



DEUTSCHER WETTERDIENST

Abteilung Klima- und Umweltberatung

Bericht zu den Profilmessfahrten in Zweibrücken Projekt KlimawandelAnpassungsCOACH

Auftraggeber: Stiftung für Ökologie und Demokratie
Herr Christian Kotremba
Siemensring 54
76761 Rülzheim

Wissenschaftliche Bearbeitung: Dipl.-Met. Thomas Kessler-Lauterkorn
Dipl.-Met. Ortrun Roll

Essen, den 17.03.2020

(Dienstsiegel)

.....
Dipl.-Met. Ortrun Roll
Regionales Klimabüro Essen

Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt, außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte ist seine Vervielfältigung oder Weitergabe an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhaltes, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

Inhalt

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | Einleitung und Zielsetzung | 3 |
| 2 | Profilmessfahrten in Zweibrücken..... | 3 |
| 2.1 | Wetterlage vom 22.08.2019 | 4 |
| 2.2 | Fahrt vor Sonnenaufgang (22.08.2019, 05:15 bis 06:18 Uhr MESZ) | 5 |
| 2.3 | Fahrt zur Zeit des Temperaturmaximums (22.08.2019, 15:06 – 16:16 Uhr)..... | 6 |
| 2.4 | Fahrt nach Sonnenuntergang (22.08.2019, 20:37 – 21:51 Uhr MESZ): | 7 |
| 2.5 | Zusammenfassung und Planungsempfehlungen..... | 8 |

1 Einleitung und Zielsetzung

Im Projekt „KlimawandelAnpassungsCOACH RLP“ werden Kommunen und Landkreise in Rheinland-Pfalz bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützt. Das Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen ist Kooperationspartner in diesem Projekt, welches unter der Leitung der Stiftung für Ökologie und Demokratie seit April 2018 umgesetzt wird. Durch Fördermittel des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit ist die Finanzierung über einen Zeitraum von drei Jahren gewährleistet.

Von der Stiftung für Ökologie und Demokratie, Herrn Kotremba, wurde der Deutsche Wetterdienst (DWD) gebeten, das Projekt im Rahmen des DWD-Gesetzes (Umweltschutz) mit Profilmessfahrten der Mobilen Messeinheit des DWD zu unterstützen. In Kapitel 2 finden sich die Auswertungen zu den Messfahrten in Zweibrücken.

2 Profilmessfahrten in Zweibrücken

In städtischen und stadtnahen Bereichen kann, auf Grund kleinräumig stark wechselnder Flächennutzungstypen, die räumlich-zeitliche Verteilung der Lufttemperatur durch konventionelle punktuelle Messungen in der Regel nur unzureichend erfasst werden. Auch die kleinräumige Orographie kann zu einer Modifikation des Temperaturfeldes in einer Stadt führen (z.B. durch Kaltluftflüsse) und auch die Ausrichtung von Gebäuden und Straßen zur Windrichtung können eine, wenn auch untergeordnete, Rolle spielen. Deswegen ist es sinnvoll, die Auswertung punktueller, stationärer, singulärer Messungen mit zusätzlichen Informationen durch mobile Messfahrten zu ergänzen. Somit steht eine hohe Anzahl von Messpunkten im städtischen Bereich zur Verfügung. Durch die hohe Messwertdichte kann die räumliche Temperaturverteilung gut erfasst werden. Die Lufttemperaturmessfahrten in Zweibrücken wurden mit einem Messfahrzeug der Mobilen Messeinheit (MME) des Deutschen Wetterdienstes durchgeführt. An einem Ausleger des Fahrzeugs in einer Höhe von ca. 1,9 m über Grund wurde mit einem Messfühler die Temperatur gemessen und mit einem Feuchtesensor die relative Feuchte ermittelt. Zwei weitere Temperaturmessfühler befanden sich in einer Höhe von 0,7 m über Grund. Die Messsignale wurden mit einer Abtastrate von einem Hertz aufgenommen und in einem Datalogger gespeichert. Mittels GPS konnten die Messwerte, während der gesamten Messfahrt, räumlich zugeordnet werden. Die maximale Fahrtgeschwindigkeit betrug 30 km/h, wodurch pro acht Meter Fahrtstrecke ein Datensatz vorliegt.

