Räume der Wohnbevölkerung zur Verfügung gestellt werden könnten.

Jedoch darf an dieser Stelle auch nicht verschwiegen werden, dass ebensolche Flächen dem Gebot des Baugesetzbuches „Innenentwicklung vor Außenentwicklung“ Rechnung tragen können. Hier gilt es abzuwägen, ob solche Räume im Innenbereich genutzt werden können, um im Rahmen eines klimaanpassenden Bebauungsplanes die potentielle Nutzlast vom Außenbereich zu nehmen.

Sehr eindrucksvoll zeigt sich im Süden der Haßlocher Wald als dominantes, geschlossenes, grünes Areal mit einem sicherlich sehr guten Kaltluftproduktionspotential. Einzig die unter Teilkapitel 4.1.1 beschriebene nicht oder kaum vorhandene Reliefenergie und die in Teilkapitel 4.1.2 thematisierte blockierende Wirkung der nördlich angrenzenden Bebauung dürfte das vorhandene Potential eines Kaltluftabflusses bzw. eines thermisch induzierten Flurwindes schmälern bzw. dessen Entfaltung unterbinden.

Abschließend ist der geringe Baumbestand innerhalb der beiden Gewerbegebiete sehr augenfällig. Vor allem das im Südwesten gelegene Gebiet offenbart entlang der diversen Zufahrtstraßen einiges Potential, um dort mit gezielten Maßnahmen u. a. das straßenbegleitende Grün weiter auszudehnen, um so als Klimaanpassungsmaßnahme etwas für die Reduzierung des Risikos einer lokalen Überwärmung zu unternehmen. Dies offenbart noch einmal etwas detailreicher Abbildung 30.

Was in dieser Darstellung 30 noch einmal sehr deutlich wird ist die bereits unter Abbildung 23 angesprochene Geländestufe, die ganz grob betrachtet entlang der Westrandstraße verläuft. Was ebenso im Detail zum Tragen kommt ist das Thema des potentiellen Kaltluftabflusses. Die Darstellung aus Teilkapitel 4.1.2 und der Abbildungen 25 und 26 wird hier noch einmal deutlich geschärft, denn nicht nur die Bebauungsstruktur, sondern auch die in diesem Detailausschnitt, primär natürlich positiv zu bewertende Vegetationsdichte, so z. B. im Bereich der zwischen der Otto-Dill-Straße und der Moltkestraße bzw. der gesamte Raum zwischen der Neustadter Straße im Norden, dem Burgweg im Süden und der Pestalozzistraße im Osten, sorgt für die dortigen Anwohner für eine aus humanbiometeorologischer Sicht positiv zu bewertende Aufenthaltsqualität. Allerdings erschwert sie auch den Abfluss kalter Luftmassen aus den von West potentiell vorhandenen Kaltluftproduktionsflächen.

Was im Detail aber auch sichtbar wird, ist, dass der Baumbestand in einer angepassten Maßstabsebene sich als nicht mehr ganz so dicht darstellt, wie die Gesamtübersicht in Abbildung 29 den Anschein erweckte. Vor allem die Areale von zwischen der Neustadter Straße im Norden, dem Burgweg im Süden und der Pestalozzistraße im Osten sind bei Weitem nicht so dicht mit Bäumen bestanden, und so ist es entsprechend der Abbildung 30 nur noch die Flächen des Parkfriedhofs, die einen auffällig hohen Baumbestand vorweisen kann.



Abb. 29: Darstellung der Grünstruktur der Gemeinde Haßloch am Beispiel der Einzelbaumbestände (grüne Punkte) sowie den inner- und außenliegenden Grün- und Waldflächen.

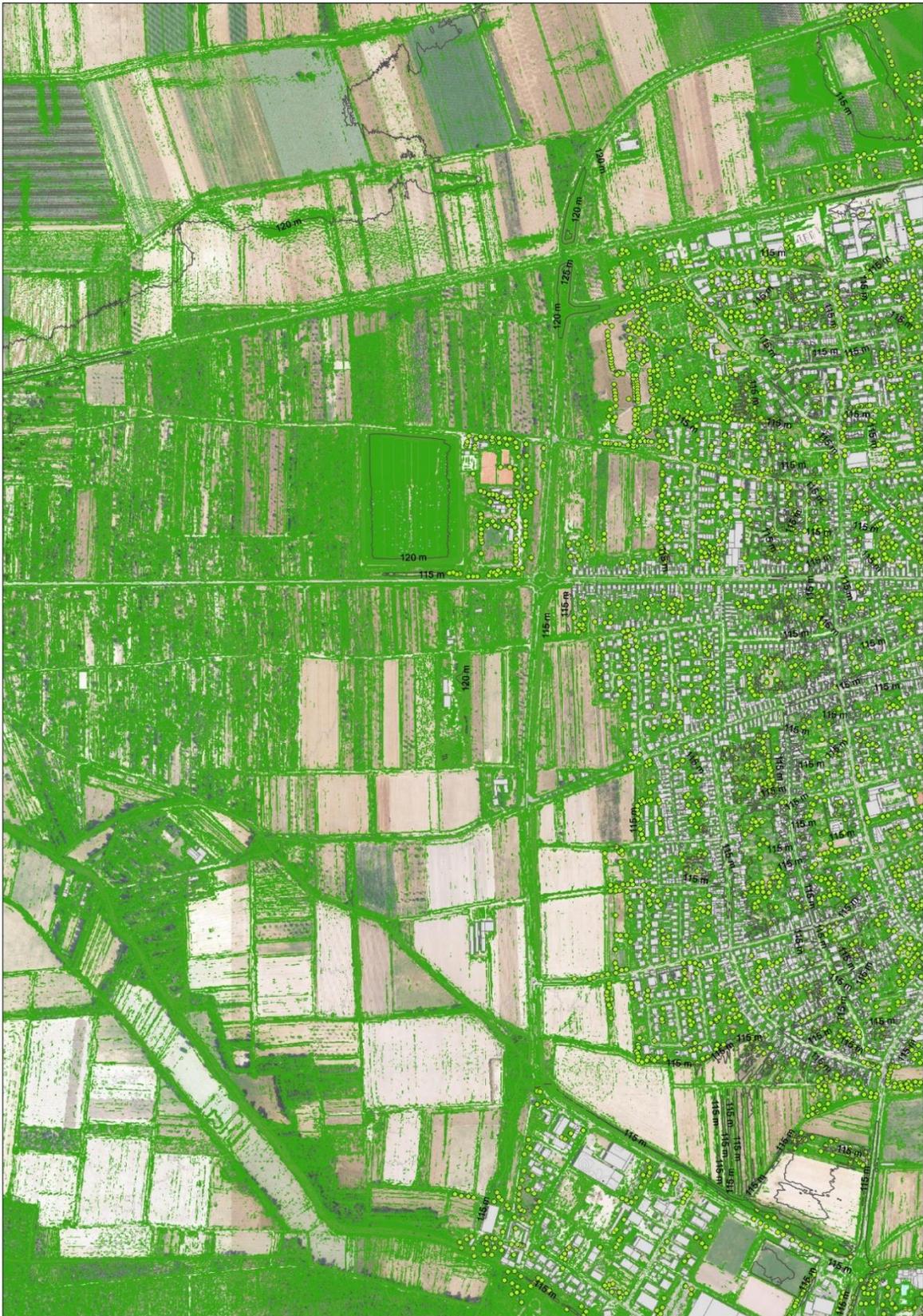


Abb. 30: Detaildarstellung der Grünstruktur der Gemeinde Hasloch am Beispiel der Einzelbaumbestände (grüne Punkte) sowie den inner- und außenliegenden Grün- und Freiflächen am Beispiel des Bereiches entlang der Weststrandstraße.

#### 4.2.2. Grün- bzw. Nutzungsstruktur im Außenbereich

Wie bereits einleitend in Teilkapitel 2.4.1. erwähnt bestätigen die Plansätze des Regionalplans bzw. das Teilkapitel „Natur, Landschaft und Umwelt (West)“ dem Außenbereich von Haßloch „*Flächen mit hoher bis sehr hoher klimatologischer Bedeutung*“. Dem ist natürlich, auch mit Blick auf die bereits dargestellte Abbildung 29, nichts entgegenzustellen. Diese im Teilplan getätigte Aussage bezieht sich dabei sicherlich nicht nur auf die im Süden des Siedlungsraumes befindlichen ausgedehnten Flächen des Haßlocher Waldes, sondern weiterführend auch auf die Grün-, Frei- und landwirtschaftlichen genutzten Flächen, vornehmlich im Westen, Osten und Norden. Alle diese mehr oder weniger naturbelassenen bzw. in Kultur genommenen, unversiegelten Räume besitzen die Möglichkeit, vor allem in den Abend- und Nachtstunden, in Abhängigkeit des Bodenprofils, der Bodenfeuchte, der periodischen Nutzung und des mehr oder minder starken Bewuchses, kalte Luft zu produzieren.

Sollten zusätzlich noch entsprechende Ventilationsbahnen vorhanden sein – siehe die Detaildarstellungen in den Abbildungen 24 bis 27 – besteht theoretisch das Potential, dass die kühleren Luftmassen aus dem Außenbereich in die Bebauung geleitet werden können. Entscheidend ist beim Übergang vom Außenbereich hinein in die Siedlungsstruktur, wie stark die fließende kalte Luft von limitierenden Faktoren, wie Bebauung/ Versiegelung und Überwärmung von überstrichenen Flächen beeinflusst wird (s. dazu auch Kap. 4.3 und 4.5).

Nichtsdestotrotz kann mithilfe der in Abbildung 31 visualisierten Flächennutzung bzw. Nutzungsarten im Außenbereich noch einmal eindrucksvoll die lokalklimatisch und auch siedlungsökologisch positive Bedeutung des Haßlocher Umlandes innerhalb der Gemeindegrenzen dargelegt werden.

Neben den bereits erwähnten Potenzialflächen für eine Kaltluftproduktion (hell- und dunkelgrüne Bereiche) ist an dieser Stelle auch eine weitere humanbiometeorologische bedeutende Wirkungsweise hervorzuheben – die Erholungsfunktion ebensolcher Flächen. Hierbei versteht sich diese Funktion nicht in den diversen Freizeitangeboten, die gerade im Süden zu finden sind – allem Voran der Holiday Park. Vielmehr geht es hier um die Möglichkeit, dass die Bevölkerung mit möglichst geringem Aufwand einen Erholungsraum aufsuchen kann – und dies zu jeder Jahreszeit.

Mitunter kommt diesem Faktor – auch mit Blick auf den rezenten Klimawandel und dessen Folgen auch auf der lokalen Ebene – eine große Bedeutung zu, denn in Anbetracht der regionalklimatischen Bedingungen der Naturlandschaft um Haßloch herum (s. Kap. 2.2), mit ohnehin bereits im Vergleich zu anderen Standorten in Rheinland-Pfalz erhöhten sommerlichen Umgebungstemperaturen und einem u. a. in Kapitel 4.3 aufgezeigten enormen, lokalklimatischen Druck aufgrund des innerörtlich bedeutsamen Erwärmungspotentials, ist die Möglichkeit aus diesen überwärmten Bereichen in ein ausgeglicheneres lokales Waldklima „entfliehen“ zu können von immenser Bedeutung und erweist sich im Falle von Haßloch als Glücksfall und lokalklimatische Gunst.

Gerade das für solche Waldflächen charakteristische Klima mit einer geringeren Lufttemperatur, einen ausgeglichenen Temperaturgang im Tagesverlauf, einer erhöhten Luftfeuchte sowie einer entsprechenden Verschattung erweist sich im vorliegenden Fall als humanbiometeorologischer Rückzugsraum für ebenjene Menschen, die einen Ausgleich zu den innerörtlichen Temperaturspitzen suchen. Dies erhält mit Blick auf den Siedlungsbereich von Haßloch noch einen zusätzlichen positiven Nebeneffekt, da es innerhalb des Bestandes kaum die Möglichkeit gibt, dass sich die Anwohner in solche grünen und freien Flächen im Verlauf des Tages zurückziehen könnten.

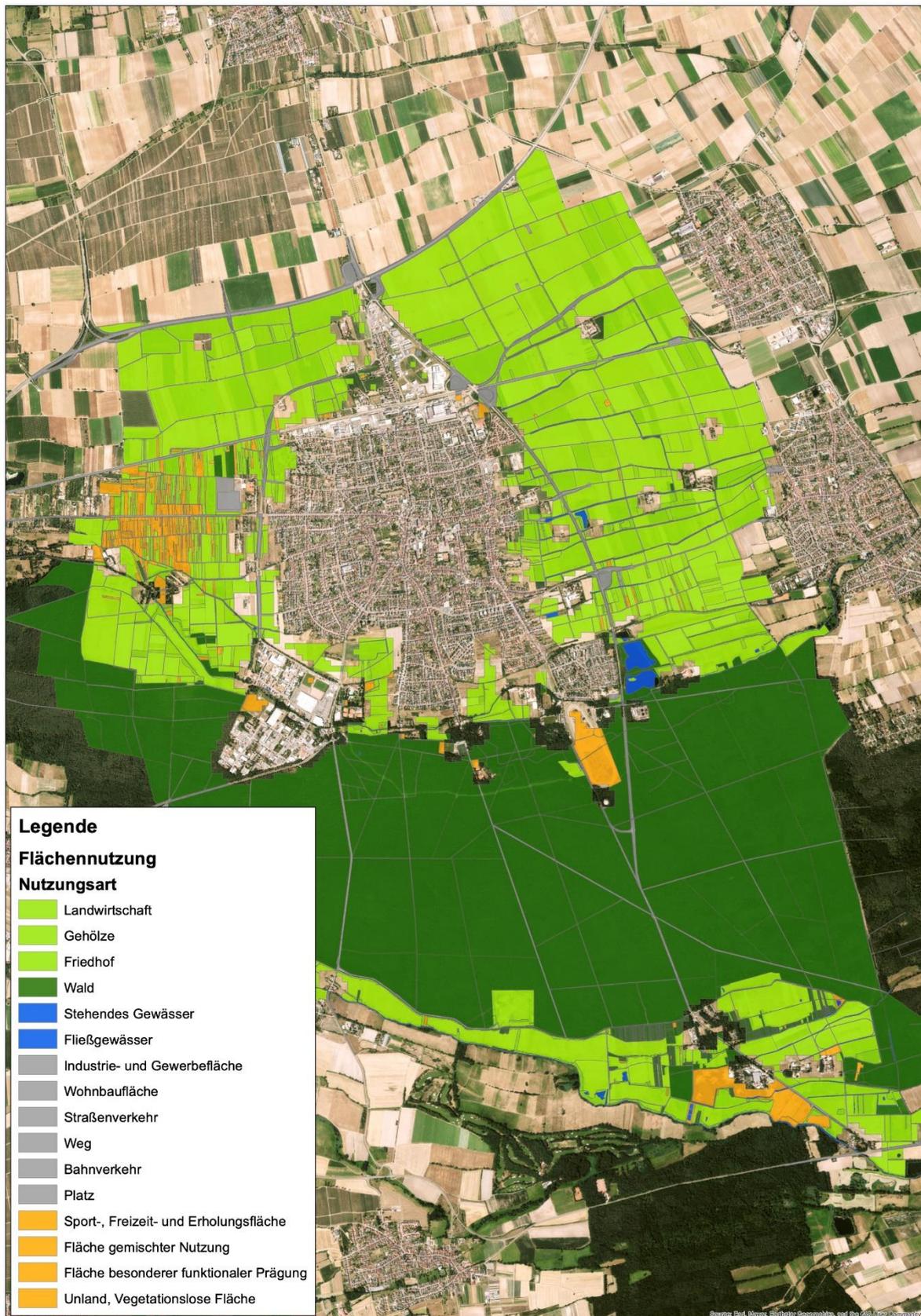


Abb. 31: Darstellung der unterschiedlichen Flächennutzungen bzw. Nutzungsarten im Außenbereich der Gemarkung der Gemeinde Haßloch.

Mit Blick auf die Abbildung 31 zeigen sich im Haßlocher Wald nur kleine solitäre Raster, die nicht dem allgemeinen Bild eines flächendeckenden grünen Rasters entsprechen – allem voran natürlich das Gebiet des Holiday Parks, aber auch am Ortsrand gelegene Nutzungen wie z. B. die Pferderennbahn und die südlichen Sportanlagen des VfB bzw. TV Rot-Weiß Haßloch. Jedoch ist hier zu betonen, dass es sich weder bei den vereinzelt auftretenden Rastern noch bei der Fläche des Holiday Parks um lokalklimatische Ungunsträume mit größerer Fernwirkung handelt. Zum einen sind die Flächen zu klein, um negativ klimawirksam zu werden, zum anderen, wiederum im Fall des Holiday Parks, handelt es sich hier um eine durch die Menschen nur temporär kurzfristig genutzte Erholungsfunktion, die zudem auch nur in den Tagstunden genutzt wird.

Ein etwas anderes Bild offenbart sich bei der Betrachtung der Grün-, Frei- und landwirtschaftlich genutzten Flächen im Westen, Osten und Norden von Haßloch. Auch hier ist, wie bereits erwähnt, von potentiellen klimaaktiven Flächen auszugehen – in unterschiedlichem Maße, in Abhängigkeit ihrer Beschaffenheit. Aufgrund der Tatsache, dass diese außerhalb des Haßlocher Waldes stärker anthropogen überprägt sind – in Kultur genommen wurden – lohnt es sich hier an der einen und auch anderen Stellen etwas genauer hinzuschauen. Auch dort gibt es einen Wechsel in den unterschiedlichen zu bewertenden Rastern. Einzelhöfe und teilversiegelte Flächen fallen hier ins Auge und erscheinen in Abbildung 30 als offengelassene, ungefärbte Nutzungen/ Raster. Wichtig ist auch hier wieder die Frage nach dem Produktionsvermögen und der Abflussmöglichkeit der nachts gebildeten Kaltluft. Vor allem im Westen und Osten mit der Weststrandstraße und der Holidayparkstraße weisen diese Räume zwei „Raumtrenner“ auf, die beide das Potential besitzen, die möglichen Kaltluftströme nachhaltig zu blockieren (s. dazu Abb. 25 und 26) – abgesehen davon, dass wie in Teilkapitel 4.1.1 offengelegt, die östlich des Siedlungsraumes gebildete Kaltluft aufgrund der Reliefierung des Gebietes nur sehr bedingt in der Lage ist, die Randlagen von Haßloch zu erreichen.

Bei der Betrachtung der Wirkung der Grün-, Frei- und landwirtschaftlich genutzten Flächen im Außenbereich ist es daher von besonderer Bedeutung im Falle eines Planvorhabens im Außenbereich bzw. im Anschluss an bereits bestehende Siedlungsstrukturen, diese Flächen noch einmal genauer einer lokalklimatischen Bewertung zu unterziehen. Auch wenn es an der einen oder anderen Stelle im ersten Moment den Anschein erweckt, dass die kalten Luftmassen von außen nicht unbedingt weit in die angrenzende Bebauung eindringen, so kann dies mit 100%iger Sicherheit erst durch eine klimatische Untersuchung im entsprechenden Maßstabsbereich verifiziert bzw. falsifiziert werden.

Von den im Osten der Gemeinde verzeichneten hellgrünen Frei- und Grünflächen profitiert im konkreten Fall sicherlich die Gemeinde Böhl-Iggelheim, da die über den Haßlocher Umlandsflächen gebildete Kaltluft eine mögliche Bewegungsdynamik, dem Gefälle des Geländes folgend, nach Ost sowohl in Richtung Böhl als auch Iggelheim ausbildet.

Die vor allem im Westen, Südwesten und im Osten auffällig aus der grünen Flächendarstellungen hervortretenden Solitärebereiche charakterisieren, ähnlich wie für den gesamten Ortskern von Haßloch, versiegelte Flächen und sind daher nicht als Nutzungsart im Außenbereich explizit als überbaute Fläche dargestellt. Diese Flächen decken sich mit den in Teilkapitel 4.1.3 bzw. Abbildung 28 dargestellten einzelnen Fließhindernissen außerhalb des Siedlungskörpers.

Auffällig sind zudem die beiden größeren Wasserflächen im Osten von Haßloch (blaue Farbgebung), an den Polderflächen am Sendlingraben sowie der Wehlachweiher. Vor allem Letzterer erweist sich aus humanbiometeorologischer Sicht sicherlich als Erholungs- und Rückzugsraum, jedoch bleibt dieses Gewässer, trotz seiner Größe, aus lokalklimatischer Sicht eine größere Fernwirkung, vor allem hinein in das Wohngebiet Wehlache, schuldig.

### **4.3. Siedlungsklimatische Siedlungsstruktur von Haßloch**

#### **4.3.1. Bauvolumen**

Um einen ersten Eindruck bezüglich der im Gemeindegebiet von Haßloch baulich in Anspruch genommenen Flächen zu erhalten, bietet es sich an das Bauvolumen zu betrachten, da es eine Aussage zum genutzten Bauvolumen Baulast einer Fläche ermöglicht. Dargestellt ist in Abbildung 31 das „genutzte“ Volumen pro Rasterfeld (25m). Hierbei wird in der Berechnung für jedes Raster die durchschnittliche Gebäudehöhe der im Raster befindlichen Gebäude mit der Gebäudegrundfläche multipliziert. Im Ergebnis ergibt sich dann, wie in Abbildung 31 dargestellt, eine flächenmäßige Darstellung wie stark ein Rasterfeld bebaut wäre, wenn das komplette, umbaute Volumen gleichmäßig auf das Rasterfeld verteilt werden würde.

Was primär zu erkennen ist, ist die Tatsache, dass ein großer Teil der Flächen/ Raster in grün visualisiert sind, sodass ein erster Eindruck entsteht, dass es sich hier um freie bzw. wenig bebaute bzw. geringe genutzte Flächen handelt. Jedoch ist die Interpretation nicht ganz so einfach, denn was die Vorstellung der Abbildung 32 aussagt, fußt auf der Tatsache, dass demnach nahezu alle farblich dargestellten Flächen in Nutzung sind und größtenteils mit künstlichen Materialien bis zu einem gewissen Grad versiegelt sind. Dass ein großer Teil der Flächen Haßlochs erst einmal grün erscheinen ist der Tatsache geschuldet, dass ein hoher Prozentsatz der Bebauung der Gemeinde eine nur geringe Gebäudehöhe aufweist und im Vergleich z. B. zu den größeren Gewerbe- und Industriehallen im nördlichen bzw. südwestlichen Gewerbegebiet deutlich geringer ausfallen.

Vor allem der zentrale Bereich von Haßloch entlang der Straßenzüge Neustadter Straße - Langgasse und Neugasse – Schmähgasse sowie die von Nord nach Süd verlaufenden Rennbahnstraße – Forstgasse – Krämergasse, die Kirchgasse und die Ohliggasse zeigen sehr deutlich, wie stark in diesen Bereichen die Flächen in Anspruch genommen werden.

Die Situation lässt sich etwas deutlicher beschreiben, wenn ein anderer Maßstabbereich gewählt wird. Abbildung 33 stellt den Bereich zwischen der Langgasse im Norden und der Rotkreuzstraße – Lindenstraße sowie der Forstgasse im Osten und der Pestalozzistraße im Westen in einem etwas größeren Ausschnitt dar. Deutlich treten auch hier auf der einen Seite

die wenig bis kaum in Anspruch genommenen, aber von der Bebauung umschlossenen Freiflächen im Bereich der beiden Karrees Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer sowie Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse hervor. Auf der anderen Seite kann aber auch mittels der Betrachtung des Gebäudevolumens die hohe Flächeninanspruchnahme entlang der bereits mehrfach erwähnten Langgasse und Kirchgasse, aber auch der Pfarrgasse, der Schillerstraße, der Neugasse sowie der Ohliggasse – Füllergasse, noch einmal etwas genauer betrachtet werden.

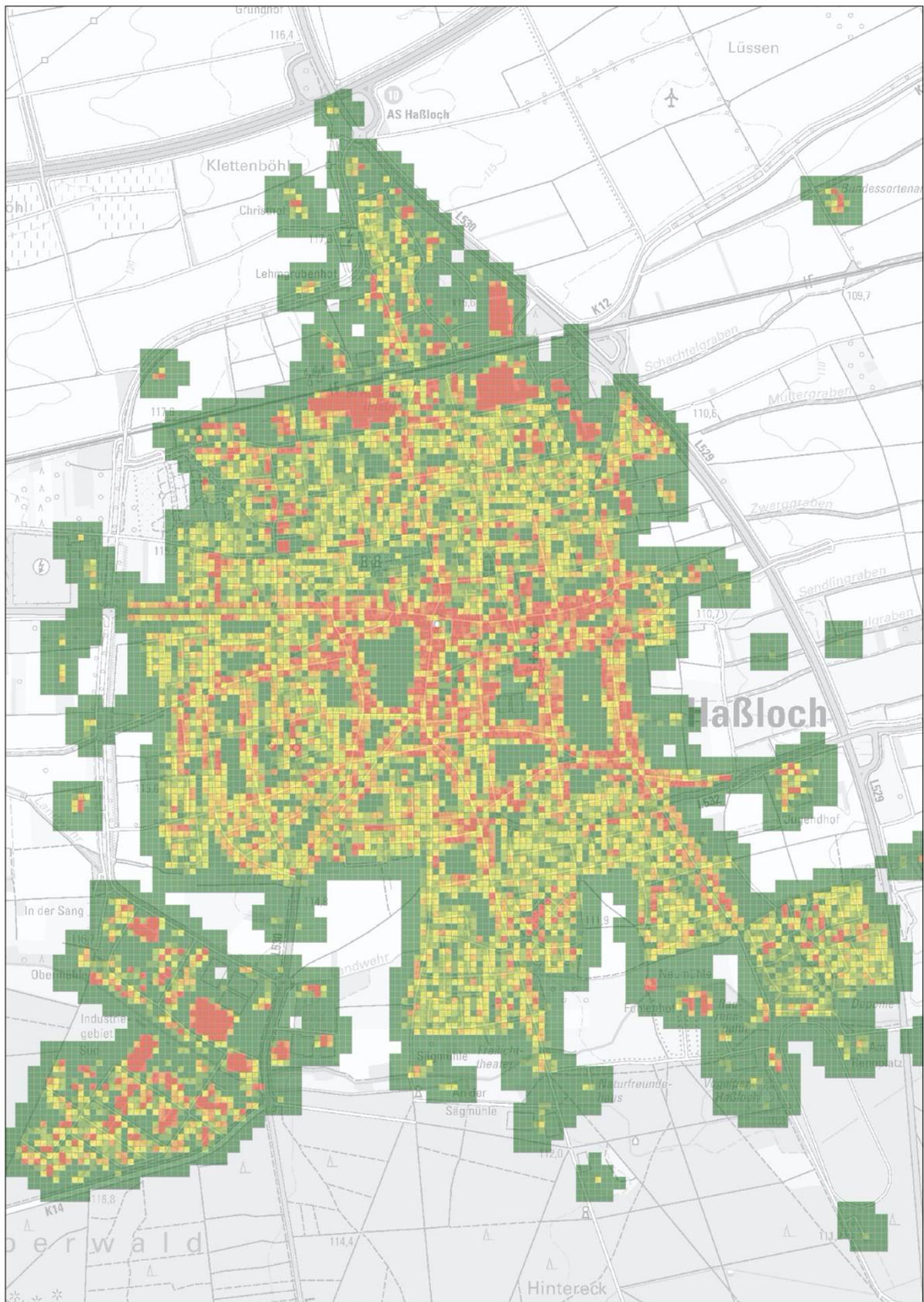


Abb. 32: Visualisierung des Bauvolumens pro Rasterfläche (= durchschnittliche Gebäudehöhe \* Gebäudegrundfläche/ Rasterfläche) und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster).

Mit Blick auf die in Teilkapitel 4.1 thematisierte Möglichkeit, dass kalte Luftmassen aus dem Umland über den Ortsrand in Richtung des Zentrums von Haßloch vordringen könnten, erhält die Betrachtung des Bauvolumens vor allem im Außenbereich eine besondere Stellung, da dieses eine Aussage darüber erlaubt, im Bereich welcher Räume die Nutzung ein potentielles Fließhindernis für den Kaltluftfluss darstellen könnten, zum anderen die Wärmespeicherfähigkeit der künstlichen Baumaterialien für eine Erwärmung der Luftmassen sorgt.

Bei der Betrachtung von Abbildung 32 fallen in diesem Zusammenhang u. a. der im Norden befindliche Verlauf der Gottlieb-Duttenhöfer-Straße bzw. Am Schachtelgraben – Am Bahndamm sowie, und in diesem Fall noch sehr viel deutlicher, nahezu der gesamte Verlauf der Rennbahnstraße – Forstweg auf. Hier kann durchaus von einer Sperrwirkung seitens eines Kaltluftflusses aus Ost gesprochen werden – auch wenn, wie bereits in Teilkapitel 4.1.1 erwähnt, die Wahrscheinlichkeit einer Luftmassenbewegung in diesem Bereich als nicht allzu hoch eingeschätzt werden darf. Vergleichbares gilt für die Straßenführung der Meckenheimer Straße – Weststrandstraße. Von dort könnten kühlere Luftmassen nach Süden geführt, jedoch entlang der Bebauung und des Bahndamms aufgehalten werden.

Ein gegenläufiges Bild zeigt sich an der westlichen Zufahrt der Neustadter Straße (s. Abb. 33). Dort könnte aufgrund der Straßenführung von West nach Ost ein potentieller Kaltluftabfluss recht tief in den Bestand eindringen – jedoch dürfte auch hier eine kühlende Wirkung der Luftmasse nur auf den „ersten Metern“ innerhalb des Bestandes wahrzunehmen sein, da die stark versiegelte Oberfläche der Neustadter Straße – Langgasse Wärme an die darüberstreichende kalte Luft abgibt, und diese sich stetig erwärmt.

Ein ähnlicher Ventilationseffekt könnte möglicherweise aus Süd kommend über die Kirchgasse und den Lachener Weg in den Bestand hineinzuverzeichnen sein. Aufgrund des geringen Flächenverbrauchs und der stärkeren Durchgrünung dürfte der Ventilationseffekt im Süden deutlich besser nachweisbar sein als im oben erwähnten Verlauf der Bahntrasse.

Was an dieser Stelle deutlich hervorsteht ist nicht nur die Tatsache, dass entlang der eben genannten Straßen teilweise eine hohe Nutzungslast nachgewiesen werden kann, sondern, dass vor allem in diesem stellvertretend dargelegten Ausschnitt des zentralen Bereichs von Haßloch eine zum Teil für einen dörflichen Charakter hohe Nutzungslast erreicht wird, die sowohl in Abbildung 32, deutlich jedoch in Abbildung 33 als rote und orangene, aber auch gelbe Raster gekennzeichnet sind.

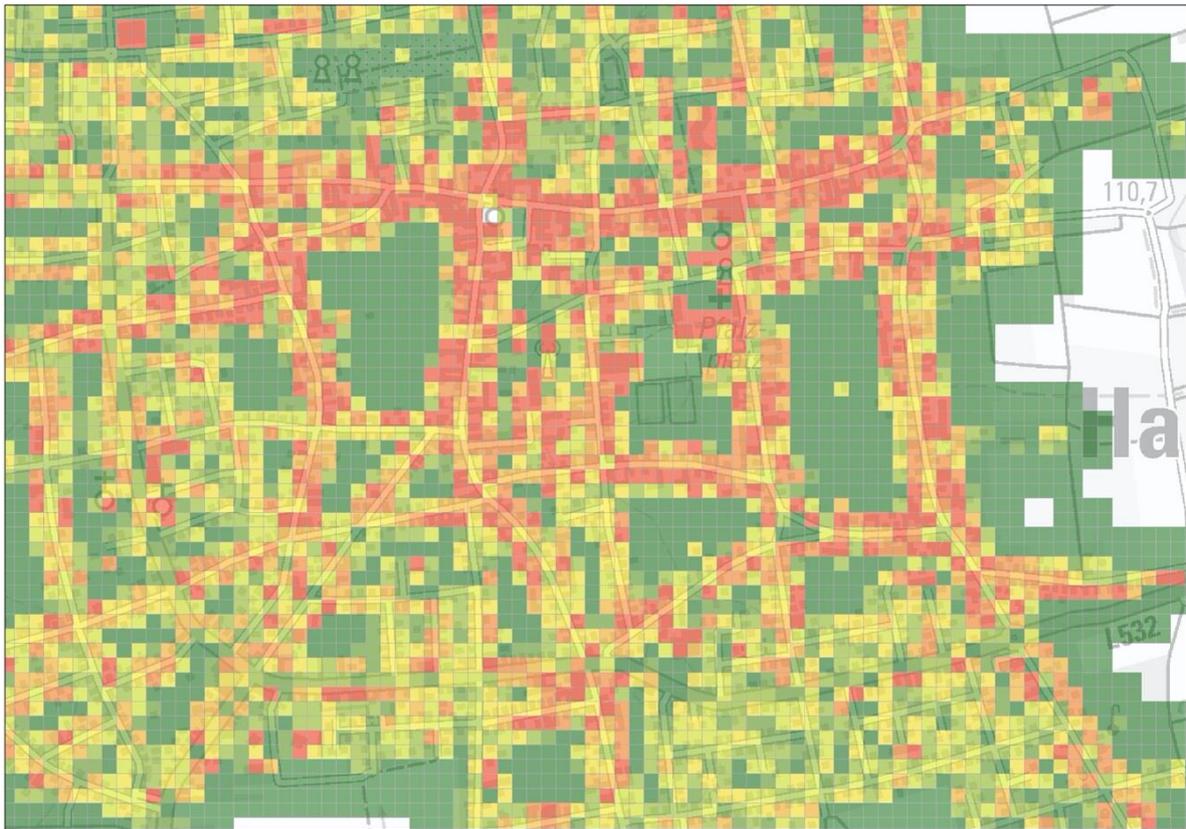


Abb. 33: Detailvisualisierung des Bauvolumens pro Rasterfläche (= durchschnittliche Gebäudehöhe \* Gebäudegrundfläche/ Rasterfläche) und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des Ortskerns von Haßloch im Bereich zwischen Lindenstraße und Langgasse.

#### 4.3.2. Baudichte und Versiegelung

Ein dem in Abbildung 32 dargestellten Bauvolumen vergleichbares Bild für die Gemeinde Haßloch ergibt sich bei der Betrachtung der in Teilkapitel 3.2 beschriebenen Matrizen. Grundlage hier bildet die Baudichte und der Versiegelungsgrad des entsprechenden Rasters. Was an dieser Stelle sehr auffällig ist, ist die kompakte, sehr dichte Gebäudestruktur über den zentralen Ortskern bis hin zu den Außenbereichen und auch in den neueren Baugebieten. Wie in Abbildung 34 sehr gut zu erkennen ist, geht der in Abbildung 28 aufgezeigte „grüne“ Eindruck von Haßloch schnell verloren, wird die Inanspruchnahme der Oberflächen durch die Versiegelung etwas genauer betrachtet. Bis auf ein, zwei flächig etwas größere Bereiche (Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer sowie Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse) dominieren im nahezu gesamten Ortsgebiet die Farben Orange und Rot, was gleichbedeutend ist mit Flächen, die ein großes Potential zur Erwärmung vor allem in den Sommermonaten aufweisen (orange) bzw. schon jetzt auf jeden Fall das Risikopotential einer lokalen Überwärmung besitzen (rot).

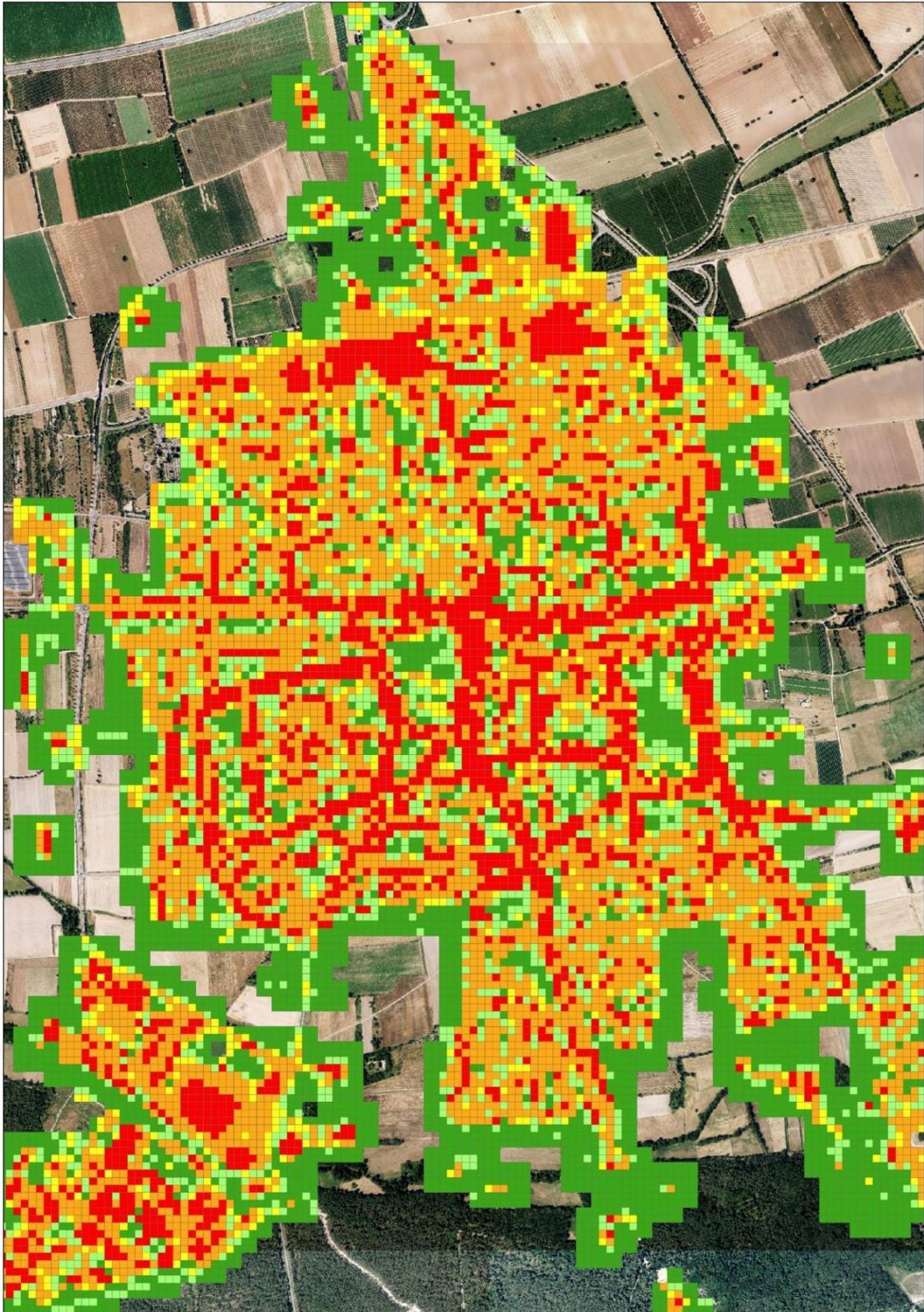


Abb. 34: Visualisierung der Analyse der Baudichte in %-Flächeninhalte und des Versiegelungsgrades in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster).

Sehr eindrucksvoll zeigen sich die extrem überwärmungsgefährdeten Gebiete im Norden im Bereich zwischen Am Bahndamm und Am Schachtelgraben sowie das Betriebsgelände von Duttenhöfer, ebenso im Gewerbegebiet entlang der Hans-Böckler-Straße im Südwesten und natürlich zentral im Bereich der Langgasse, Ohliggasse, dem Forstweg und der Kirchgasse.

Allerdings sind diese Bereiche für diese erste Beurteilung der Situation lediglich die auffälligsten Bereiche. Über das gesamte Gemeindegebiet zieht sich die Problematik der innergemeindlichen Überwärmung und wird immer wieder durch potentiell überwärmungsgefährdete Räume unterbrochen, so wie auch im Südwesten entlang der Uhlandstraße – Brunnengasse sowie Burgweg und Füllergasse. Viel zu selten offenbart Abbildung 34 nur leicht gefährdete (gelb) bis keine überwärmungsgefährdeten Flächen (grün). Bereits in dieser sehr allgemeinen Darstellung der Abbildung 34 kann festgehalten werden, dass vor allem in den orange dargelegten Rastern ein klimaangepasster Handlungsbedarf besteht, um zukunftsorientiert auf die Vor-Ort-Situation zu reagieren und frühzeitig dafür zu sorgen, dass im Rahmen des rezenten Klimawandels u. a. in den Sommermonaten diese Gebiete, auch aus humanbiometeorologischer Sicht, zu keinem Risikoraum in Bezug zur lokalen Überwärmung werden.