Für eine einheitliche, vergleichbare Datenaufnahme ist eine gleichmäßige Fahrtgeschwindigkeit am günstigsten. Deswegen werden Daten, die bei Wartezeiten und Staus aufgenommen werden, wieder eliminiert.

Generell eignet sich zur Durchführung von Profilmessfahrten am besten eine austausch- arme Wetterlage, bei der es wolkenarm und windschwach ($< 1,5\text{m/s}$) ist und nur eine geringe Durchmischung der bodennahen Luftschicht vorherrscht. Solche Bedingungen stellen sich in der Regel unter Hochdruckeinfluss ein. Dieser sorgt im Sommer für so- genanntes Strahlungswetter mit hoher Sonneneinstrahlung bei Tag und starker Aus- strahlung bei Nacht. Infolgedessen können thermische Unterschiede innerhalb des Stadtgebietes besonders gut erfasst werden.

Bei solch einer geeigneten Wetterlage wurden in Zweibrücken an zwei aufeinanderfol- genden Tagen 21.08.2019 und 22.08.2019 jeweils drei Messfahrten durchgeführt. Da am 22.08.2019 die Fahrten das mikroklimatische Geschehen besser widerspiegeln, nämlich eine Fahrt vor Sonnenaufgang, eine weitere zum Temperaturmaximum am Nachmittag und eine nach Sonnenuntergang, stattfanden, wurde bei der Auswertung der Fokus auf diesen Tag gelegt.