Einen besseren Einblick in die lokale Situation zeigt sich anhand des Ausschnitts in Abbildung 35. Dort ist ein zentraler Bereich von Haßloch dargestellt – vor allem der Kontrast zu den beiden einzigen größeren Grün-/ Freiflächen Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer sowie Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse. Sehr eindrucksvoll offenbart sich hier der Konflikt, der sich an vielen Stellen in Haßloch feststellen lässt – das Angebot an Frei- und Grünfläche und die blockierende Wirkung durch die Wohnbebauung. Was an den beiden größeren, eben genannten Flächen sofort zu erkennen ist – „grün“ wird von „rot“ abgeschirmt bzw. umrandet und es besteht keine nennenswerte Verbindung zu anderen „grünen“ Flächen und ist im Kleinen auch an vielen anderen Standorten in Abbildung 34 zu erkennen. Die Innenhofstruktur weist freie Flächen auf, die aber komplett von der Bebauung umschlossen sind, und somit keine lokalklimatischen Wirkung nach außen vorweisen können.



Abb. 35: Detailvisualisierung der Analyse der Baudichte in %-Flächeninhalte und des Versiegelungsgrades in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des Ortskerns von Haßloch im Bereich Langgasse – Ohliggasse – Kirchgasse.

Ein vergleichbares Bild ergibt sich auf dem südwestlich an Abbildung 35 anschließenden Bereich Haßlochs in Abbildung 36. Auch hier zeigt sich der Mix aus kleinen freien Flächen (z. B. Friedensstraße – Sägmühlweg – Sandgasse – Kirchgasse oder Sandgasse – Landwehrstraße – Kirchgasse – Wiesenstraße – Sägmühlweg), die von stark überwärmungsgefährdeten bzw. überwärmten Bereichen umschlossen werden. Was sich aber auch zeigt ist die bereits für Abbildung 35 angesprochene Riegelwirkung der Bebauung, wenn aufgrund der Ausrichtung der Gebäude z. B. aus Süd kaum kalte Luftmassen in den Bestand eindringen können, da sowohl der Sägmühlweg als auch die Maxbergstraße – Rotkreuzstraße bzw. der Lachener Weg dies nicht ermöglichen.



Abb. 36: Detailvisualisierung der Analyse der Baudichte in %-Flächeninhalte und des Versiegelungsgrades in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des südlichen Ortskerns von Haßloch.

Der bereits in Abbildung 34 angedeutete Blockadeeffekt ist auch im Detailausschnitt Nord in Abbildung 37 zu erkennen. Sollte aus Nord kommende kühlere Luft auf den Außenbereich der Gemeinde treffen, wird diese entweder blockiert – u. a. durch den Bahndamm – oder erfährt durch die stark am Tage erwärmten Flächen zwischen dem Lehmgrubenweg und Am Bahndamm (nördlich) bzw. Gottlieb-Duttenhöfer-Straße – Entengasse – Am Schachtelgraben mehr oder weniger schnell eine Modifikation hin zu einer Erhöhung der Lufttemperatur der Luftmasse.



Abb. 37: Detailvisualisierung der Analyse der Baudichte in %-Flächeninhalte und des Versiegelungsgrades in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des nördlichen Ortskerns von Haßloch.

Auffallend ist in diesem Zusammenhang, dass alle vier Abbildungen (34 - 37) darauf hindeuten, dass das Potential der freien und offenen Flächen im Umland von Haßloch aus lokalklimatischer Sicht nicht in dem Maße zum Tragen kommen, wie es für den Standort theoretisch möglich wäre (s. dazu Abb. 29).

#### 4.3.3. Baudichte und Vegetation

Eine ebenfalls sehr aufschlussreiche Darstellung der lokalklimatischen bzw. siedlungsökologischen Situation von Haßloch ist in Abbildung 38 aufgezeigt. Visualisiert ist für Haßloch das lokale Verhältnis von Baudichte und Grünflächenanteil. Auch hier ergibt sich auf den ersten Blick ein durchmischtes Bild aus einer Reihe von Risikoflächen auf der einen Seite, aber auch einer scheinbar größeren Zahl an Flächen, die aus lokalklimatischer Sicht erst einmal als nicht problembehaftete Flächen mit extremen Erwärmungspotential ausgemacht werden können. Bei der Erstellung dieser Bewertung zeigt sich der in Abbildung 29 aufgezeigte teilweise in manchen Rastern höhere Baumbestand, der sich innerhalb dieser Flächen bzw. Raster positiv auf die Situation auszuwirken vermag.

Deutlich negativ werden in dieser Gegenüberstellung wiederum die Flächen des Gewerbegebietes im Südwesten (August-Bebel-Straße – Hans-Böckler-Straße bzw.

Siemensstraße – Fabrikstraße – Carl-Benz-Straße) und der Bereich im Norden der Gemeinde entlang des gesamten Verlaufs von Gottlieb-Duttenhöfer-Straße – Entengasse – Am Schachtelgraben – Raiffeisenstraße dargestellt. Aber auch das Zentrum von Haßloch erscheint wieder als „Hotspot“ aufgrund seines Verhältnisses von Baudichte zu Grünanteil (Langgasse, Kirchgasse, Füllergasse, Forstgasse, Pfaffengasse). Ebenso zeigen sich aber auch wieder die beiden Frei-/ Grünflächen (Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer sowie Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse), zugleich auch die über das gesamte Ortsbild verteilten kleineren Grün- und Freiflächen – allerdings ist auch hier wieder direkt zu erkennen, dass diese Flächen zumeist von der Bebauung umschlossen sind und somit keinerlei „lokale Fernwirkung“ entfalten können.

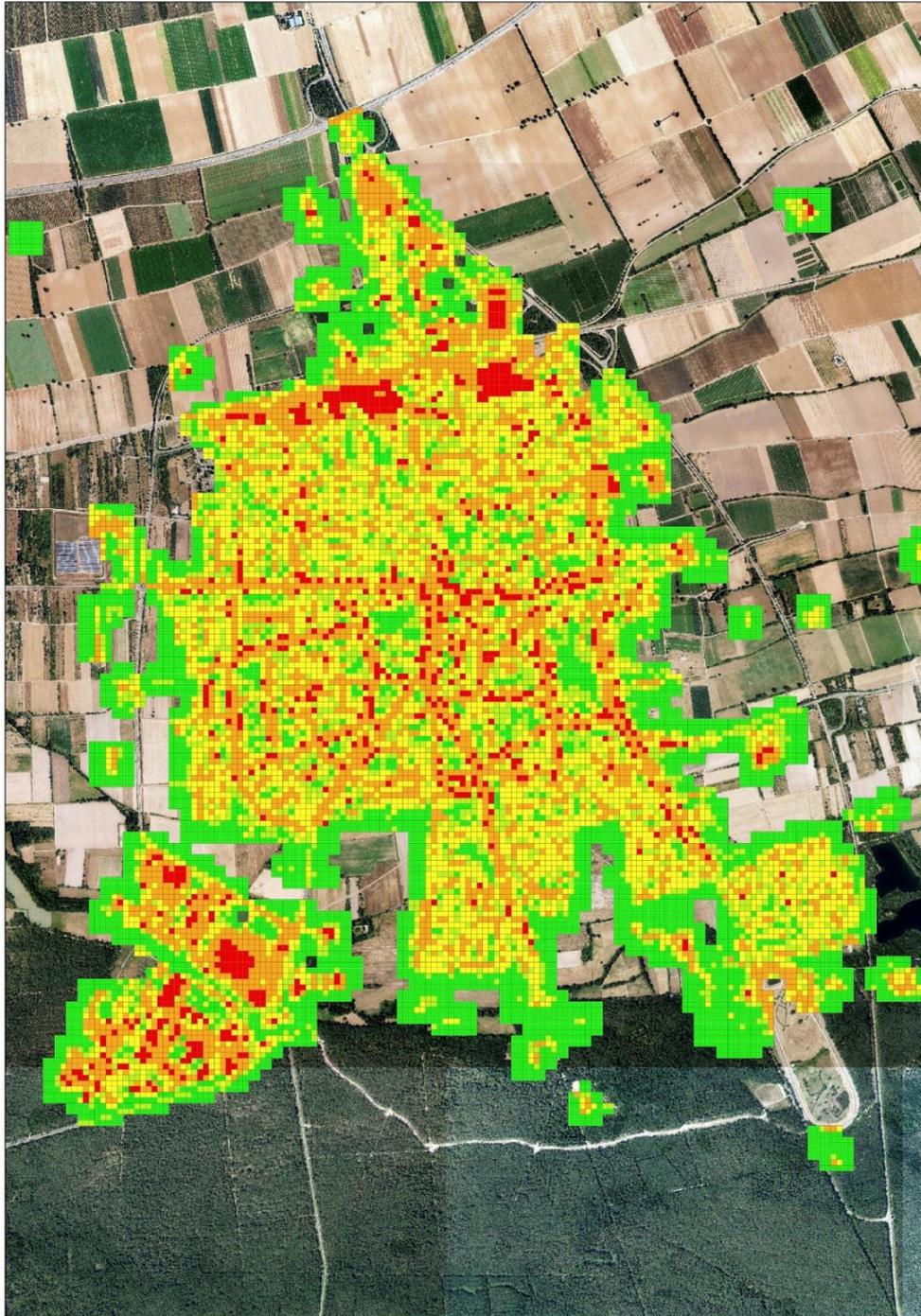


Abb. 38: Visualisierung der Analyse der Matrix Baudichte in %-Flächenanteil – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster).

Nicht mehr ganz so ausgeglichen zeigt sich das Verhältnis zwischen potentiellen Risiko- und Potentialflächen, wenn die Maßstabsebene verändert wird. Das Beispiel aus Abbildung 37 gibt einen Einblick in das Gebiet zwischen Lindenstraße – Rotkreuzstraße im Süden und dem Bahndamm im Norden. Was hier sofort auffällt ist, dass bei einer genaueren Betrachtung die als grüne Gunstflächen in Abbildung 38 markierten Bereiche in Abbildung 39 insofern

modifiziert sind, dass sie zwar noch immer in einem grünlichen Ton zu erkennen sind, allerdings nimmt die Bandbreite zwischen den einzelnen Farbtönen deutlich zu, was bedeutet, dass im Detail betrachtet, sehr viel weniger Flächen als uneingeschränkt günstig im Verhältnis der Baudichte zum Vegetationsanteil angesehen werden können.



Abb. 39: Detailvisualisierung der Analyse der Matrix Baudichte in %-Flächenanteil – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des nördlichen Ortskerns von Haßloch.

Eine etwas entspanntere Situation deutet sich bei der Betrachtung der Abbildung 40 an. Im Vergleich zum in Abbildung 39 dargestellten nördlichen Bereich von Haßloch zeigt sich für den Süden sehr auffällig, dass der Anteil risikobehafteter Gebiete deutlich zurückgeht und die vor allem in Gelb visualisierten Raster bzw. auch die hellgrünen stärker in den Vordergrund treten, was dafür spricht, dass sich das Verhältnis der Dichte der Bebauung zum Anteil der Vegetation aus lokalklimatischer Sicht zunehmend verbessert – vor allem die Bereich zwischen Sandgasse und Im Wachtelschlag, Müller-Thurgau-Straße und Gänsfüßerstraße sowie Otto-Hahn-Straße und Albert-Einstein-Straße, aber auch das gesamte Baugebiet Wehlache im Nordosten.

Rote Raster treten in Abbildung 40 lediglich, aber auch erwartungsgemäß, im Gewerbegebiet Süd und zunehmend entlang der Forst-, Lang- und Kirchgasse auf, je weiter es in Richtung Norden von Haßloch geht.



Abb. 40: Detailvisualisierung der Analyse der Matrix Baudichte in %-Flächenanteil – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des südlichen Ortskerns von Haßloch.

Vom Außenbereich Haßlochs einmal abgesehen, ist in dieser Darstellung sehr deutlich zu erkennen, dass es immer wieder lediglich die zwei Karree-Flächen Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer sowie Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse sind, die über einen größeren Bereich verfügen, der als siedlungsklimatisch unproblematisch angesehen werden kann. Besonders negativ zeigen sich in dieser Verhältnisbetrachtung nahezu alle Straßenzüge in diesem Ausschnitt Haßlochs, was darauf schließen lässt, dass der historisch gewachsene Ortskern aufgrund seiner Gebäudestruktur in den letzten Jahrzehnten nur wenig, z. B. straßenbegleitendes Grün, zugelassen hat. Ein Faktor, der gegenwärtig dafür Sorgen trägt, dass bei einer lokalklimatischen bzw. siedlungsökologischen Betrachtung von Haßloch viele Bereiche nicht gut abschneiden.

#### 4.4. Versickerungspotential innerhalb des Siedlungskörpers

Eine weitere Möglichkeit, die lokalklimatisch/ siedlungsökologischen Modifikationen der Gemeinde Haßloch darzustellen, ist eine Analyse des Versickerungspotentials als Matrix zwischen Versiegelung bzw. Bebauungsdichte, dem Vegetationsanteil und vor allem der Topographie.

Oftmals liegt bei Gemeinden der Schwerpunkt einer lokalklimatischen Begutachtung auf der Suche nach lokalen Hot-Spots der Überwärmung oder aber, sehr viel häufiger, auf der Problematik des lokalen Hochwassers, hervorgerufen durch Starkregenereignisse. Und obwohl das Auftreten beider aus stadtklimatologischer Sicht stark gegenseitig abhängig ist, werden diese in den meisten noch immer getrennt voneinander betrachtet bzw. nur eines von beiden. Bei einer genaueren Betrachtung der Räume, die als Risikoflächen für eine lokale Überwärmung klassifiziert werden, kann in den meisten Fällen bei einer Überlagerung mit Risikoflächen mit Bezug zu lokalen Hochwasserflächen festgestellt werden, dass es sehr häufig zu Überschneidungen beider Bereiche kommt.

Dies liegt nicht zuletzt daran, dass die meisten Räume, die prädestiniert sind für eine lokale Überwärmung, definiert sind durch Oberflächen, die stark versiegelt wurden. Räume, die wiederum im Rahmen eines Starkregenereignisses durch schnell auftretende Abflussspitzen meist überlastet werden, da das oberflächlich abfließende Wasser keine oder nur kaum eine Möglichkeit besitzt, in die größtenteils versiegelten Oberfläche zu infiltrieren. Meist bietet es sich an solchen Standorten an Synergieeffekte zu nutzen. Anpassungsmaßnahmen, die den Trend der lokalen Überwärmung vermindern, sorgen zumeist auch im Umkehrschluss dafür, dass der Abflussbeiwert der Oberflächen auch positiv zu einer Reduktion der Abflussgeschwindigkeit des Oberflächenwassers beitragen kann und zu einer temporären Zwischenspeicherung des Niederschlagswasser führt.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen der Betrachtung des Versickerungspotentials der Flächen im Siedlungsraum von Haßloch eine Bewertung durchgeführt, die eine initiale Aussage zum Versickerungsvermögen entsprechender Oberflächen ermöglicht.

Wichtig ist an dieser Stelle, dass die hierdurch verfassten Erkenntnisse nicht die Erstellung einer entsprechenden Hochwassergefahrenkarte ersetzen. Die Hinweise, die in der Folge betrachtet werden können, dienen im Rahmen der Hochwasservorsorge lediglich dazu, auf potentiell gefährdete Raster innerhalb von Haßloch aufmerksam zu machen, und gleichzeitig noch einmal auf das enge Geflecht der Abhängigkeiten verschiedener Teilsysteme (lokales Klima, Veränderung des Bodens durch Bebauung/ Versiegelung, Modifikation des Wasserhaushaltes) hinzuweisen.

Abbildung 41 ist das Ergebnis einer Abhängigkeitsbestimmung zwischen der Versiegelung/ Bebauung eines dargestellten Rasters mit dem entsprechenden Vegetationsanteil in ebendiesem, wiederum in Verbindung mit den topographischen Verhältnissen. Was nun in dieser Abbildung in einer ersten allgemeinen Gesamtansicht von Haßloch zu erkennen ist, sind Flächen bzw. Raster innerhalb des Siedlungskörpers, die aufgrund ihrer Struktur dazu neigen, dass dort Niederschlagswasser sehr gut bzw. gut vom Boden aufgenommen werden kann. Ebenso lassen sich Flächen bewerten, die, sollte der Boden zu großen Teilen nach länger anhaltendem Niederschlag gesättigt sein, die Möglichkeit haben das Wasser aufgrund nur geringer Geländeenergie nicht großflächig, oberflächlich abfließen zu lassen, sondern nach und nach aufzunehmen (dunkel- und hellgrüne Raster).

Dem gegenüber stehen die roten Raster, die aufgrund der dort vorherrschenden Versiegelungsgrade bzw. der Bebauungsdichte dem Niederschlagswasser keine oder nur kaum die Möglichkeit bieten in den Boden einzudringen und somit zwangsläufig als Oberflächenabfluss abgeführt werden. Ebenso werden mit den roten Rastern auch die Flächen identifiziert, die aufgrund der Neigung des Geländes potentiell Bereiche darstellen, auf die das oberflächlich abgeleitete Wasser strömen könnte, sollte die Kanalisation die z. B. bei einem Starkregenereignis in kürzester Zeit auftretenden großen Wassermassen nicht mehr aufnehmen können.

Besonders deutlich treten in diesem Zusammenhang die in Abbildung 41 als drei großen roten Rasterflächen zu verzeichnenden Gebiete im Gewerbegebiet Süd, die Flächen im Gewerbegebiet Nördlich des Bahndamms sowie der gesamte Raum südlich an die Bahnlinie von West (Otto-Dill-Straße) bis zur Raiffeisenstraße im Osten und nach Süd begrenzt durch die Ludwig- bzw. Dürerstraße, auf. Diese Bereiche von Haßloch sind bereits in den vorherigen Kapiteln immer wieder durch ihr erhöhtes bzw. vorhandenes lokales Überwärmungspotential auffällig geworden und im Falle eines Starkregenereignisses werden diese Flächen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund ihrer Struktur zu einem Risikoraum, da das Versickerungspotential auf ebendiesen Flächen nahezu nicht vorhanden ist.

Ähnliches gilt für den dritten Risikobereich, zentral im Ortskern von Haßloch. Wie eine „rote Spinne“ sitzt diese bildlich gesehen inmitten von Haßloch und offenbart mit der Kirchgasse und Brühl von Nord nach Süd sowie u. a. die Schillerstraße und an die im Norden querverlaufende Langgasse ein für Haßlocher Verhältnisse enorm großes Risikopotential im Rahmen der Versickerungsmöglichkeiten des Oberflächenwassers. Verschärft wird diese Situation noch dadurch, dass potentiell im Westen der Gemeinde oberflächlich abgeführtes Wasser z. B. über die Neustadter Straße, die Füllergasse und den Burgweg aufgrund der in Teilkapitel 4.1.1 erläuterten leichten Geländeneigung von den etwas höher gelegenen Flächen im Nordwesten in das Zentrum von Haßloch abgeführt werden könnten und sich dort sammeln.

Ein nicht mehr ganz so deutlich ausgeprägten vierten Bereich mit einem dennoch aber auch erhöht eingeschränkten Versickerungspotential findet sich im Osten zwischen Bismarckstraße, über die Pfaffengasse bis zur Langgasse im Süden.

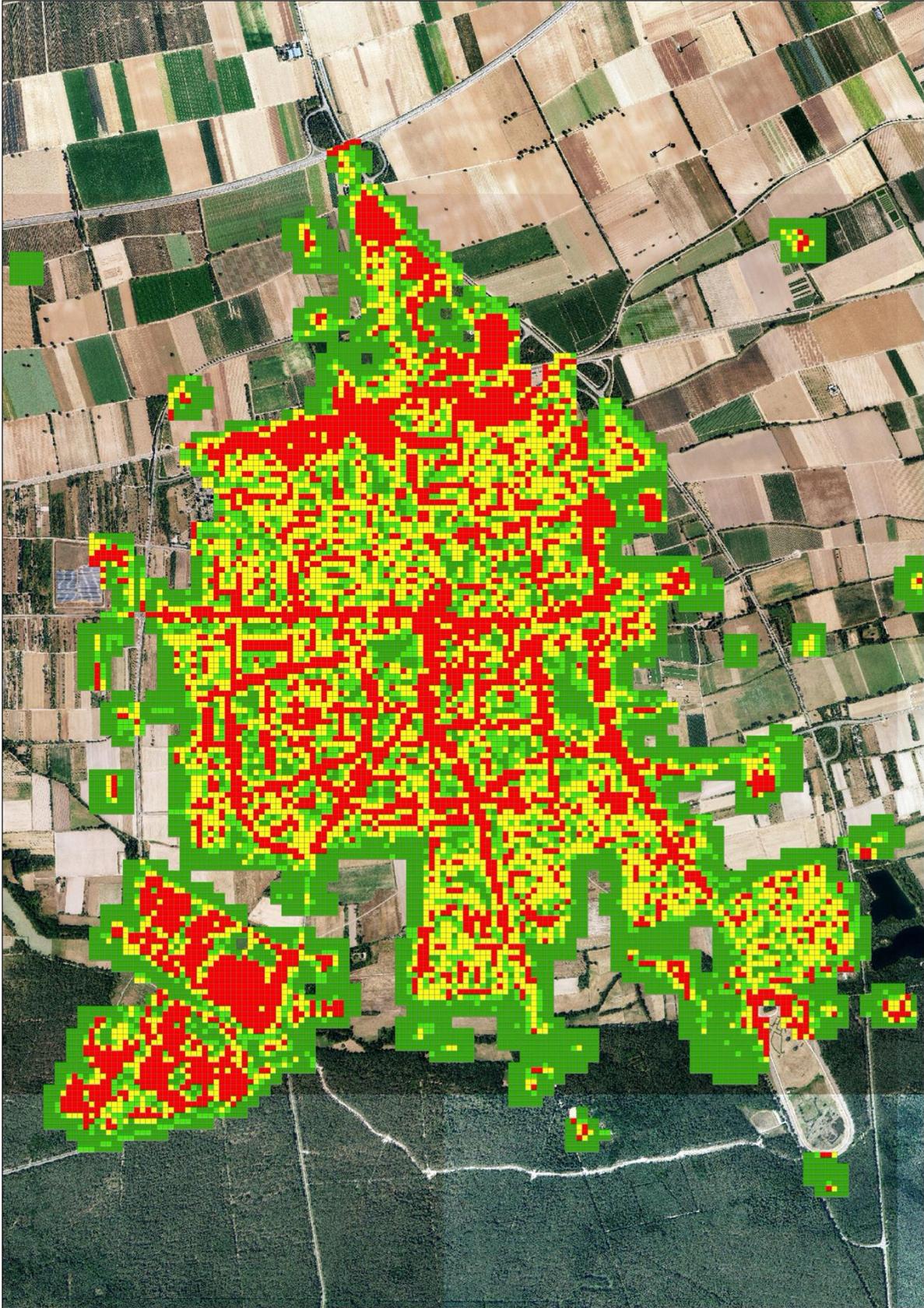


Abb. 41: Visualisierung der Analyse des Versickerungspotentials anhand der Matrix Topographie – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster).

Abbildung 41 legt aber auch deutlich die immer wieder innerhalb des Siedlungsbestandes auftretenden Flächen dar, die aufgrund ihrer „Offenheit“ dafür Sorge tragen, dass dort Wasser versickern respektive dort zwischengespeichert werden kann und einen möglichen Oberflächenabfluss reduzieren. Wie auch schon bei der rein lokalklimatischen Betrachtung der Überwärmung zeigen sich unter anderem die beiden Karees Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer bzw. Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse, aber auch andere Flächen, so z. B. im Bereich von Neue Gasse und Schäferwäldchen, die als große grüne Rasterflächen einen Gegenpart zu den roten Rastern bilden. Allerdings darf an dieser Stelle nicht vergessen werden, dass diese Flächen für eine Zwischenspeicherung von Oberflächenwasser von außen kommend nicht zur Verfügung stehen. Hier dreht sich nun das Bild aus Kapitel 4.3 um. Auf der einen Seite hat die über den Grünflächen gebildete kalte Luftmasse, aufgrund der sie umgebenden Bebauung keine Möglichkeit nach außen zu wirken. Im Falle des Oberflächenabflusses und der Nutzung des Versickerungspotentials dieser Grünfläche hat das von außen kommende Wasser keine Möglichkeit, dorthin abgeleitet zu werden.

Um einen etwas genaueren Blick auf Haßloch werfen zu können und vor allem, um die Situation in Abhängigkeit der bereits in Abbildung 41 offengelegten großen Anzahl an gelben Rasterflächen besser bewerten zu können, soll eine Detaildarstellung des Haßlocher Nordens (Abb. 42) bzw. des Südens (Abb. 43), die Gesamtsituation noch einmal etwas genauer darlegen.

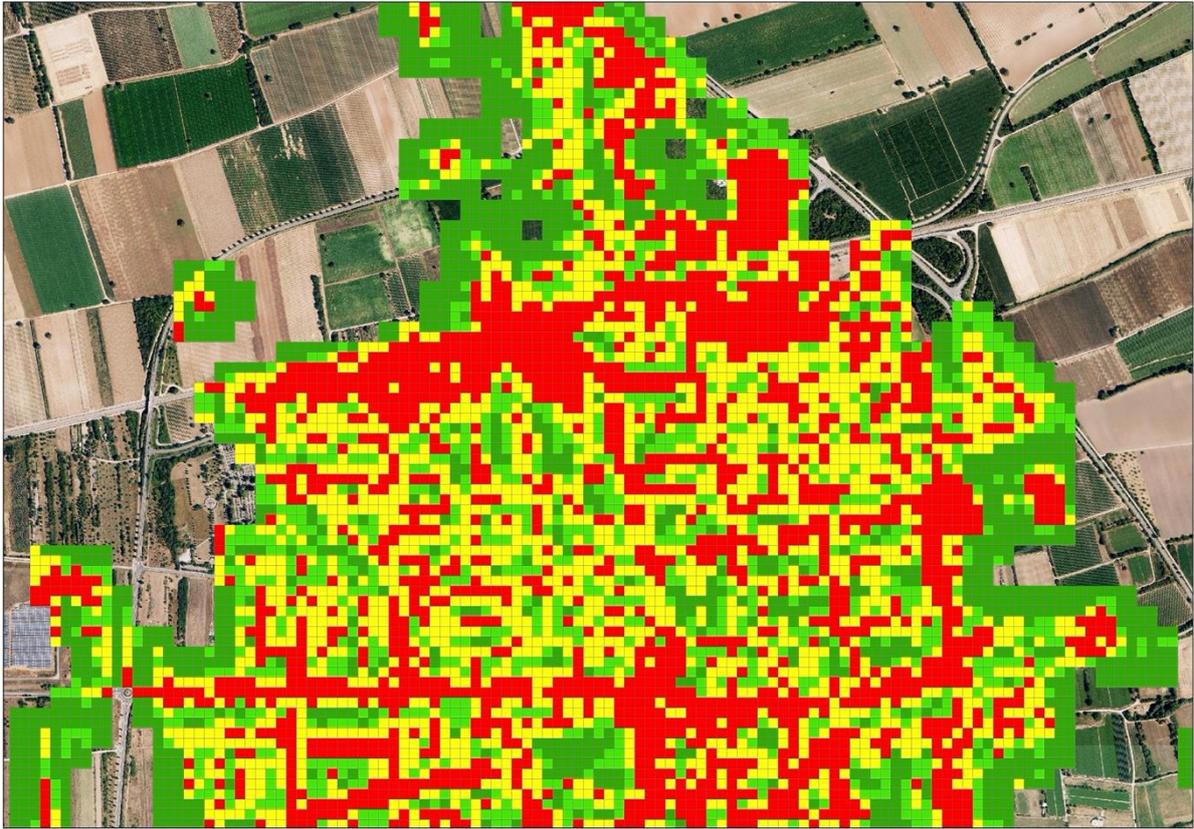


Abb. 42: Detailvisualisierung der Analyse des Versickerungspotentials anhand der Matrix Topographie – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des nördlichen Ortskerns von Haßloch.

Abbildung 42 offenbart noch einmal deutlich vor allem die Dimension, die die roten Raster bzw. Risikoflächen im nördlichen Teil von Haßloch einnehmen. Dabei wird ebenso sichtbar, dass vor allem die Neustadter Straße und die Füllergasse doch noch stärker als Risikofläche auszumachen sind, als das in der allgemeinen Darstellung von Abbildung 41 ersichtlich war – was wiederum die Möglichkeit des Oberflächenabflusses von Nordwest ins Zentrum (Langgasse – Rathausplatz – Schillerstraße) untermauert. Was aber auch noch einmal deutlicher in Erscheinung tritt ist der hohe Anteil gelber Rasterflächen, die letztendlich einen erneuten Hinweis auf die sehr enge Bebauungsstruktur bzw. den Versiegelungsgrad von Haßloch geben. In diesem Fall symbolisieren sie aber keinen, wie mit Blick auf die lokale Überwärmung interpretierten Übergangsbereich, sondern weisen eher darauf hin, dass die Gefahr eines Hochwasserereignisse aufgrund eines Starkregens als durchaus hoch einzuschätzen ist. Dies liegt daran, dass große Teile im Norden von Haßloch durch einen mittleren bis hohen Versiegelungsgrad charakterisiert sind und so potentiell zu einer Verschlechterung der Situation vor Ort, bei einem kurzen, aber intensiven Niederschlag beitragen können.

An dieser Stelle kommt Haßloch jedoch möglicherweise das geringe Relief des gesamten Areals zugute, da zwar, wie bereits angemerkt, ein Abfluss von Nordwest nach Ost generiert

werden könnte, die abgeführten Wassermassen aber nicht mit einer sehr hohen Abflussgeschwindigkeit strömen dürften. Auch die Bereiche, in denen das Wasser aufgestaut werden könnte, dürften vergleichsweise gering ausfallen. Dies kann aber, wie bereits zu Beginn erwähnt, mit Sicherheit nur durch ein entsprechendes Fachgutachten aus dem Bereich des Hochwasserschutzes bzw. der Siedlungswasserwirtschaft verifiziert werden.

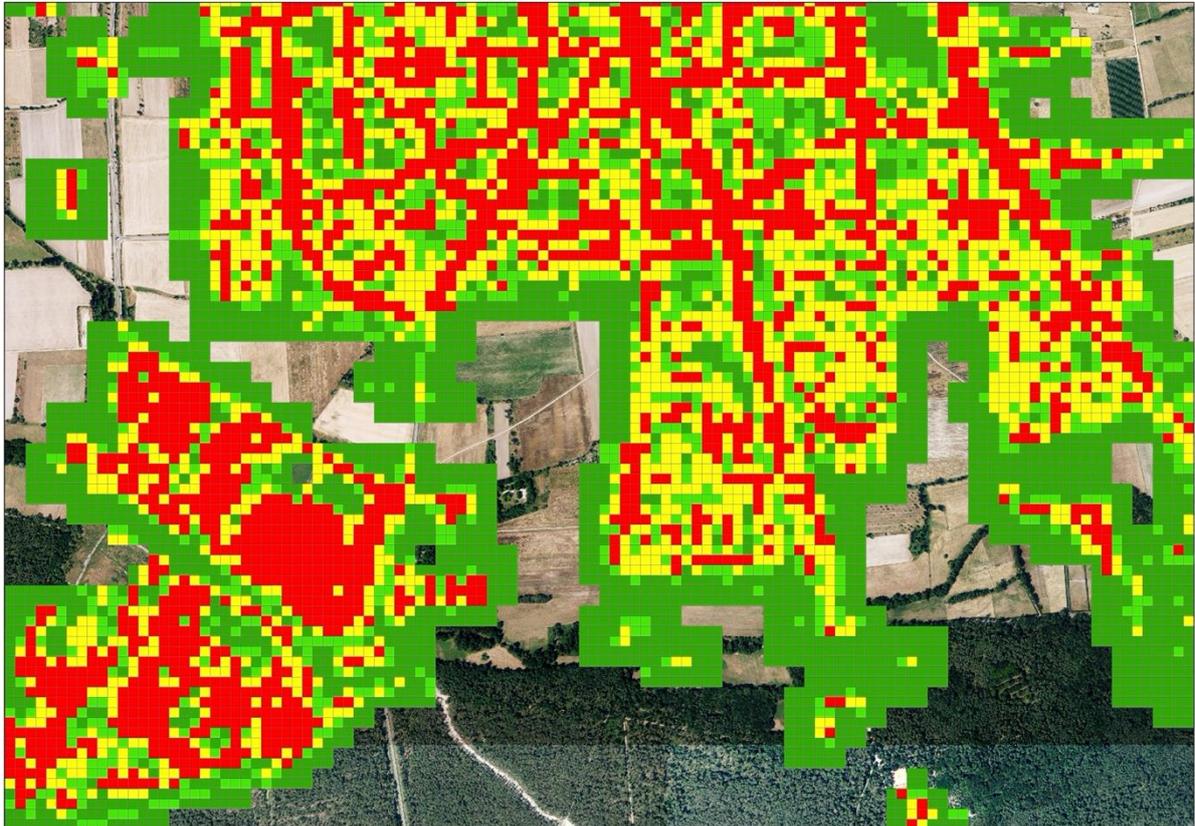


Abb. 43: Detailvisualisierung der Analyse des Versickerungspotentials anhand der Matrix Topographie – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des südlichen Ortskerns von Haßloch.

Ein vergleichbares Bild zeigt sich mit Blick auf den Süden von Haßloch in Abbildung 43. Auch hier wird die allgemeinere Darstellung aus Abbildung 41 etwas relativiert, da die Situation in einer anderen Maßstabsebene nun auch für den Süden offenbart, dass dort nicht nur der in Abbildung 41 erkennbare zentrale Bereich von Haßloch als „Hot Spot“ eines nicht vorhandenen Versickerungspotentials zu verzeichnen ist, sondern ebenso auch der Burgweg, der Lachener Weg, die Kirchgasse sowie die Rennbahnstraße bzw. die Forstgasse mit ihren angrenzenden Nebenstraßen (z. B. Schmähgasse, Schäferwäldchen), die kein wirkliches Versickerungspotential zu bieten haben.

Allerdings ist es durchaus möglich, dass im Süden der Druck eines oberflächlich abgeleiteten Niederschlagswassers über die eben genannten Straßen hin zum Zentrum deutlich geringer ausfällt, als im nördlichen Bereich der Abbildung 42, da es von Süd nach Nord kein ausgeprägtes Gefälle zu verzeichnen gibt. Vor allem für die Rennbahnstraße – Forstgasse kann

dies von Vorteil sein, da das Oberflächenwasser über u. a. die Lindenstraße, den Iggelheimer Weg oder die Weisengasse nach Osten in freiere Flächen abgeleitet wird.

## **4.5. Mobile In-situ-Messungen**

### **4.5.1. Profilmessfahrt nach Sonnenuntergang**

Die in den vorherigen Teilkapiteln dargestellten Ergebnisse der lokalklimatischen Bewertung des Standortes Haßloch finden ihre Bestätigung in den Ergebnissen zweier Profilmessfahrten, die im September 2020 vom Deutschen Wetterdienst (DWD) im Gemeindegebiet von Haßloch durchgeführt wurden. Wie für solche lokalklimatischen In-situ-Messungen üblich, hat der DWD zur Umsetzung der Messfahrten eine sog. autochthone Wetterlage ausgewählt. Dies bedeutet, dass die Wetterverhältnisse zum Zeitpunkt der Profilmessfahrten charakterisiert wurden durch einen wolkenarmen bis wolkenlosen Himmel, sowohl am Tag als auch in der Nacht, mit durchweg Windgeschwindigkeiten von  $v < 1,5 \text{ ms}^{-1}$ . Dies gewährleistet, dass es nur zu einer äußerst geringen Durchmischung der bodennahen Luftschichten kommt. Somit herrschte ein sog. Strahlungswetter vor, das gewährleistete, dass am Tag eine hohe solare Einstrahlung, in der Nacht jedoch eine starke Ausstrahlung der Erdoberflächen dafür sorgt, dass sehr gut lokale thermische Unterschiede sowohl innerhalb als auch außerhalb des Siedlungsraumes aufgrund der unterschiedlichen physikalischen Bodeneigenschaften generiert werden, sodass lokale Lufttemperaturdifferenzen besonders gut erfasst werden können.

Die in Abbildung 44 dargestellten Messergebnisse der ersten Messfahrt am 13.09.2020 wurden in der Zeit nach Sonnenuntergang (20.40 Uhr bis 21.51 Uhr; MESZ) ermittelt. Deutlich ist zu erkennen, dass rund eine Stunde nach Sonnenuntergang die geringsten Lufttemperaturen von ca.  $17^{\circ}\text{C}$  in den Bereichen erfasst wurden, die durch Grün- und Freiflächen sowie Baumbestände dominiert sind – so z. B. an der Westendstraße, im Kreuzungsbereich mit der Moltkestraße und der Neustadter Straße. Ein vergleichbares Temperaturgeschehen findet sich am Ortsausgang Richtung Süden im Bereich des Landwehrgrabens und des Krummen Grabens mit den umliegenden landwirtschaftlich geprägten Gebieten, ebenso am Rehbach in Verbindung mit den südlich angrenzenden Waldflächen des Haßlocher Waldes. Markant ist auch der kühlere Abschnitt östlich zwischen dem Feldgraben und dem Sendlingraben. Auch hier zeigt sich wieder der direkte Einfluss unversiegelter, freier Flächen auf die bodennahe Lufttemperatur. Deutlich hervor tritt auch das Areal am Rande der Bebauung Rieslingstraße – Neumühlweg. Wiederum ist der Zusammenhang zwischen geringeren Lufttemperaturen und potentiell klimaaktiven freien (Grün-)Flächen zu erkennen.

Diese Erkenntnis deckt sich mit dem bereits im Teilkapitel 4.2 erwähnten Potential an Grün- und Freiflächen, das Haßloch im Außenbereich zu bieten hat und macht noch einmal sehr eindrucksvoll klar, wie groß die thermischen Unterschiede zwischen versiegelten und unversiegelten Flächen sein können.

In den dichter bebauten und versiegelten Räumen von Haßloch waren nach Sonnenuntergang vielfach noch Lufttemperaturen von  $> 22^{\circ}\text{C}$  zu verzeichnen, was innerhalb des Gemeindegebietes eine mit rund 5 bis 6 Kelvin deutliche Differenz zwischen den bebauten und unbebauten Arealen wiedergibt.

Recht deutlich äußert sich ein solcher Lufttemperaturgradient auf einem vergleichsweise kurzen Stück der Messroute entlang des Lachener Weges. Der Bereich des Landwehrgrabens, in der Nähe des Badeparks, zeigt sich mit rund  $19^{\circ}\text{C}$  eher kühl, wohingegen mit einsetzender Bebauung an der Ecke Uhlandstraße bereits  $21^{\circ}\text{C}$  registriert werden, die sich zur Kreuzung mit der Rotkreuzstraße bis auf  $23^{\circ}\text{C}$  steigert. Dementsprechend treten auf einer Entfernung von knapp 700 m Lufttemperaturdifferenzen bis zu 4 Kelvin auf. Die Stadtklimatologie spricht in einem solchen Fall von einem „Temperaturcliff“ – dies ist dann der Fall, wenn der Temperatursprung beim Übergang vom Umland hinein in den Siedlungsraum besonders markant ausfällt.

Dieser kühlende Einfluss von begrünten oder freien Flächen tritt in Abbildung 44 noch ein weiteres Mal auf – abschnittsweise entlang der Moltkestraße und der Neustadter Straße jeweils von West in östlicher Richtung. Auch hier ist auf relativ kurzer Distanz eine Lufttemperaturdifferenz von bis zu 4 Kelvin nachweisbar.

Bereits an diesen Beispielen des Temperatursprungs vom Außenbereich nach Haßloch hinein entlang des Lachener Weges, der Moltke Straße und der Neustadter Straße wird der in Teilkapitel 4.1.2 angesprochene Punkt eindrucksvoll und bestätigend visualisiert. Der vorhandene, kühle Einfluss der Grün- und Freiflächen geht binnen kürzester Zeit/ Distanz mit zunehmendem Bebauungs- bzw. Versiegelungsgrad verloren und gibt bereits hier, am Beispiel der Stunden direkt nach dem Sonnenuntergang, einen wichtigen Hinweis darauf, dass in den weiteren Nachtstunden mit einem ähnlichen Effekt gerechnet werden muss, wenn, wie in Teilkapitel 4.1.2 beschrieben, potentiell kühlere Luftmassen aus dem Umland über die drei eben genannten Straßen nach Haßloch fließen können und sich dort vergleichsweise rasch erwärmen.

Die bereits angedeutete Problematik des Risikos einer sich sehr stark ausbildenden lokalen Überwärmung vor allem des zentralen Bereichs von Haßloch geben die in der Abbildung 44 dargelegten orangenen und roten Transekten entlang der in den vorherigen Teilkapiteln 4.3 immer wieder genannten Schillerstraße, Kirchgasse, Pfarrgasse Langgasse und Forstgasse wieder. Zusätzlich findet die vorherige Analyse auch darin Bestätigung, dass die beiden großen innenliegenden Frei- bzw. Grünflächen Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer sowie Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse keinerlei Wirkung auf die direkt anschließende Nachbarschaft haben. Dies wird vor allem entlang der Pfarrgasse sowie der Kirchgasse, Ohliggasse und der Schießmauer besonders deutlich, da dort die mitunter höchsten Lufttemperaturen in Haßloch erreicht werden, nur wenige Meter von der Grünfläche entfernt.