2.1 Wetterlage vom 22.08.2019

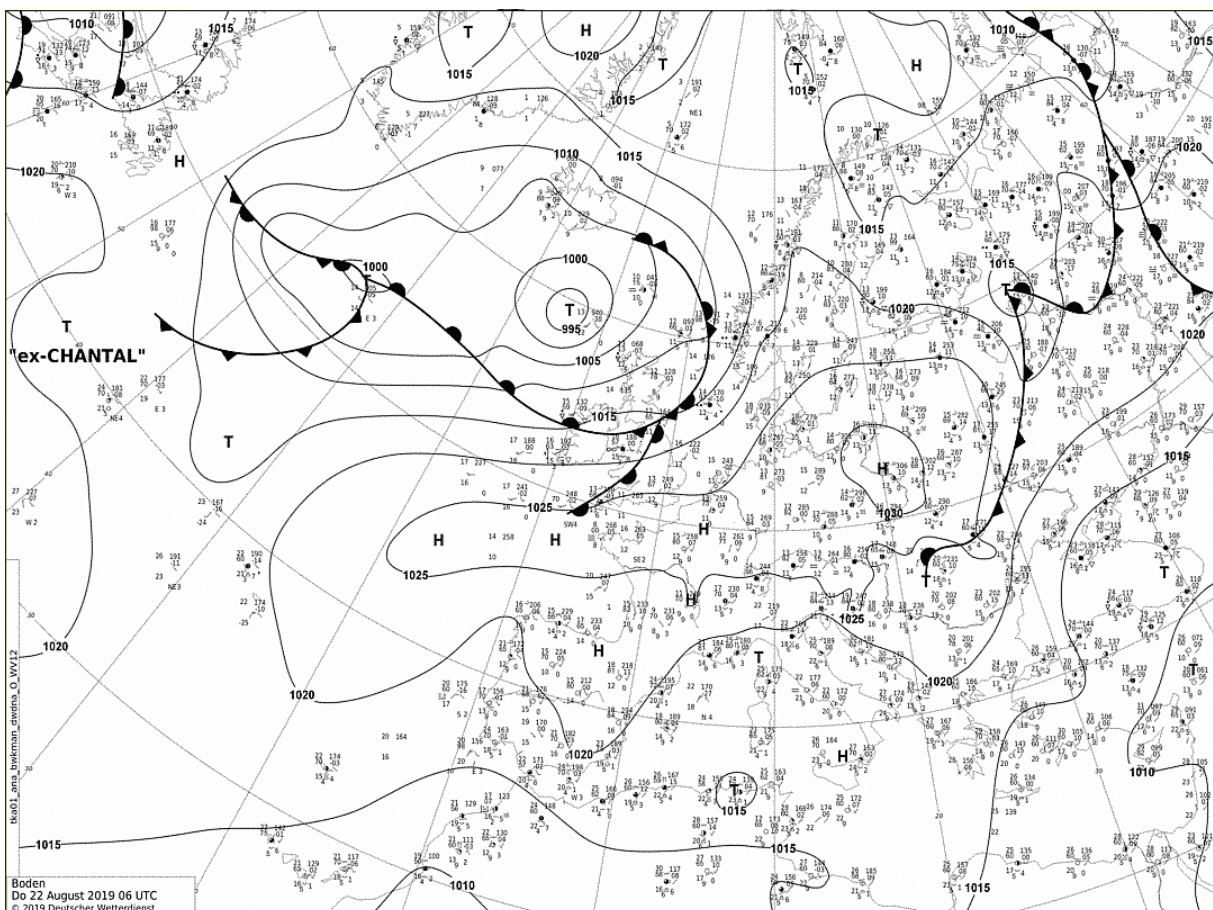


Abbildung 2_1: Wetterkarte, Analyse der Bodendruckverteilung und Fronten vom 22.08.2019, 06 UTC (DWD)

Von den Azoren bis nach Russland erstreckte sich eine Hochdruckbrücke mit Schwer- punkt über Polen ($>1030\text{ hPa}$), die sich allmählich etwas weiter ostwärts verlagerte.

Die Frontalzone verlief weiter im Norden. Um einen Tiefdruckkomplex über dem Nordatlantik und der nördlichen Nordsee wurden die zugehörigen Ausläufer mit ihren Regengebieten herumgelenkt, die während des Tages Großbritannien und Irland sowie Südschweden beeinflussten.

Das Wettergeschehen in Zweibrücken wurde am 22.08.2019 von hohem Luftdruck bestimmt. Im Bereich der Achse der Hochdruckbrücke war es nur schwachwindig aus wechselnden Richtungen. Der hohe Luftdruck ging mit nur geringer Bewölkung einher, wobei sich im Tagesverlauf strahlungsbedingt wenige flache Quellwolken bildeten.

2.2 Fahrt vor Sonnenaufgang (22.08.2019, 05:15 bis 06:18 Uhr MESZ)

Bei der Fahrt vor Sonnenaufgang (Abbildung 2_1) gab es auf dem durchfahrenen Rundkurs, der sowohl nördlich, als auch südlich des Schwarzbaches verlief, einen Temperaturgegensatz von ca. 5 Kelvin. Die niedrigsten Temperaturwerte (7,6 bis 8,0°C) wurden auf Höhe der Mündung des Bautzenbaches in den Schwarzbach registriert, was sich durch einen nächtlichen Kaltluftabfluss im Tal erklären lässt.

Nur geringfügig höhere Temperaturwerte fanden sich auf folgenden weiteren Streckenabschnitten. Zwischen 8,1 und 9,0°C wurden auf dem Bombacher Weg im Tal des Bombaches gemessen, sowie in dem von Wald umgebenen Taleinschnitt der Pirmasenser Straße, die vom Schwarzbach zur Fasanerie hinführt. Deutlich unter 10°C zeigt die Abbildung 2_1 auch entlang der stark begrünten Straße an der Gestütsallee, die parallel zum Schwarzbach führt, vorbei am Westpfalzstadion und südlich des Kasernenareals. Dies ist in erster Linie auf die Kaltluftzufuhr, durch das Tal des Heilbaches im Nordosten zurückzuführen.