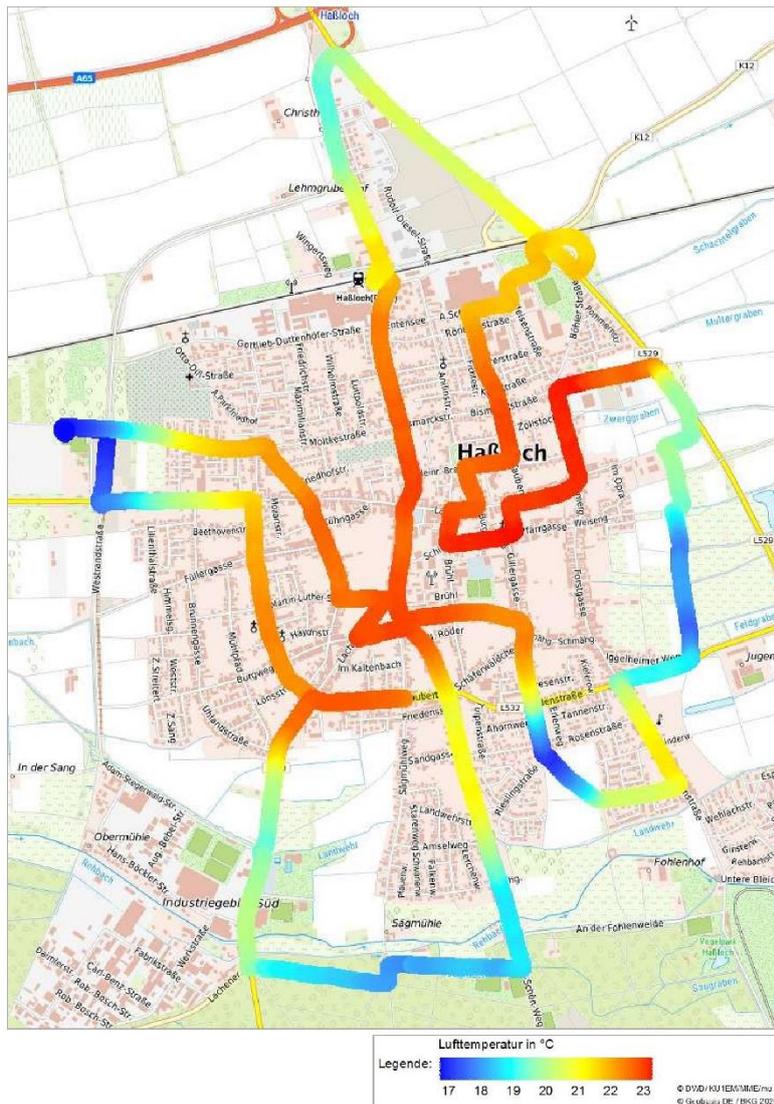


Abb. 44: Profilmessfahrt des Deutschen Wetterdienst durch das Siedlungsgebiet von Haßloch, 13.09.2020, 20:40 Uhr - 21:51 Uhr (MESZ).

#### 4.5.2. Profilmessfahrten vor Sonnenaufgang

Die zweite Profilmessfahrt wurde kurz vor Sonnenaufgang (dieser Jahreszeit um 07:00 Uhr MEZS) am 14.09.2020 von 05:34 Uhr bis 06:34 Uhr (MESZ) durchgeführt. Sehr gut zu erkennen ist, dass die Lufttemperaturdifferenzen nahezu genauso deutlich ausfallen wie während der ersten Messfahrt. Wiederum treten Differenzen von rund 5 Kelvin auf – ca. 16°C in den dichter bebauten Bereichen und rund 11°C im Außenbereich (s. Abb. 45). Hier zeigt sich der bereits beschriebene Wärmespeichereffekt der künstlichen Baumaterialien. Obwohl seit geraumer Zeit keine Sonne mehr zur Erwärmung der Oberflächen zur Verfügung steht, geben ebendiese Materialien noch immer Wärme an die bodennahe Luftschicht ab und sorgen so für lokale nächtliche Temperaturmodifikationen.

Die geringsten Lufttemperaturen lassen sich erwartungsgemäß, vergleichbar der Profilmessfahrt nach Sonnenuntergang, entlang bzw. unter Einfluss der Grün- und Freiflächen

im Osten, Süden und Westen von Haßloch erfassen. Auch die bereits erwähnte Freifläche am Rande der Bebauung Rieslingstraße – Neumühlweg weist eine stark abkühlende Wirkung auf.

Die blau hinterlegten Streckenabschnitte bilden wiederum eine sehr gute Grundlage bzw. Bestätigung für die Analyse bzw. Aussage im Teilkapitel 4.1.2. Wie vermutet sind diese Bereiche nicht nur direkt nach Sonnenuntergang kühler als die angrenzende Bebauung, auch weisen sie das Potential zur Kaltluftproduktion auf. Bestätigt werden auch die in Teilkapitel 4.1.2 vermuteten Ventilationsbahnen u. a. entlang des Lachener Weges, der Neustadter Straße und der Moltke Straße. Am Beispiel der Moltke Straße wird der in Abbildung 26 beschriebene Effekt, dass dort die kühleren Luftmassen auf West etwas weiter in die Bebauung eindringen könnten, besonders deutlich.

Wie bereits kurz nach Sonnenuntergang ersichtlich (s. Abb. 44) kommt es auch in der zweiten Nachthälfte zu einem Temperatursprung zwischen dem vom Umland beeinflussten Bereich und den bereits versiegelten/ bebauten Siedlungsflächen, was wiederum die Vermutung bestätigt, dass potentiell abfließende kalte Luftmassen zwar die Möglichkeit besitzen in den Siedlungsraum vorzudringen, aber nach vergleichsweise kurzer Distanz schon nicht mehr zu einer Abkühlung der Oberflächen respektive der bodennahen Luftschicht beitragen. Augenscheinlich ist dies am Lachener Weg sowie an der Neustadter Straße bzw. der Moltke Straße.

Einzig die Freifläche zwischen Rieslingstraße – Rosenstraße – Marie-Juchacz-Straße kann als unmittelbar wirksame klimaaktive Fläche hinein in den Bestand beschrieben werden, denn ebendiese weist einen deutlichen lokalen Einfluss auf die Umgebung auf. Dieses Areal sollte demnach bei einer potentiellen Neuplanung oder Umwidmung der Fläche auf jeden Fall weiterführend mikroklimatisch untersucht werden, um hier nicht eine potentielle Kaltluftproduktionsfläche und/ oder Ventilationsbahn zu zerstören.

Die wiederum in der zweiten Nachthälfte auftretenden starken Lufttemperaturgradienten vom Außen- in den Innenbereich von Haßloch erreichen Werte von bis zu 4 Kelvin auf Distanzen von 600 bis 900 m und belegen somit eine grundsätzlich hohe Klimaaktivität (Kaltluftproduktion/ Kaltluftansammlung) der Umlandsflächen – bestätigen jedoch leider auch die bereits dargelegte Problematik der gering kühlenden Wirkung hinein in den Bestand aufgrund der abflusshemmenden Wirkung durch die Bebauung bzw. die Wärmeaufnahme der kalten Luftmassen beim Überstreichen der versiegelten Flächen.

Die höchsten Lufttemperaturen der zweiten Nachthälfte finden sich u. a. im Bereich der Schillerstraße und weiter östlich rund um die Lang- und Pfaffengasse, aber auch die Kirchgasse und die Bahnhofsstraße sind davon nicht ausgenommen und sind erneut auf die vor Ort dichte Bebauung mit vielfach versiegelten Flächen zurückzuführen. Gerade dieses Beispiel der Pfaffengasse bestätigt ein weiteres Mal die in Teilkapitel 4.1.1 angesprochene Reliefenergie. Die nach Osten hin geneigten Flächen verhindern einen Kaltluftfluss aus den offenen Freiflächen, u. a. zwischen Sendlin- und Feldgraben, nach Westen hinein in die angrenzende Bebauung.

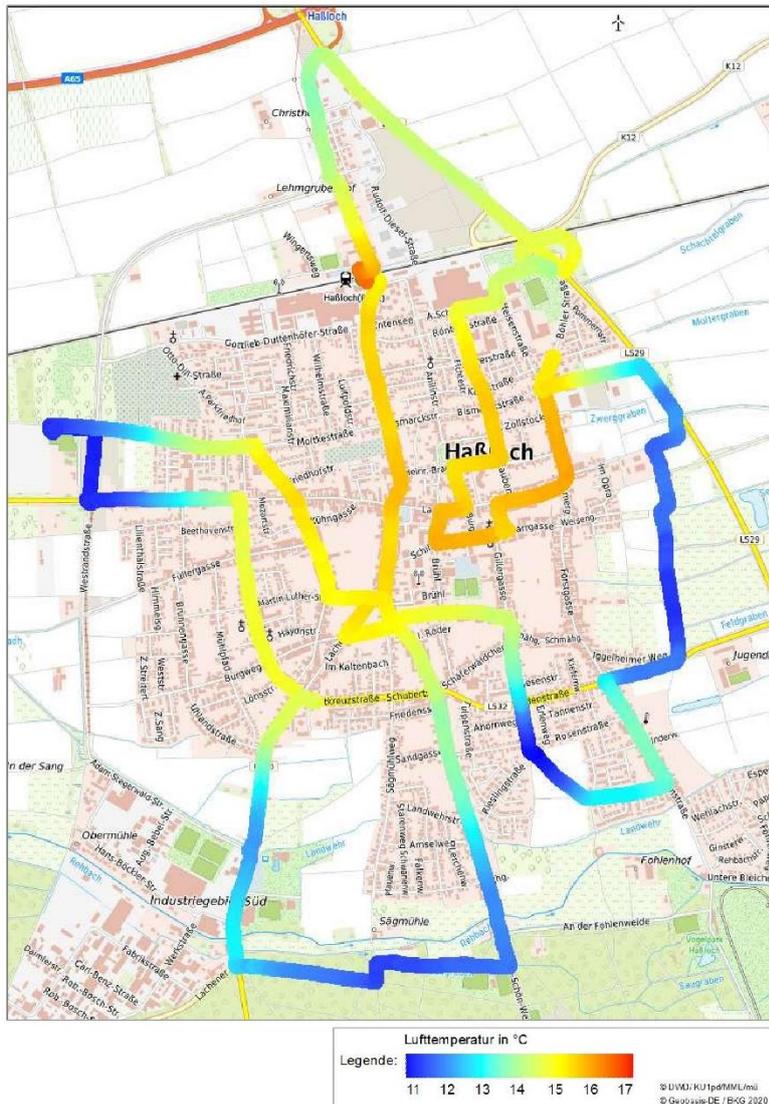


Abb. 45: Abb. 45: Profilmessfahrt des Deutschen Wetterdienst durch das Siedlungsgebiet von Haßloch, 14.09.2020, 05:34 Uhr - 06:34 Uhr (MESZ).

Rückblickend betrachtet zeigt sich bei dem Vergleich der Ergebnisse der „Matrix-Methode“ und durch den Deutschen Wetterdienst durchgeführten Profilmessfahrten eine mehr als deutliche Übereinstimmung, vor allem der in den Teilkapiteln 4.1 bis 4.3 dargelegten, erkennbaren Problematik, was wiederum die Wahl und den Einsatz der Methode rechtfertigt.

Für beide Erfassungsmethoden zeigt sich eindrucksvoll der Einfluss der unterschiedlichen Landnutzungs-, Bbauungs- bzw. Versiegelungsstrukturen auf das Temperaturniveau der bodennahen Luftschicht. Durch die entsprechende Färbung der Rasterflächen als Risikogebiete zur lokalen Überwärmung, aber auch zur Kaltluftproduktion ausgewiesene Räume, offenbaren auf Grundlage der In-situ-Messfahrten sehr gut den verifizierbaren lokalklimatischen Unterschied zwischen Frei- und Grünflächen, Waldflächen sowie den landwirtschaftlich genutzten Räumen und den dichter bebauten, versiegelten Nutzungsräumen im gesamten, vor allem aber im zentralen Siedlungskörper von Haßloch.

Wie bereits einleitend erwähnt treten die Unterschiede der unterschiedlichen Nutzungsflächen während entsprechender autochthoner Wetterlagen verstärkt in der Zeit zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang auf und könnten, sollte ein Transport kühlerer Luftmassen in den Bestand der Wohnbebauung erfolgen, eine Minderung der lokalen Wärmebelastung bewirken – was jedoch mit Bezug auf die dargestellten Ergebnisse in Abbildung 44 und 45 sowie den Teilkapiteln 4.1 bis 4.3 in der Gemeinde Haßloch nur, wenn überhaupt bedingt der Fall sein dürfte.

Wiederum wird hierin bestätigt, dass bei zukünftigen Planungen die bestehenden klimaaktiven Flächen im Außenbereich bzw. direkt an die bestehende Bebauung angrenzend sowie potentielle Ventilationsbahnen in ihrer Funktion möglichst zu erhalten sind. Zusammen mit den DWD-Messfahrten werden die ausgewiesenen Ergebnisse der „Matrix-Methode“ untermauert, mit dem eindeutigen Hinweis für detaillierte Planungsempfehlungen die entsprechenden Räume punktuell nochmals genauer lokalklimatisch zu betrachten.

#### **4.6. Gesamtsiedlungsklimatische Betrachtung der Gemeinde Haßloch**

Basierend auf dem in Kapitel 3.2 vorgestellten Verfahren der „Matrix-Methode“ und den in den Kapiteln 3.3 aufgezeigten und durchgeführten Berechnungen soll nun abschließend eine Gesamtbetrachtung der lokalklimatisch/ siedlungsökologischen Bewertung für das Gemeindegebiet von Haßloch vorgestellt werden. Die in den folgenden Abbildungen dargelegte Auswertung beruht auf der Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. dem Potential einer Entwicklung einer lokalen Überwärmung. Konkret bedeutet dies, dass die Grenzen für die Kategorisierung der einzelnen Raster im Siedlungsgebiet so gewählt wurden, dass das entsprechende Raster als rote Risikofläche visualisiert wird, wenn alle im Vorfeld berechneten und in den Teilkapiteln vorgestellten Matrizen für das entsprechende Raster mindestens „schlecht (-)“ sind. Sollte eine der Matrizen „sehr schlecht (--“ ausgewiesen worden sein, könnte eine andere Matrizze an der Stelle durchaus als „neutral (gelb)“ bewertet sein, wird dann jedoch in diesem Fall durch das schlechte Ergebnis überlagert. Für die grünen Raster der Potentialflächen entsprechend ist die Grundlage die Bewertung „gut (+)“ bzw. „sehr gut (++)“ (s. dazu auch Tab. 5).

Für die Darstellung der Nutzungen außerhalb des Siedlungsrasters wurde eine leicht transparente Darstellung gewählt, da es ansonsten zu Überschneidungen bei der Farbgebung innerhalb des Siedlungskörpers bzw. entlang der Randbereiche gekommen wäre. Für die angestrebte Betrachtung der siedlungsklimatischen Gesamtsituation in Haßloch ist der Außenbereich jedoch, wie bereits in Teilkapitel 4.2.1 und 4.2.2 vorgestellt, als durchweg gut bis sehr gut zu bezeichnen – auch wenn einzelne Solitärflächen im Außenbereich versiegelt sind.

Mit Blick auf Abbildung 46 zeigt sich eine erste allgemeine lokalklimatische Bewertung des Siedlungskörpers von Haßloch. Farblich dargestellt sind die Raster, die die Aussage treffen wie

stark die entsprechenden Flächen der Eintrittswahrscheinlichkeit ausgesetzt sind, dass ebendiese von einer lokalen Überwärmung betroffen sein werden (rote Raster) bzw. gegenwärtig aufgrund ihrer Charakteristik als nicht gefährdet interpretiert werden können (grüne Raster) oder auch die gelben Raster, die als Übergangszone klassifiziert sind und somit weder einen deutlich negativen, noch einen starken positiven lokalklimatischen Effekt aufweisen und als neutral zu bezeichnen wären.

Was in den Teilkapiteln 4.1 bis 4.5 immer wieder deutlich wurde, zeigt sich auch in der Gesamtdarstellung der Abbildung 46 – Haßloch weist durch seinen dorfähnlichen, vor allem historisch gewachsenen Ortskern, eine sehr enge Bebauungsstruktur auf, die sich darin äußert, dass im Innenbereich einem ersten Anschein nach, die gelben Raster mit einer lokalklimatisch neutralen Definition dominieren. Dies besagt primär, dass diese Flächen nicht zwingend überwärmungsgefährdet sind und nicht zwingend die siedlungsklimatische Situation nachhaltig verschlechtern. Gleichzeitig besagen sie aber auch, dass diese Flächen ebenso wenig als lokalklimatische Gunsträume zu bezeichnen sind, ergo auch nicht stellvertretend sein können für eine eher positiv zu bewertende mikroklimatische Situation. Vielmehr weisen die gelben Raster auf die bereits mehrfach thematisierte Problematik der teilweise hohen Teil- bis Vollversiegelung hin, im Vergleich zu den Flächen, die als Frei- bzw. Grünflächen zu bezeichnen sind (grüne Raster). Die Bereiche der gelben Raster gilt es daher, in Bezug zur gewählten Maßnahme vor Ort, genauer zu betrachten, um konkret entscheiden zu können welche lokalklimatischen Anpassungen diesen Raum positiv beeinflussen bzw. weiterbringen können.

In der Gesamtbetrachtung fallen zwar die als rote „Hot-Spot-Raster“ zu bezeichnenden Bereiche flächenmäßig etwas kleiner aus – im Vergleich zu einigen Detailrastern in den vorherigen Teilkapiteln – allerdings ist davon auszugehen, dass die umliegenden gelben Rasterflächen stärker zu einer Überwärmung als zu einer ausgleichenden Funktion tendieren. Schwerpunkte einer eindeutigen Risikobewertung sind die drei nördlichen Flächen (Gottlieb-Duttenhöfer-Straße – Bahnhofstraße, Anilinstraße – Am Schachtelgraben und Fritz-Karl-Henkel-Straße) sowie im Gewerbegebiet Süd der Bereich August-Bebel-Straße – Hans-Böckler-Straße.

Aus humanbiometeorologischer Sicht ist allerdings auch die in Kapitel 4.4 als „rote Spinne“ bezeichnete Fläche im Ortskern von Haßloch wiederzuerkennen, dort wo ein großer Teil der Bevölkerung von Haßloch wohnt oder sich zumindest über Tag für diverse Tätigkeiten aufhält. Der Bereich um den Rathausplatz sowie der zentrale Verlauf der Langgasse, die nördliche Kirchgasse, Am Jahnplatz, die südliche Bahnhofstraße und die Schillerstraße sind als eindeutige lokalklimatische Risikoflächen zu identifizieren. Dort muss sowohl am Tage, vor allem aber in der Nacht mit Temperaturmodifikationen gerechnet werden, die aus gesundheitlicher Sicht nicht als vorteilhaft zu bezeichnen sind. Eine genauere Betrachtung wird sich in der Folge noch in den Abbildungen 47 und 48 anschließen.

Tatsächlich große oder größere grüne Raster finden sich in der Gesamtbetrachtung Haßlochs auf den ersten Blick vergleichsweise wenige. Einzig die beiden immer wieder erwähnten

Karreeflächen Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer und Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse sind erneut zu erkennen. Deren lokalklimatische Problematik wurde aber zuvor bereits beschrieben. Augenfällig ist in diesem Zusammenhang, dass der gerade im Teilkapitel 4.1 aufgezeigte „grüne Charakter“ Haßlochs teilweise im Rahmen der Gesamtbewertung verloren geht, da viele der Grünflächen u. a. in Innenhöfen, aber auch kleinere Frei- und Grünflächen innerhalb des Bestandes, aufgrund ihrer Lage und Wirksamkeit auf ihre Umgebung nicht als 100%ig klimarelevant im positiven Sinne bezeichnet werden können. Sehr auffällig ist dies z. B. am Beispiel des Parkfriedhofes.

Dem gegenüber zeigt sich aber der Einfluss der grünen und freien Flächen an der Westseite des Gewerbegebietes Nördlich des Bahndamms. Dort ist aufgrund der Gesamtbewertung aller Faktoren eine deutlich bessere Entwicklung zu erwarten – auch aufgrund der Reliefierung – als dies nach dem ersten Eindruck der Darstellung in Kapitel 4.3 der Fall war.

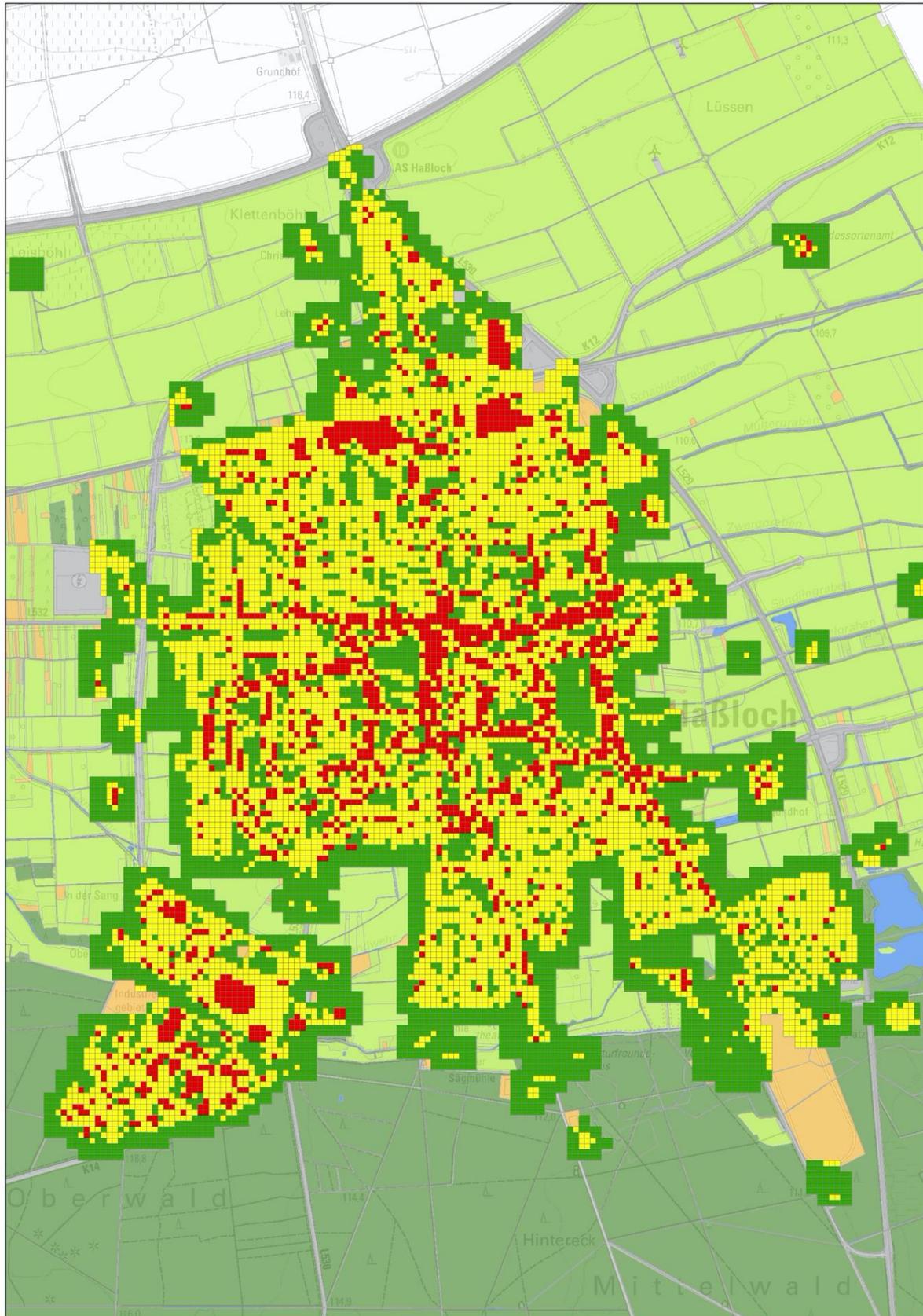


Abb. 46: Visualisierung der Analyse und Bewertung der gesamtsiedlungsklimatischen Situation am Beispiel der lokalen Überwärmung auf Grundlage der „Matrix-Methode“ und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster).

Abbildung 47 bietet für den nördlichen Bereich der Gemeinde Haßloch noch einmal einen etwas detaillierteren Einblick in die Gesamtbewertung des Standortes. Etwas einfacher lassen sich hier noch einmal die drei größeren, nördlichen roten Rasterflächen ausmachen (Gottlieb-Duttenhöfer-Straße – Bahnhofstraße, Anilinstraße – Am Schachtelgraben und Fritz-Karl-Henkel-Straße), gleichzeitig aber auch das gerade eben erwähnte, deutlich geringer als erwartet ausfallende, Ergebnis für den Bereich der Westflanke des Gewerbegebietes Nördlich des Bahndamms.

Nur wenige grüne Raster, vor allem größere, sind im Norden zu verzeichnen. Nahezu das gesamte Teilgebiet wird dominiert durch gelbe Raster, die die bereits oben beschriebene Situation nochmals deutlich machen. Die Bebauungsstruktur lässt keine durchweg positive Bewertung dieses Raumes zu – zu hoch ist der Anteil an versiegelten Flächen bzw. die gewachsene Ortsstruktur lässt aus lokalklimatischer Sicht gegenwärtig im Bestand nicht viel siedlungsklimatisch Positives zu. Dies kann aber sicherlich als Ansatzpunkt dafür genutzt werden, um sich generell an der einen oder anderen Stelle Gedanken darüber zu machen, wie klimaangepasste Maßnahmen lokal eingesetzt werden könnten. Mit solchen Maßnahmen kann sicherlich nicht jedes gelbe Raster sofort auf grün „geschaltet“ werden. Jedoch ist es möglich, diese Flächen insoweit positiv zu beeinflussen, dass sie nicht im Laufe der nächsten Jahre eher zu einer Risikoflächen tendieren.

Grundsätzlich kann die lokalklimatische Situation im nördlichen Teilbereich von Haßloch als noch neutral bezeichnet werden – zumindest zwischen Gottlieb-Duttenhöfer-Straße (im Norden) und der Langgasse (Zentral). Auch wenn dort die gelben Raster dominieren, finden sich auch immer wieder grüne Felder und der Anteil an risikogefährdeten roten Rastern ist, außerhalb der eben genannten drei größeren Felder, gering.

Das Bild ändert sich jedoch komplett, sobald die Langgasse erreicht wird. Hier zeigen sich der Ortskern und die aus ihm herausführenden Straßenzüge als lokalklimatische Problembereiche. Hier dominieren die roten Rasterflächen – auch wenn diese am Karree Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer – kurzfristig unterbrochen werden.

Ganz eindeutig muss davon ausgegangen werden, dass der komplette Verlauf der Langgasse, die östliche Füllergasse, die Ohliggasse, die Rösselgasse, der Burggraben, die Kirchgasse, die Alte Schulstraße, der Rathausplatz, Am Jahnplatz, die Leo-Loeb-Straße, Brühl, Im Rebental und die Schillerstraße aus lokalklimatischer Sicht als hoch gefährdete Risikoflächen im Rahmen einer lokalen Überwärmung zu bezeichnen sind. Ähnliches gilt östlich vom Zentrum für die Krämergasse, die Forstgasse und die Pfaffengasse. Dort muss aus humanbiometeorologischer Sicht bereits heute, vor allem aber mit Blick auf den rezenten Klimawandel, davon ausgegangen werden, dass es zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen wird. Hier ist ein dringender Handlungsbedarf innerhalb des Bestandes aufgezeigt!

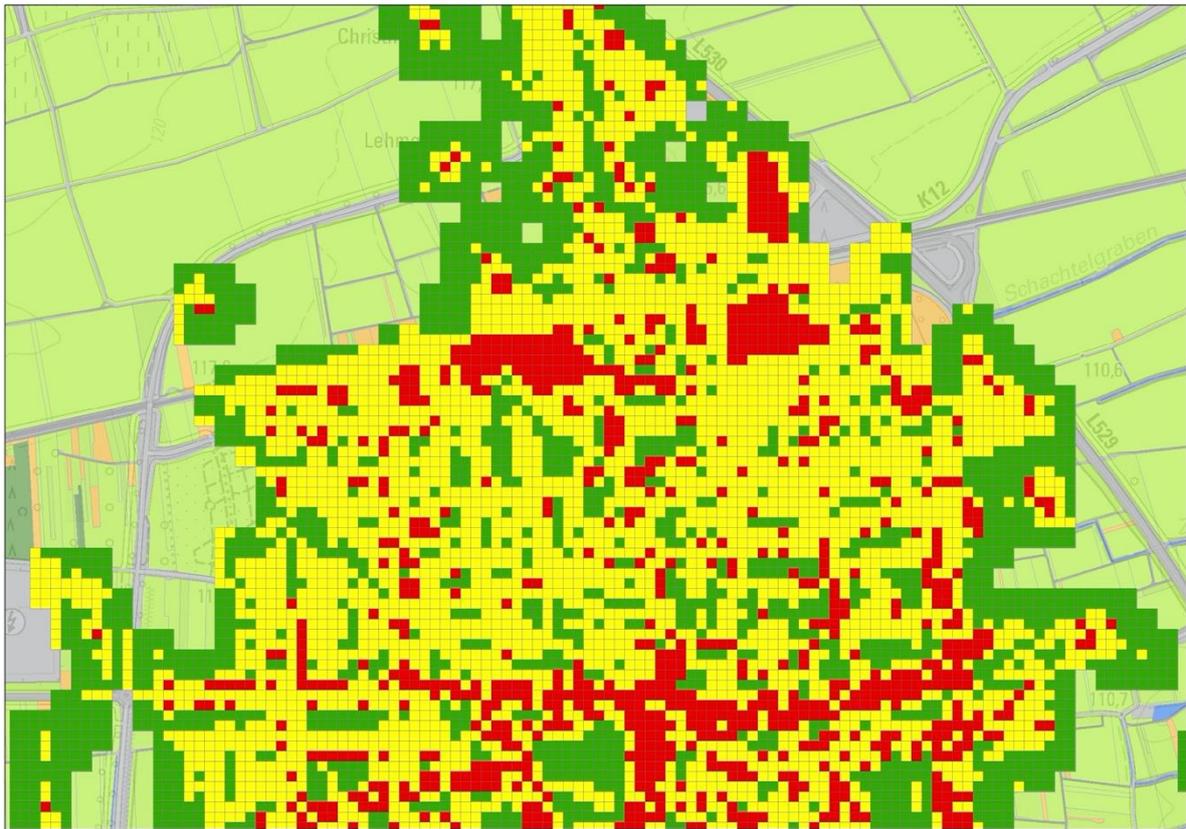


Abb. 47: Detailvisualisierung der Analyse und Bewertung der gesamtiedlungsklimatischen Situation am Beispiel der lokalen Überwärmung auf Grundlage der „Matrix-Methode“ und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des nördlichen Ortskerns von Hasloch.

Die eben für Abbildung 47 etwas drastischere dargelegte Bewertung für den nördlichen bzw. den zentralen Bereich von Hasloch schließt sich in Abbildung 48 erst einmal an, denn auch hier zeigen die Straßenführungen des östlichen Burgweges, der Neugasse, dem Kaiserpfad, dem Schäferwäldchen sowie den am östlichen Ortsrand gelegenen Übergang von der Forstgasse zur Rennbahnstraße wiederum die Problematik einer großen Anzahl an roten Rastern.

Insgesamt wird im südlichen Teilbereich von Hasloch die Thematik der potentiell überwärmungsgefährdeten Räume etwas relativiert, da im Vergleich zum Norden deutlich mehr und vor allem auch größere grüne Rasterflächen verzeichnet werden können – die jedoch den negativen Charakter der rot dargestellten Flächen nicht nachhaltig verbessern. Vor allem die Bereiche Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse, aber auch Neugasse – Kaiserpfad – Schäferwäldchen weisen große, positiv zu bewertende grüne Flächen auf, werden aber durch die entsprechend genannten Straßenzüge (rote Raster) umschlossen und stehen nicht zur allgemeinen Verbesserung der Vor-Ort-Situation zur Verfügung.

Einzig die beiden Wohngebiete Wehlache und der Bereich zwischen der Sandgasse im Norden sowie Im Wachtelschlag im Süden fallen durch eine weniger negativ zu bewertende

Rasterverteilung auf und profitieren zumindest in den Randlagen von der Außenwirkung der Grün-, Frei- und Waldflächen.

Das Gewerbegebiet Süd besticht wiederum durch einen hohen Anteil an überwärmungsgefährdeten roten Rasterflächen. Aufgrund der Tatsache, dass sich dort über Tag mehr Personen aufhalten als in der Nacht wären diese Flächen eher, in Anlehnung an Kapitel 4.4, ein Risikobereich in Bezug zu Hochwasserereignissen im Zuge von Starkregenereignissen, was jedoch die gesundheitliche Belastung, hervorgerufen durch lokale Temperaturmodifikationen, nicht schmälern soll.

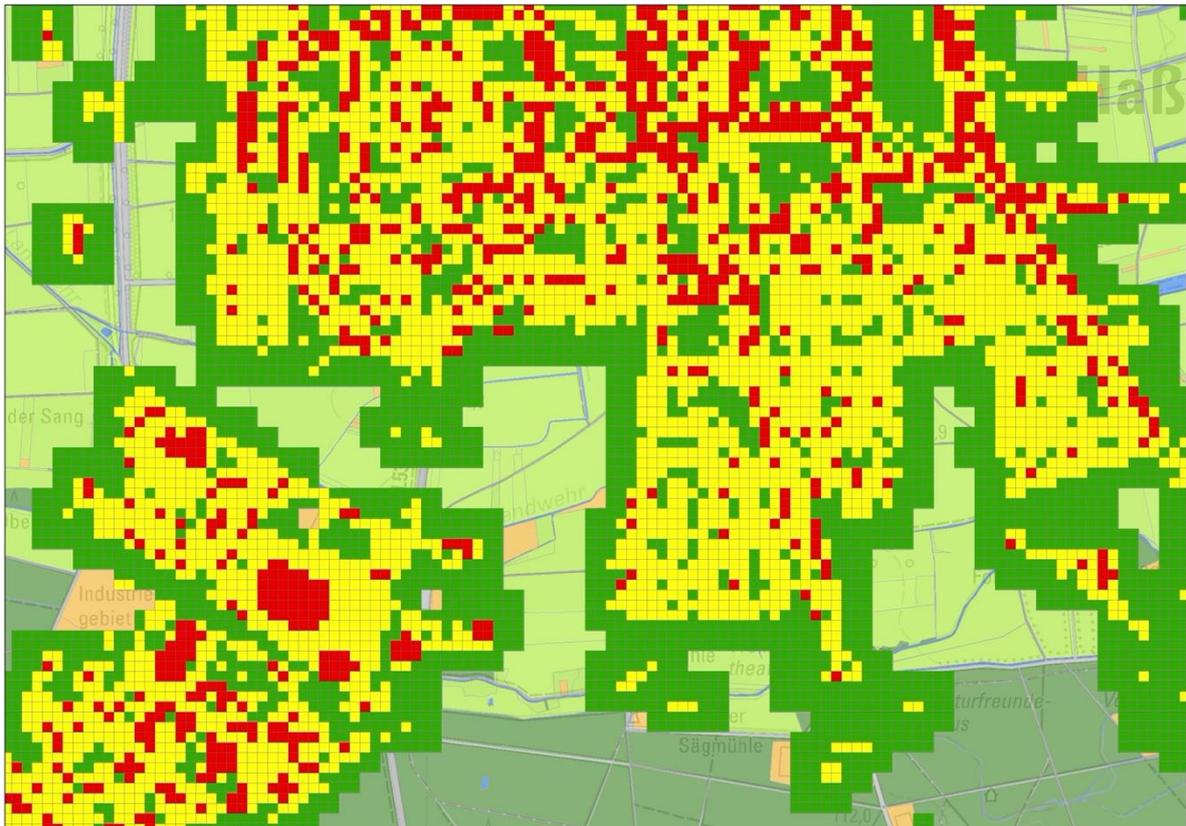


Abb. 48: Detailvisualisierung der Analyse und Bewertung der gesamtsiedlungsklimatischen Situation am Beispiel der lokalen Überwärmung auf Grundlage der „Matrix-Methode“ und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des südlichen Ortskerns von Haßloch.

## 5. Empfehlungen für ein lokale Klimaanpassungsmaßnahmen

Wie bereits in den vorhergehenden Teilkapiteln des Kapitels 4 erwähnt, können „einfache und kostengünstige“ wirksame Maßnahmen zur Minderung der lokalen Überwärmung verdichteter Siedlungsräume u. a. der Erhalt bzw. die Schaffung von Grün- und Freiflächen sein. Im Sinne des Baugesetzbuches sollte entsprechend auf den Grundsatz „Innen- vor Außenentwicklung“ geachtet werden, bevor im Außenbereich an den Randbereichen des Ortes angrenzende Freiflächen in die Planung einbezogen werden, die noch nicht hinreichend auf ihre Klimaaktivität bzw. lokalklimatische Wirkung in diesem Raum untersucht wurden.

Die Schaffung von Grün- und Freiflächen kann mitunter auch durch z. B. den Rückbau und die Entsiegelung von Grundstücksflächen im Rahmen der Verringerung der Bebauungsfläche ermöglicht werden. Lokale klimaverbessernde Wirkungen für den unmittelbaren Lebensraum gehen auch von kleinen Grünflächen (Pocket Parks) oder einzelnen Bäumen bzw. Baumgruppen aus, durch u. a. einen gezielten Einsatz straßenbegleitenden Grüns entlang überwärmungsgefährdeter Straßenzüge. Solch einen Verschattungseffekt in „Straßenschluchten“ gilt es ebenso auf Plätzen, an Gebäuden, sowie durch Innen- bzw. Hinterhofbegrünung zu nutzen, gleichzeitig aber auch die blaue Infrastruktur in Form von innerstädtischen Wasserflächen zu fördern. Zudem sollten ungenutzte Potenzialflächen für vor allem Dach-, aber auch Fassadenbegrünung in den gestalterischen Fokus genommen werden, um diese in die Planung aufzunehmen.

### *Konkret bedeutet dies für die Gemeinde Haßloch:*

Haßloch bietet ein enormes Potential an Grün-, Frei- und landwirtschaftlich genutzten Flächen im Westen, Norden und Süden des Gemeindegebietes sowie den Haßlocher Wald im Süden. Allen Flächen kann und muss eine entsprechende Klimawirksamkeit zugesprochen werden, die in Abhängigkeit des Bewuchses, der Bodenbeschaffenheit, des Wasserhaushaltes und vor allem der jeweiligen Nutzung unterschiedlich stark ausfallen kann. Somit offeriert die „inselartige“ Siedlungsstruktur von Haßloch inmitten der wenig überprägten Flächen die Möglichkeit sowohl an Kaltluftabflüssen als auch an Flurwinden zu partizipieren.

Leider hat sich während der Betrachtung der lokalklimatischen Begebenheit, in Zusammenspiel mit der Topographie und der Bebauung ergeben, dass die lokalklimatisch günstige Situation dadurch reduziert wird, dass die Wirkung der zum Siedlungskörper gerichteten potentiellen kalten Luftströmungen sehr bald nach dem Erreichen des Siedlungsrandbereiches von Haßloch verloren geht. Vor allem im Westen zeigt sich die blockierende/ aufstauende Hinderniswirkung der Westrandstraße gegenüber der Fließrichtung aus West bzw. Nordnordwest.

Sehr viel gravierender ist aber die enge Bebauungsstruktur und der hohe Versiegelungsgrad. Ersterer bewirkt eine deutlich erkennbare Hinderniswirkung gegenüber den vom Umland anströmenden Luftmassen, der hohe Versiegelungsgrad sorgt weiterführend für eine schnelle

Erwärmung der bodennahen kalten Luft, sollte sie es schaffen in den Siedlungskörper vorzudringen.

Jedoch allein diese Erkenntnis, dass es sich im Umland von Haßloch um eine eindeutige Potentialfläche zur Produktion von Kaltluft handelt, sollte aus lokalklimatischer Sicht in der heutigen Zeit sehr viel deutlicher mit in die Ebene der Bauleitplanung eingebunden werden. Dies bedeutet ganz konkret, dass, auch wenn wie vor allem im Teilkapitel 4.1.2 dargestellt, an verschiedenen Standorten am Ortsrand von Haßloch der kalte Luftstrom scheinbar zum Erliegen kommt, nicht auf eine genauere mikroklimatische Begutachtung verzichtet werden darf, da die genaue Wirkung der Kaltluft, wie bereits erwähnt, nicht mit der „Matrix-Methode“ eingeschätzt werden kann. Doch alleine die Tatsache, dass kalte Luft fließen könnte und gleichzeitig zudem auch die Möglichkeit hätte, wenn auch nur über kurze Distanzen, in den Siedlungsraum vorzudringen, macht eine genauere Analyse vor einer entsprechenden Planung im Außenbereich/ Ortsrand von Nöten.

Dies gilt vor allem für die Außenbereiche von Haßloch, die von der leichten Reliefenergie des Raumes profitieren – hier vor allem der Südwesten, Westen und Nordwesten. Dort ist neben einem möglicherweise leichten gravitativen Kaltluftabfluss auf jeden Fall in den sommerlichen Nachtstunden mit einem Flurwind zu rechnen – und ebendiese potentiellen Strömungen sollten auf gar keinen Fall durch lokalklimatisch ungeprüfte/ vorgeprüfte Planungen zunichte gemacht werden.