Lediglich an zwei Streckenabschnitten wurden Temperaturwerte über 11°C registriert. Auf der nach Norden gerichteten Ausfallstraße (Amerikastraße) wurden mit 11,6 bis nahe 13°C die höchsten Werte des Rundkurses, auf einer Strecke von mehr als einem Kilometer, ermittelt, was der erhöhten Lage dieser Straße zwischen dem Bautzenbach und dem Bombach geschuldet ist. Eine mögliche Erklärung ist die Ausbildung eines lokalen Hang- Talwindsystems. Demnach würde die kältere Luft, nach Sonnenuntergang, in die Täler abfließen und die wärmere Luft hielte sich auf den Höhen. Ansonsten gab es nur auf einem wenige hundert Meter langen Stück im Bereich Ontariostraße, Steinhäuserstraße Temperaturen zwischen 11,1 und 11,5 °C.

Im Allgemeinen wurden im bebauten städtischen Bereich zwischen 9,6 und 11,0°C registriert.

Profilmessfahrt Zweibrücken 22.08.2019, 03:15 - 04:18 UTC

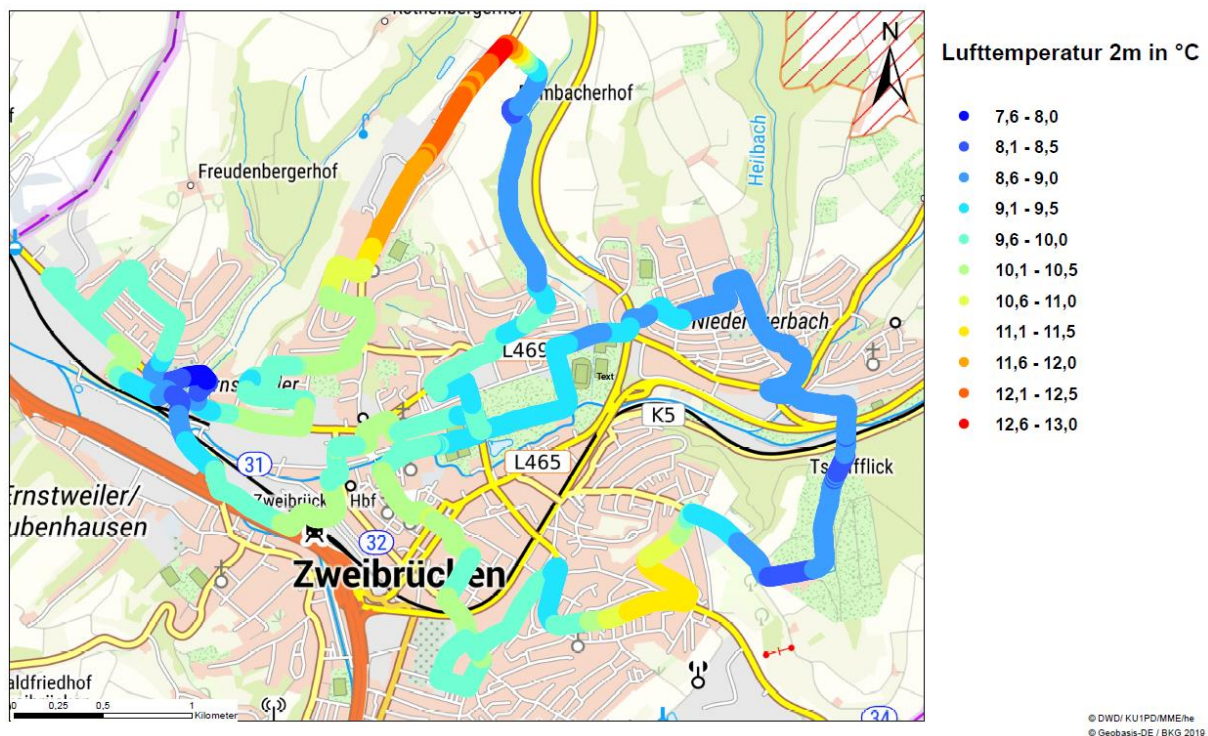


Abbildung 2_2: Profilmessfahrt in Zweibrücken, 22.08.2019, 05:15 bis 06:18 (MESZ), DWD 2019