Möglicherweise bietet sich der Außenbereich im Osten von Haßloch primär für eine Überplanung am Ortsrand an, da, wie in Teilkapitel 4.1.1 dargelegt, die potentiellen bodennahen kalten Luftmassen eher nach Ost in Richtung Böhl-Iggelheim abfließen dürften. Dies bedeutet jedoch nicht, dass entsprechende lokalklimatischen Untersuchungen in diesem Bereich zu unterlassen sind. Lediglich die aus lokalklimatischer Sicht mögliche Umsetzung erscheint in diesem Bereich als wahrscheinlicher.

Aus heutiger Sicht sollte sehr stark darauf geachtet werden, würde sich die Gemeinde dafür entscheiden, Flächen im Außenbereich bzw. an den Ortsrandlagen zu überplanen, dass bereits die entsprechenden städtebaulichen Entwürfe respektive die daraus entstehenden Bebauungspläne eindeutig klimaanpasst sind und die lokalklimatischen Grundlagen und Begebenheiten des Standortes in ausreichendem Maße berücksichtigen.

Darauf aufbauend, dass sich möglicherweise zeigt, dass sich der Gemeinde Haßloch nur wenige Möglichkeiten ergeben im Außenbereich bzw. an den Randlagen u. a. neuen Wohnraum oder Flächen für Gewerbe und Industrie zu generieren, sollte in Anlehnung an die Prämisse „Innen- vor Außenentwicklung“ dringend geklärt werden, wie u. a. mit den laut aktuellem Flächennutzungsplan von Haßloch betitelten Flächen für Gemeinbedarf im Innenbereich umgegangen werden soll. Immer wieder hat sich in den Detailanalysen, aber auch bei der Gesamtbewertung von Haßloch gezeigt (s. Abb. 46), dass vor allem die als Karreeflächen bezeichneten Bereiche Ohliggasse – Kühngasse – Langgasse – Kirchgasse – Schießmauer sowie Gillergasse – Pfarrgasse – Forstgasse – Schmähgasse einen

lokalklimatischen Gunstraum beschreiben, die allerdings gegenwärtig nicht in Nutzung bzw. in einer gegebenen Überplanung sind. Unabhängig davon, ob eine mögliche Wohnnutzung oder auch Freizeitnutzung angestrebt werden, so bieten diese Flächen ein enormes Potential aus lokalklimatischer Sicht eine klimaanpasste Planung dort aufzunehmen und somit den Innenbereich entsprechend klimatisch aufzuwerten. Natürlich müssen im Rahmen einer solchen Planung im Vorfeld diverse Punkte wie z. B. Besitzverhältnisse oder auch Zuwegung geklärt werden, aber sowohl die klimaangepasste Wohnnutzung als auch die Schaffung eines im Bestand befindlichen Rückzugsraumes in Form größerer Grünflächen, oder aber auch die Synergie aus beidem, offeriert der Gemeinde die Möglichkeit, diesen Raum sinnvoll zu nutzen. Ähnliches gilt auch für weitere Gemeinbedarfsflächen – lediglich nur für einen kleineren Wirkungsbereich aufgrund der geringeren Flächenangebote (hier möglicherweise als Potentialfläche für einen Pocket Park oder ähnliches; s. dazu Teilkapitel 5.1).

Zur Schaffung neuer Wohnbauflächen im Innenbereich unter der Berücksichtigung einer nachhaltigen Ortsentwicklung bei gleichzeitig schonendem Umgang mit Grund und Boden sollten dementsprechende Bebauungskonzepte erstellt werden. Ziel sollte es sein, den Flächenverbrauch des aus lokalklimatischer Sicht schützenswerten Außenbereiches möglichst gering zu halten und gleichzeitig die vorhandenen Bauflächen innerorts auszuschöpfen. Eine solche Nachverdichtung birgt natürlich Vor-, aber auch Nachteile, die gegeneinander abgewogen werden müssen. Jedoch kann im Rahmen einer klimaangepassten Planung eine Nachverdichtung, wie in den beiden eben erwähnten Flächen durchaus in Betracht gezogen werden – nicht zuletzt auch in Verbindung mit § 34 Abs. 1 BauGB, der im Rahmen einer Konzepterstellung für ein solches einzelnes Vorhaben dafür Sorge trägt, dass die Nachverdichtung die Eigenart der Umgebung aufgreift und so nicht der städtebauliche Charakter des Quartiers verloren geht.

Grundsätzlich gilt es aber, und dies haben zuletzt die Abbildungen 46 bis 48 noch einmal deutlich offengelegt, dass Haßloch einen zu geringen Anteil an Grün im Innenbereich aufzuweisen hat. Aufgrund der Bebauungsstruktur zeigen viele Innenhöfe, die zum Teil bereits begrünt sind und den Anwohnern aus humanbiometeorologischer Sicht einen Rückzugsraum bieten, dass sie im wahrsten Sinne des Wortes vom überwärmten Straßenraum abgetrennt sind. Hier würde sich im Rahmen einer „Sensibilisierungskampagne“ anbieten, noch mehr Bewohner von Haßloch dafür zu begeistern ihre Innenhöfe zu begrünen respektive Stein-/ und Schottergärten als richtige Gärten ökologisch und klimatologisch umzugestalten. Auf entsprechende Fördermaßnahmen gilt es in diesem Zusammen aufmerksam zu machen.

Auch sollte eindeutig in Erwägung gezogen werden, noch stärker auf die Begrünung des Straßenraumes zu achten. Was vor allem in der Gesamtbetrachtung in Kapitel 4.6 noch einmal ganz deutlich zum Tragen kam war die Tatsache, dass vor allem die Straßenzüge ein enormes Überwärmungspotential aufweisen und so natürlich auch die dortigen Anwohner ebendiesem ausgesetzt sind. Dies gilt es durch gezielte Baumpflanzungen zu reduzieren und gleichzeitig den Synergieeffekt im Rahmen der Problematik des Starkregens zu nutzen, dadurch dass die Bäume über das Interzeptionswasser eine Verringerung des Abflusses, vor allem aber eine

verzögerte Weitergabe des Niederschlagswasser bewirken und so die Abflussspitzen reduzieren können.

Gleichzeitig gilt es, ähnlich wie für die Innenhofbegrünung, die Dach- und Fassadenbegrünung neu zu denken. Alle Städte und Gemeinden offenbaren eine große Fülle an Reserveflächen, die vor allem für sowohl extensive als auch intensive (Dach)Begrünung zur Verfügung stehen, sowohl öffentliche als auch private Räume. Dies kann sowohl im Bestand als auch bei Neuplanung mitgedacht werden, und sorgt vor allem in Siedlungsräumen mit einer engen Bebauungsstruktur für eine lokalklimatisch verbesserte Anpassung an die Verhältnisse vor Ort.

Welche Möglichkeiten in diesem Zusammenhang bestehen werden in Teilkapitel 5.1 noch einmal näher dargelegt.

### 5.1 Optimierungsmöglichkeiten im Vorgriff einer Neuplanung/ Planung im Bestand

Unabhängig davon, ob eine Neuplanung im Innen- oder Außenbereich von Haßloch zur Diskussion steht bzw. umgesetzt werden soll, gilt es vor und während der Erstellung des Bebauungsplanes darauf zu achten, dass auf dieser Planungsebene entsprechende Klimaanpassungsmaßnahmen über den städtebaulichen Entwurf eingebracht und schließlich im B-Plan festgesetzt sowie konkretisiert werden.

Die nachfolgende Tabelle 6 weist in Anlehnung an Kapitel 2.4 nochmals eine Zusammenstellung allgemeiner Festsetzungsmöglichkeiten in Bebauungsplänen anhand des Festsetzungskatalogs des § 9 BauGB aus, die einen Bezug zur Anpassung an den Klimawandel beinhalten. Hierfür werden jedoch nur die Nummern der Paragraphen mit unmittelbarem mikro- bzw. lokalklimatischem Bezug aufgelistet, deren Regelungsgegenstand von besonderer Bedeutung ist und konkret auch für den Faktor der lokalen Überwärmung in Haßloch von Belang sind:

Tab. 6: Zusammenstellung der Festsetzungsmöglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen des Klimawandels (verändert nach Baugesetzbuch 2021).

Maßnahmenbereich	Regelungsgegenstand
Bauliche Nutzung allgemein (Art und Maß)	Festsetzung von Gebäudeausrichtung, Höhe u. a. § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB
Begrenzung der Verdichtung und Versiegelung zur Vermeidung von Überwärmung	Maß der baulichen Dichte, Grundflächenzahlen, § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB
	Bauweise, überbaubare und nicht überbaubare Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen, § 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB
	Festsetzung von vom Bauordnungsrecht abweichenden Maßen der Tiefe der Abstandsflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 2a BauGB
	Festsetzung der Mindestmaße von Baugrundstücken, § 9 Abs. 1 Nr. 3 BauGB

	<p>Flächen für Nebenanlagen, die auf Grund anderer Vorschriften für die Nutzung von Grundstücken erforderlich sind [...], § 9 Abs. 1 Nr. 4 BauGB</p> <hr/> <p>Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind und ihre Nutzung, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB</p>
Freihalten von Luftleitbahnen, Kaltluftentstehungsflächen	<p>Durchlüftungsoptimierte Stellung baulicher Anlagen, § 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB</p> <hr/> <p>Festsetzung von Flächen, die von Bebauung freizuhalten sind und ihre Nutzung, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB</p> <hr/> <p>Festsetzung öffentlicher und privater Grünflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB</p> <hr/> <p>Festsetzung von Wasserflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB</p> <hr/> <p>Festsetzung von Flächen für die Land- und Forstwirtschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 18 lit. a und lit. b BauGB</p> <hr/> <p>Festsetzung von Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB</p>
Verbesserung des Kleinklimas und Verminderung der Erwärmung	<p>Schattenspendende Elemente im öffentlichen Raum durch Festsetzung von Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung, § 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB</p> <hr/> <p>Pflanzgebote und Bindungen für Bepflanzungen, die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern, Dach- und Fassadenbegrünung, sonstigen Bepflanzungen und Gewässern, § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB i.V.m. § 1a BauGB</p> <hr/> <p>Festsetzung von Fassadenmaterial, Fassadenfarbe etc. durch Gestaltungssatzungen</p>
Schutzflächen	<p>Grünflächen, Wasserflächen, Flächen für Land- und Forstwirtschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB</p> <hr/> <p>Versorgungsflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 12 BauGB</p>
Festsetzen von Versorgungsflächen zur Klimaanpassung (bspw. Standortsteuerung um hochwassersicher zu planen oder für geeigneten Objektschutz Sorge zu tragen) und Versorgungsleitungen	<p>Versorgungsflächen, einschließlich der Flächen für Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft- Wärme-Kopplung, § 9 Abs. 1 Nr. 12 und 13 BauGB</p>
Lokalklimatische Bedeutung der Fläche	<p>Begründung des Bebauungsplans zu den betreffenden Flächen, § 9 Abs. 8 BauGB</p>
Naturgefahrenvorsorge	<p>Flächen mit Gefährdungspotential durch Naturgewalten (Überschwemmung, Steinschlag), § 9 Abs. 5 Nr. 1 BauGB</p>
Verbesserung bzw. Ermöglichung der Versickerung	<p>Entgegenwirken von Oberflächenabfluss bei Starkregen, § 9 Abs. 1 Nr. 4 BauGB</p> <hr/> <p>Schadensresistente Nutzung, ggf. multifunktional für Notentwässerung in hochwassergefährdeten Bereichen planen, § 9 Abs. 1 Nr. 5 BauGB</p> <hr/> <p>Nutzungszwecke von Flächen (Parkplätze, Freiflächen, Grünflächen, etc.) zur Speicherung von Extremniederschlägen, § 9 Abs. 1 Nr. 9 BauGB</p>

	Freihaltung von Flächen, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB
	Festsetzen von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (einschließlich Notwasserwege), § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB
Hochwasserschutz und Regelung des Niederschlagsabflusses	Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung, § 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB Festsetzung von Flächen für Hochwasserschutzanlagen und Regelung des Wasserabflusses, § 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB
Überschwemmungsgebiete, Fachplanerische Festlegungen	Nachrichtliche Übernahme aus der Wasserwirtschaft, § 9 Abs. 6a S. 1 und 2 BauGB

Die in Tabelle 6 dargelegten Festsetzungen zur Klimaanpassung sind sicherlich nicht flächendeckend auf das gesamte Untersuchungsgebiet von Haßloch gleichermaßen anwendbar. Dennoch sollten diese enthaltenen Festsetzungsmöglichkeiten verschiedener Maßnahmen zu einer Optimierung beitragen können.

Im Folgenden werden einige planerische Handlungsstrategien aufgezeigt, die zur Minderung der Temperaturextreme des lokalen Klimas dienen können bzw. die Überwärmungstendenzen positiv beeinflussen – sowohl bei den bereits angesprochenen Neuplanungen als auch bei Anpassungen im aktuellen Bestand.

Nicht zuletzt könnten städtebauliche Verträge nach § 11 BauGB zur klimagerechten Stadtentwicklung eingesetzt werden. Die Errichtung und Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder der Kraft-Wärme-Kopplung sowie die energetische Qualität von Gebäuden sind spätestens seit der Klimaschutznovelle 2011 explizit als mögliche, vertragliche Regelungsgegenstände benannt (§ 11 Abs. 1 Nr. 4 und 5 BauGB). Neben diesen vorwiegend energetischen Regelungen besteht durch § 11 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 BauGB die Möglichkeit durch sogenannte Maßnahmenverträge, in der Form von Bauplanungsverträgen, Klimaanpassungsmaßnahmen zu treffen.

### *Anpassung baulicher Strukturen*

Eine Möglichkeit für klimaangepasste Neuplanungen eröffnet sich durch die Anpassung der baulichen Strukturen bezüglich der Dichte, Gebäudestellung, Gebäudeform und Gebäudevolumen. Das Maß der baulichen Nutzung könnte gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i.V.m. § 17 Abs. 1 BauNVO z. B. für ein allgemeines Wohngebiet mit einer GRZ von 0,4 festgesetzt werden. Eine weitere Reduzierung der GRZ wäre unter ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten vermutlich nur bedingt vertretbar. Ebenfalls ist eine zusätzliche signifikante klimatische Verbesserung hierdurch entstehender Frei- und Grünflächen zu bezweifeln. Dahingehend wäre eine Änderung einer avisierten Bauweise gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB

denkbar, da so zusätzlich Einzel- und Doppelhäuser unter mikroklimatischen Aspekten (z. B. kleineres AV-Verhältnis) angebracht wären. Ebenso sollte es keine Festsetzungen geben, die u. a. vorspringende Gebäudeteile für zulässig erklären. Auch sollte die Gebäudestellung festgeschrieben werden. Für die Installation von Photovoltaikanlagen ist eine Südausrichtung der Gebäude mit maximaler Südwest-Südost Abweichung von 30° empfehlenswert.

#### *Erhöhung der Albedo (Reflexionsvermögen der Oberfläche)*

Das Potential zur Erhöhung der Albedo von Dächern, Fassaden und befestigten (Ober)Flächen durch den Einsatz heller Materialien (= höhere Reflektion der solaren Einstrahlung) ist immer gegeben und stellt eine verhältnismäßig einfache und meist kostengünstige Klimaanpassungsmaßnahme dar. Ein Steigern der Albedo verringert die Absorption der solaren Einstrahlung und bedingt ein geringeres Aufheizen der Oberflächen. Dieser Effekt wirkt vor allem der lokalen nächtlichen Überwärmung entgegen, da nachts die in den Materialien zwischengespeicherte Wärme zeitverzögert an die bodennahe Luftschicht abgegeben wird und diese erwärmt. Somit generiert eine geringere Strahlungsabsorption auch eine reduzierte Wärmeabgabe. Auf der Planungsebene des Bebauungsplanes könnte u. a. textlich die Nutzung heller Materialien für Verkehrsflächen festgesetzt werden. Eine solche Maßnahme zur Veränderung von Fahrbahnbelägen könnte als Hinweis zur Ausgestaltung der Fahrbahnbeläge Umsetzung finden. Ebenfalls kann die Verwendung weißer/ heller Fassadenfarbe zur äußeren Gestaltung im Bebauungsplan über die örtlichen Bauvorschriften gemäß § 88 Abs. 1 Nr.1 LBauO RP (Gestaltungssatzung) festgesetzt werden. Solche Möglichkeiten wären auch für den aktuellen Bestand zu eruieren. Vor allem Gebäude und Flächen, die sich im Gemeindebesitz befinden, könnten im Rahmen einer Sensibilisierung der Bevölkerung für solche Umsetzungs- bzw. Anpassungsmaßnahmen als Leuchtturmprojekte in den Vordergrund gestellt werden und somit ihre Strahlkraft in die private Eigentumsebene entfalten.

#### *Verbesserung der Grün- und Freiraumausstattung*

Eine weitere Möglichkeit ergibt sich durch eine Verbesserung der Grün- und Freiraumausstattung. Potentielle Überwärmungstendenzen im Bestand könnten nachhaltig beeinflusst werden. Bezogen auf die Luft- und Oberflächentemperatur zeigen sich z. B. positive Modifikationen durch schattenbildende Maßnahmen sowie der Anlage von Grünflächen und besseren Austauschbedingungen.

Durch Bäume und Gehölze geprägte Areale weisen an wolkenlosen Sommertagen mit einer hohen solaren Einstrahlung aufgrund ihres Schattenwurfes und der Evaporationsleistung ein vergleichsweise geringes Erwärmungspotential auf. Haßloch weist eine große Anzahl von Bäumen auf – es besteht jedoch die Notwendigkeit der Aufstockung, v. a. im Ortskern und entlang der aus dem Zentrum herausführenden engeren Straßenschluchten.

Ebenso ergibt sich über § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB die Möglichkeit der rechtsverbindlichen Festsetzung von Dachbegrünung bei Neuplanungen. Dachform und Dachneigung müssen gemäß § 9 Abs. 4 BauGB i.V.m. § 88 Abs. 1 Nr. 1 LBauO RP bauordnungsrechtlich festgesetzt werden. Begrünte Dachflächen verbessern v. a. das Mikroklima und filtern Schadstoffe aus der Luft. Die Modifikationen der Dachbegrünung sind für das lokale Mikroklima vorteilhaft. Für diesen Zweck ist eine extensive Dachbegrünung ausreichend. Diese Form der Dachbegrünung ist mit geringem Aufwand herstellbar und zu unterhalten, da eine zusätzliche Bewässerung nicht notwendig ist. Ergänzend dazu ist eine Kombination von begrünten Flach- oder Pultdächern mit aufgeständerten Photovoltaikanlagen möglich. Um die Photovoltaik möglichst effizient zu gestalten, sollte darauf geachtet werden, dass die Gebäude nach Süden ausgerichtet werden. Ebenso sollte bei Neuplanungen die Festsetzung der Dachform enthalten sein, da hierdurch die Nutzung von z. B. Photovoltaikanlagen erhöht werden kann und zudem die Verpflichtung der Begrünung von Flachdächern nach den weiteren Festsetzungen des Bebauungsplanes weiterhin besteht.

Ebenfalls könnte gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB die Begrünung der Gebäudefassaden rechtsverbindlich im Bebauungsplan festgesetzt werden. Auch die Fassadenbegrünung weist eine Reihe von positiven mikroklimatischen Eigenschaften auf. Insbesondere Kletterpflanzen eignen sich für diese Maßnahme, da diese bei Nutzung einer kleinen horizontalen Bodenfläche eine vergleichsweise große Menge an Biomasse bilden. Ähnlich der Dachbegrünung verbessert die Fassadenbegrünung vor allem die mikroklimatischen Verhältnisse am Gebäude selbst.

Vergleichbar der eben erwähnten Verwendung heller(er) (Oberflächen)Farben bzw. Oberflächenmaterialien gilt auch beim Einsatz der Dach- und Fassadenbegrünung im aktuellen Bestand, dass die Gemeinde die Vorreiterrolle einnehmen sollte – mit gutem Beispiel voran geht – um auch hier für ein allgemeines Verständnis innerhalb der Bevölkerung für solche Maßnahmen zu werben.

Eine weitere Möglichkeit zur Optimierung sowohl bei der Neu- als auch bei der Bestandplanung besteht hinsichtlich der Gestaltung von Stellplätzen und Grünflächen. Auf Grundlage u. a. des § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB kann festgesetzt werden, dass Stellplätze mit wasserdurchlässigen Belägen (z. B. Rasengittersteine) ausgestattet werden müssen. Ebenso kann festgesetzt werden, dass unbebaute Grundstücksflächen gärtnerisch anzulegen sind, was die Entstehung von Kies- bzw. Schottergärten verhindert.

Durch eine Umsetzung dieser beiden o. g. Maßnahmen zur Begrünung von Oberflächen könnten mikroklimatisch wirksame Reserveflächen optimiert werden. Geringere Oberflächen- und Lufttemperaturen bedingen vor allem in den Nachtstunden eine geringere Umgebungstemperatur und dementsprechend ein verbessertes thermisches Wohlbefinden der Menschen und in geringem Maße noch darüber hinaus. Aus humanbiometeorologischen Erwägungen ist die Umsetzung dieser Maßnahmen zu empfehlen und eröffnet gleichbedeutend auch Synergieeffekte zwischen der Reduktion der lokalen Überwärmung auf

der einen und der Verringerung des Abflussverhaltens von Oberflächenwasser bei stärkeren Niederschlagsereignissen auf der anderen Seite.

## 6. Zusammenfassung und Fazit

Der Klimawandel stellt die größte Herausforderung der kommenden Jahrzehnte dar. Aufgrund der Klimaveränderungen und der damit verbundenen Erwärmung werden sich die Lebensbedingungen in Siedlungsräumen deutlich verändern. Daher wurde mit Schreiben vom 27.01.2021 die Lehrereinheit Physische Geographie der Technischen Universität Kaiserslautern durch den Bürgermeister Herrn Tobias Meyer beauftragt, ein lokalklimatisches Gutachten für das gesamte Gemeindegebiet der Gemeinde Haßloch zu erstellen. Ziel dieser lokalklimatischen Begutachtung sollte sein, die komplexen Wechselbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Klimatelementen und der heterogenen baulichen Struktur innerhalb eines Siedlungsraumes aufzunehmen, zu analysieren und zu bewerten.

Zur Bewertung des lokalklimatischen Gesamtsituation in Haßloch bietet sich die sog „Matrix-Methode“ an, da diese einen Ansatz für siedlungsklimatische/ -ökologische Untersuchungen vor allem für kleinere Gemeinden bietet. Die für die „Matrix-Methode“ verwendeten Matrizen erlauben eine Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Stadtklimaphänomens aufgrund der verwendeten Indikatoren. Je nach Auswirkung dieses Phänomens auf den Menschen kann die Eintrittswahrscheinlichkeit als positiv oder negativ bewertet werden. Auf diese Weise können Risiko- und Potenzialflächen identifiziert werden, was die Gemeinden dabei unterstützt, eine siedlungsökologisch/ lokalklimatisch orientierte Gemeindeentwicklung voranzutreiben.

Trotz des auf den ersten Blick „grünen“ Charakters der Gemeinde Haßloch, musste mit zunehmender und tiefergehender lokalklimatischer Begutachtung festgestellt werden, dass sich das „Grün“ vornehmlich auf die Außenbereiche der Gemarkung konzentriert, das Zentrum bzw. allgemein der Siedlungskörper von Haßloch eine sehr heterogene Struktur aufweist – und dies nicht nur aus baulicher, sondern vor allem auch aus siedlungsklimatischer Sicht.

Als lokalklimatische Potentialflächen (grüne Raster) konnten sowohl im Außen- als auch im Innenbereich diverse größere und kleinere Räume abgegrenzt werden, die überwiegend sehr gute bis gute lokalklimatische Voraussetzungen aufweisen. Diese besitzen ein geringes Überwärmungspotenzial, sodass dort eine lokale Überwärmung ausgeschlossen werden kann. Vor allem die Flächen im Umland besitzen zudem das Potential als Kaltluftentstehungsgebiete zu fungieren und verschiedene Ventilationsbahnen ermöglichen der Frisch- und/ oder Kaltluft an den Ortsrand zu gelangen. Entsprechende Eingriffe, die zu einer Versiegelung von Flächenanteilen oder auch zu einer Erhöhung der Oberflächenrauigkeit führen könnten, würden die sehr guten bis guten siedlungsklimatischen Bedingungen negativ beeinflussen und sollten in diesen Bereichen vermieden werden.

Dem gegenüber steht allerdings auch eine große Flächenanzahl an lokalklimatischen Risikoflächen (rote Raster), die einen großen Handlungsbedarf auf lokaler Ebene im Rahmen von Klimaanpassungsmaßnahmen signalisieren. In diesen Bereichen besteht aus siedlungsklimatischer Sicht primär ein großes Risiko der lokalen Überwärmung, was im Fall von Haßloch gleichbedeutend ist mit der Gefahr gesundheitlicher Einschränkungen in den

Räumen, wo mitunter die meisten Menschen wohnen. Darüber hinaus sind diese Flächen, jene, die die klimaaktive Außenwirkung der vom Umland in die Gemeinde strömenden Luftmassen unterbinden, sowie innerhalb des Bestandes den Luftaustausch stark beeinträchtigen. Zudem kann es nicht ausgeschlossen werden, dass von einem großen Teil der roten Raster bei Starkregenereignissen ein erhöhtes Hochwasser- bzw. Überschwemmungsrisiko ausgeht. Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass diese Flächen einen erheblichen negativen Einfluss auf das lokale Klima nehmen.

Die im Siedlungskörper dominierenden gelben Raster der lokalklimatischen Übergangszone besitzen zwar auf den ersten Blick weder einen deutlich negativen, noch einen stark positiven siedlungsklimatischen Effekt, besitzen aber dennoch ein mittleres Überwärmungspotenzial. Daher sollte gerade verstärkt auch das Augenmerk auf diese Flächen gelegt werden, da immer die Gefahr besteht, dass ebendiesen weniger Aufmerksamkeit gegenüber den avisierten Risikoflächen geschenkt werden. Gerade in diesen Übergangszonen gilt es aber die Potentiale und Risiken frühzeitig zu erkennen, um mögliche negative Einflüsse zu identifizieren, gezielt zu verbessern und siedlungsklimatisch positive Teilbereiche vor allem vor einer Verschlechterung des Ist-Zustandes zu schützen.

Letztendlich können, basierend auf den Erkenntnissen und den potentiell identifizierten lokalklimatischen Risikoflächen weiterführend für diese Räume mikroklimatische numerische Simulationen durchgeführt werden, die punktuell auf die herausgestellten Problembereiche eingehen. Somit wird vermieden, dass die potentiellen lokalklimatischen Risikoflächen in der falschen Maßstabsebene Beachtung finden und möglicherweise klimaaktive Potentialflächen keine Berücksichtigung finden. Das vorliegende Gutachten ermöglicht es der Gemeinde Haßloch in den kommenden Jahren gezielt und vor allem klimaangepasst in die zukünftige Bauleitplanung im Innen- und Außenbereich zu gehen und dies z. B. auch bereits initial in der Erstellung eines neuen Flächennutzungsplanes rückzukoppeln.

## Quellen

- Adam, K. & T. Grohé (1984): Ökologie und Stadtplanung – Erkenntnisse und praktische Beispiele integrierter Planung. Köln.
- Baldinelli, G., Bonafoni, S., Anniballe, R., Presciutti, A., Gioli, B. & V. Magliulo (2015): Spaceborne detection of roof and impervious surface albedo: Potentialities and comparison with airborne thermography measurements. In: Sol. Energy 2015, 11, pp. 281 – 294.
- Battis, U., Krautzberger, M. & R.-P. Löhr (2016): Baugesetzbuch BauGB. Kommentar. 13. Auflage. München
- Blume, H., Horn, R. & S. Thiele-Bruhn (2010): Handbuch des Bodenschutzes. Weinheim.
- Bongardt, B. (2006): Stadtklimatologische Bedeutung kleiner Parkanlagen – dargestellt am Beispiel des Dortmunder Westparks. In: Essener Ökologische Schriften, Band 24. Hohenwarsleben.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2021): Bevölkerungsprognose 2040. Aufgerufen unter:  
[https://tableau.bsh.de/t/bbr/views/Prognose\\_test/Bevlkerungsprognose?%3Aembed=y&%3AsGuestRedirectFromVizportal=y](https://tableau.bsh.de/t/bbr/views/Prognose_test/Bevlkerungsprognose?%3Aembed=y&%3AsGuestRedirectFromVizportal=y) (27.07.2022).
- Büning, H. & G. Trenkler (1994): Nichtparametrische statistische Methoden. Berlin.
- Deutscher Wetterdienst (o.J.): Bioklimakarte Deutschland. Aufgerufen unter:  
<https://www.dwd.de/DE/leistungen/bioklimakarte/bioklimakarte.html> (27.07.2022).
- Diedrichs, M. (2012): Risikomanagement und Risikocontrolling. München.
- Ernst, W., Zinkahn, W., Bielenberg, W. & M. Krautzberger (Hrsg.) (2018): Baugesetzbuch. Loseblatt-Kommentar. 128. Auflage. München.
- Fabisch, M. & S. Henninger (2014): Urban-Ecological Survey for Small Settlements. In: Open Journal of Ecology, 4, pp. 591-600.
- Fabisch, M. & S. Henninger (2015): Smartphonegestützte Bestandsaufnahme zur ökologischen Bewertung von Siedlungsräumen. In: Schrenk, M. Popovich, V. & P. Zeile [Hrsg.]: Proceedings of RealCORP 2015. Gent.
- Fabisch, M. (2017): Smartphonegestützte Analyse von siedlungsökologischen Risiko- und Potenzialflächen. Kaiserslautern.
- Gassner, E. & A. Winkelbrandt (2010): UVP und strategische Umweltprüfung: Rechtliche und fachliche Anleitung für die Umweltverträglichkeitsprüfung. Heidelberg.
- Gerst, F., Bubenzer, O. & B. Mächtle (2011): Klimarelevante Einflüsse urbaner Bodeninanspruchnahme (Deutsche Langfassung). Heidelberg.
- Helbig, A. (1999): Stadtklima und Luftreinhaltung. Heidelberg.
- Henning, I. (1994): Hydroklima und Klimavegetation der Kontinente. Münster.
- Hupfer, P. & W. Kuttler (2006): Witterung und Klima. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden.
- Illgen, M. (2009): Das Versickerungsverhalten durchlässig befestigter Siedlungsflächen und seine urbanhydrologische Quantifizierung. Kaiserslautern.

- Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation RP (o.J.): Open Data. Aufgerufen unter: <https://lvermgeo.rlp.de/de/geodaten-geoshop/opendata/> (27.07.2022).
- Leibundgut, C. (2007): Abflussbildung und Einflussgebietsmodellierung. Freiburg.
- Leser, H. & C. Conradin (2008): Stadtökologie in Stichworten. Berlin.
- Messer, J. (1997): Auswirkungen der Urbanisierung auf die Grundwasser-Neubildung im Ruhrgebiet: unter besonderer Berücksichtigung der Castroper Hochfläche und des Stadtgebietes Herne. In: DMT-Berichte aus Forschung und Entwicklung, Band 58.
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW) (2010): Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel; Langfassung. Essen.
- Nemitz, R. (o.J.): Wetter-Atlas: Klima und Wetter in Deutschland. Aufgerufen unter: <https://www.wetter-atlas.de/klima/europa/deutschland.php> (27.07.2022).
- Paul, M.J. & J.L. Meyer (2001): Streams in the urban landscape. In: Annual Review of Ecology and Systematics 32, pp. 333-365.
- Song, Y. (2003): Kaltluft und Kaltluftschneisen als Planungsfaktor zur Verbesserung der Luftqualität. Berlin.
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz (2021): Meine Verbandsgemeine, Verbandsfreie Gemeinde Haßloch. Aufgerufen unter: <https://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=102&l=2&g=0733200025&tp=194431> (27.07.2022).
- Zmarsly, E., Kuttler, W. & H. Pethe (2007): Meteorologisch-klimatologisches Grundwissen. Stuttgart.

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage der Gemeinde Haßloch in Rheinland-Pfalz (eigene Darstellung, verändert nach: Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation o.J.).	8
Abb. 2: Bioklimakarte von Deutschland für den Zeitraum 1981 bis 2014 (eigene Darstellung, verändert nach: Deutscher Wetterdienst o.J.).	9
Abb. 3: Jährliche Niederschlagssummen in Deutschland (eigene Darstellung, verändert nach: Nemitz o.J.).	9
Abb. 4: Exemplarische Darstellung der Flächennutzungskartierung des Gemeindegebietes von Haßloch	11
Abb. 5: Überörtliche Einordnung und verkehrliche Anbindung der Gemeinde Haßloch; ohne Maßstab (eigene Darstellung, verändert nach: Geoportal RP o.J.).	12
Abb. 6: Kategorisierung charakteristischer Wohngebietstypen innerhalb der Gemeinde Haßloch.	14
Abb. 7: Typische Wohnbebauung im Kernbereich von Haßloch, Beispiel: Pfarrgasse.	14
Abb. 8: Exemplarisches Luftbild der Pfarrgasse in Haßloch.	15
Abb. 9: Typische Wohnbebauung im Bereich der Siedlungserweiterungen in Haßloch, Beispiel: Am Obermühlweg.	15
Abb. 10: Exemplarisches Luftbild von Am Obermühlweg in Haßloch.	16
Abb. 11: Sporadische Mehrfamilienhausbebauung, Beispiel: Richard-Wagner-Straße.	16
Abb. 12: Exemplarisches Luftbild der Richard-Wagner-Straße in Haßloch.	16
Abb. 13: Risikomatrix (grün = geringes Risikopotential; gelb = Risiko mit Potential zur Schadensminderung; rot = hohes Risikopotential) (Fabisch 2017).	26
Abb. 14: Schematische Matrix-Darstellung zur Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Phänomens in Abhängigkeit zweier wirkender Faktoren (Fabisch 2017).	27
Abb. 15: Vergleich der Rastergrößen für eine Bestandsaufnahme (links = 25 Meter; Mitte = 50 Meter; rechts = 100 Meter) (Fabisch 2017).	27
Abb. 16: Matrix „Versiegelungsgrad / Bebauungsdichte“ (Fabisch 2017).	31
Abb. 17: Matrix „Versiegelungsgrad / Oberflächenfarbe“ (Fabisch 2017).	32
Abb. 18: Matrix "Versiegelungsgrad/Oberflächenmaterial" (Fabisch 2017).	33
Abb. 19: Matrix „Vegetationsanteil/Vegetationsform“ (Fabisch 2017).	34
Abb. 20: Matrix „Oberflächenrauigkeit/Topographie“ (Fabisch 2017).	35
Abb. 21: Matrix "Vegetationsdichte/ Topographie" (Fabisch 2017).	36
Abb. 22: Exemplarische Darstellung der 6-teiligen Zonierung des Siedlungsbereiches der Gemeinde Haßloch.	40
Abb. 23: Darstellung der Reliefenergie innerhalb der Gemarkungsgrenzen der Gemeinde Haßloch.	43
Abb. 24: Potentielle Abflusswege einer bodennah fließenden Kaltluftmasse (rosa Linien) am Beispiel eines Ortsausschnittes im Bereich der Lachener Weges.	46
Abb. 25: Potentielle Abflusswege einer bodennah fließenden Kaltluftmasse (rosa Linien) am Beispiel eines Ortsausschnittes im Bereich Burgweg – Füllergasse.	47
Abb. 26: Potentielle Abflusswege einer bodennah fließenden Kaltluftmasse (rosa Linien) am Beispiel eines Ortsausschnittes im Bereich der Neustadter Straße.	48
Abb. 27: Potentielle Abflusswege einer bodennah fließenden Kaltluftmasse (rosa Linien) am Beispiel eines Ortsausschnittes im Bereich Westseite des Gewerbegebietes Nördlich des Bahndammes.	50
Abb. 28: Visualisierung der Analyse des Versickerungspotentials anhand der Matrix Topographie – Oberflächenrauigkeit und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster).	53
Abb. 29: Darstellung der Grünstruktur der Gemeinde Haßloch am Beispiel der Einzelbaumbestände (grüne Punkte) sowie den inner- und außenliegenden Grün- und Waldflächen.	56

Abb. 30: Detaildarstellung der Grünstruktur der Gemeinde Haßloch am Beispiel der Einzelbaumbestände (grüne Punkte) sowie den inner- und außenliegenden Grün- und Freiflächen am Beispiel des Bereiches entlang der Westrandstraße. ....	57
Abb. 31: Darstellung der unterschiedlichen Flächennutzungen bzw. Nutzungsarten im Außenbereich der Gemarkung der Gemeinde Haßloch. ....	60
Abb. 32: Visualisierung des Bauvolumens pro Rasterfläche (= durchschnittliche Gebäudehöhe * Gebäudegrundfläche/ Rasterfläche) und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster). ....	64
Abb. 33: Detailvisualisierung des Bauvolumens pro Rasterfläche (= durchschnittliche Gebäudehöhe * Gebäudegrundfläche/ Rasterfläche) und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des Ortskerns von Haßloch im Bereich zwischen Lindenstraße und Langgasse.....	66
Abb. 34: Visualisierung der Analyse der Baudichte in %-Flächeninhalte und des Versiegelungsgrades in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster). ....	67
Abb. 35: Detailvisualisierung der Analyse der Baudichte in %-Flächeninhalte und des Versiegelungsgrades in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des Ortskerns von Haßloch im Bereich Langgasse – Ohliggasse – Kirchgasse.....	69
Abb. 36: Detailvisualisierung der Analyse der Baudichte in %-Flächeninhalte und des Versiegelungsgrades in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des südlichen Ortskerns von Haßloch. ....	70
Abb. 37: Detailvisualisierung der Analyse der Baudichte in %-Flächeninhalte und des Versiegelungsgrades in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des nördlichen Ortskerns von Haßloch. ....	71
Abb. 38: Visualisierung der Analyse der Matrix Baudichte in %-Flächenanteil – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster). ....	73
Abb. 39: Detailvisualisierung der Analyse der Matrix Baudichte in %-Flächenanteil – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des nördlichen Ortskerns von Haßloch.....	74
Abb. 40: Detailvisualisierung der Analyse der Matrix Baudichte in %-Flächenanteil – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des südlichen Ortskerns von Haßloch.....	75
Abb. 41: Visualisierung der Analyse des Versickerungspotentials anhand der Matrix Topographie – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster). ....	78
Abb. 42: Detailvisualisierung der Analyse des Versickerungspotentials anhand der Matrix Topographie – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des nördlichen Ortskerns von Haßloch. ....	80
Abb. 43: Detailvisualisierung der Analyse des Versickerungspotentials anhand der Matrix Topographie – Vegetationsanteil in %-Flächeninhalt und Darstellung der lokalklimatischen	

Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des südlichen Ortskerns von Haßloch. ....	81
Abb. 44: Profilmessfahrt des Deutschen Wetterdienst durch das Siedlungsgebiet von Haßloch, 13.09.2020, 20:40 Uhr - 21:51 Uhr (MESZ). ....	84
Abb. 45: Profilmessfahrt des Deutschen Wetterdienst durch das Siedlungsgebiet von Haßloch, 14.09.2020, 05:34 Uhr - 06:34 Uhr (MESZ).....	86
Abb. 46: Visualisierung der Analyse und Bewertung der gesamtsiedlungsklimatischen Situation am Beispiel der lokalen Überwärmung auf Grundlage der „Matrix-Methode“ und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster). ....	90
Abb. 47: Detailvisualisierung der Analyse und Bewertung der gesamtsiedlungsklimatischen Situation am Beispiel der lokalen Überwärmung auf Grundlage der „Matrix-Methode“ und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des nördlichen Ortskerns von Haßloch.....	92
Abb. 48: Detailvisualisierung der Analyse und Bewertung der gesamtsiedlungsklimatischen Situation am Beispiel der lokalen Überwärmung auf Grundlage der „Matrix-Methode“ und Darstellung der lokalklimatischen Potentialflächen (grüne Raster), Übergangsbereiche (gelbe Raster) und Risikoflächen (rote Raster) am Beispiel des südlichen Ortskerns von Haßloch. ....	93

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Prognose der Bevölkerung nach Altersgruppen 2040 für die Gemeinde Haßloch (Statistisches Landesamt RP 2021, verändert). .....	7
Tab. 2: Gebäude und Wohnungen der Gemeinde Haßloch zum 31.12.2020 (Statistisches Landesamt RP 2021, verändert). .....	17
Tab. 3: Empfohlene Themenbereiche und Matrizen zur Anwendung der „Matrix-Methode“ (Fabisch 2017). .....	28
Tab. 4: Indikatoren zur Anwendung der „Matrix-Methode“ (Fabisch 2017). .....	29
Tab. 5: Beispielhafte Überführung der verbalen Beschreibung in ein Punktesystem am Beispiel des Kaltluftentstehungspotentials (Fabisch 2017). .....	37
Tab. 6: Zusammenstellung der Festsetzungsmöglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen des Klimawandels (verändert nach Baugesetzbuch 2021). .....	97