2.3 Fahrt zur Zeit des Temperaturmaximums (22.08.2019, 15:06 – 16:16 Uhr)

Bei der Fahrt nach Sonnenhöchststand (Abbildung 2_2) konnte auf dem durchfahrenen Rundkurs ein geringfügig niedrigerer Temperaturgegensatz von ca. 4 Kelvin ermittelt werden. Erneut sind die kühleren Streckenabschnitte in den tiefer gelegenen Bachtälern zu finden. Am Bombacher Weg wurden zwischen 23,6 und 24,5°C aufgezeichnet. Ebenso lagen die Temperaturen auf der Pirmasenser Straße, im bewaldeten Abschnitt zwischen Schwarzbach und Fasanerie, nur zwischen 23,1 und 24,5°C.

Im Zentrum wurden, während der Messfahrt, überwiegend Temperaturen zwischen 24,6 und 26,0°C registriert, wobei die etwas niedrigeren Werte zum Teil in Verbindung mit städtischem Grün stehen, z. B. Gestütsallee oder Fahrt entlang des Hauptfriedhofs. Vergleichsweise höhere Werte sind auf der graphischen Darstellung zum Teil in der Nähe von großen Straßen (z. B. Überbrückung) zu sehen.

In dem überwiegend industriell geprägten Bereich (Ernstweiler), der sich vom Hauptbahnhof Richtung Westen erstreckt, lag das Temperaturniveau etwas höher, zwischen 25,6 und 27°C. Es ist anzunehmen, dass die dort vorhandenen größeren asphaltierten Freiflächen sich stärker aufheizen können, da sie kaum abgeschattet werden.

Profilmessfahrt Zweibrücken 22.08.2019, 13:06 - 14:16 UTC

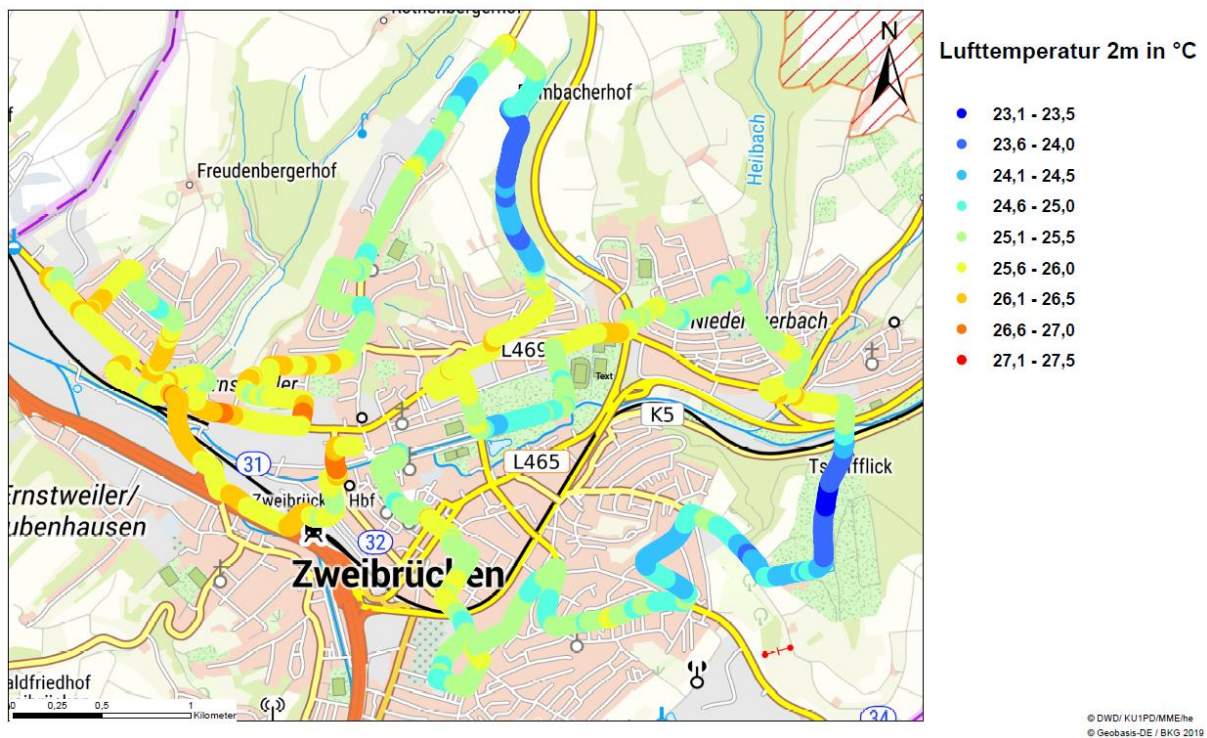


Abbildung 2_3: Profilmessfahrt in Zweibrücken, 22.08.2019, 15:06 bis 16:14 (MESZ), DWD 2019

2.4 Fahrt nach Sonnenuntergang (22.08.2019, 20:37 – 21:51 Uhr MESZ):

Erwartungsgemäß gab es die größten Temperaturgegensätze von ca. 7 Kelvin entlang der Messroute nach Sonnenuntergang (Abbildung 2_3).

Als kälteste Streckenabschnitte konnten erneut der Bombacher Weg im Tal des Bombaches und die Pirmasenser Straße, zwischen Schwarzbach und Fasanerie, ausgemacht werden. Dies ist, wie bereits bei der Fahrt vor Sonnenaufgang (Abb.: Profilmessfahrt Zweibrücken 22.08.2019, 03:15 – 04:18 UTC) ausgeführt, durch die Orographie, sowie die umgebenden Bäume, zu begründen. Das Temperaturniveau lag auf diesen Streckenabschnitten nach Sonnenuntergang, zwischen 16,1 und 18,0°C.

Noch etwas niedrigere Temperaturwerte, zwischen 15,1 und 17,0°C wurden auf dem kurzen Streckenabschnitt, im Mündungsbereich des Bautzenbaches in den Schwarzbach, im Westteil des Ortes, verzeichnet. Dies wurde auf den talabwärts erfolgenden Zustrom kalter Luft zurückgeführt.

Genau wie bei der Messfahrt am frühen Morgen, ließ sich auch bei der Messfahrt nach Sonnenuntergang, die zwischen zwei Bachtälern erhöht gelegene, vom Zentrum Richtung Norden verlaufende Amerikastraße, als wärmerer Streckenabschnitt ausmachen. Die Temperaturwerte lagen dort zwischen 20,1 und 21,5°C, dabei die höheren Messwerte im südlichen Teil, wo die Wärmespeicherung durch die Gebäude wirken konnte.

Als auffallend warm erwies sich bei der Fahrt nach Sonnenuntergang, der Streckenabschnitt durch die Innenstadt von Zweibrücken, südlich des Schwarzbachs und östlich der Autobahn A8. Die teilweise dichte Bebauung diente um diese Uhrzeit als guter Wärmespeicher.

Auf einer relativ kurzen Distanz von ein paar hundert Metern konnte, zwischen der dichter bebauten Dinglerstraße und der von Grün umgebenen Gestütsallee, ein Temperaturunterschied von 4 Kelvin gemessen werden.

Profilmessfahrt Zweibrücken 22.08.2019, 18:37 - 19:51 UTC

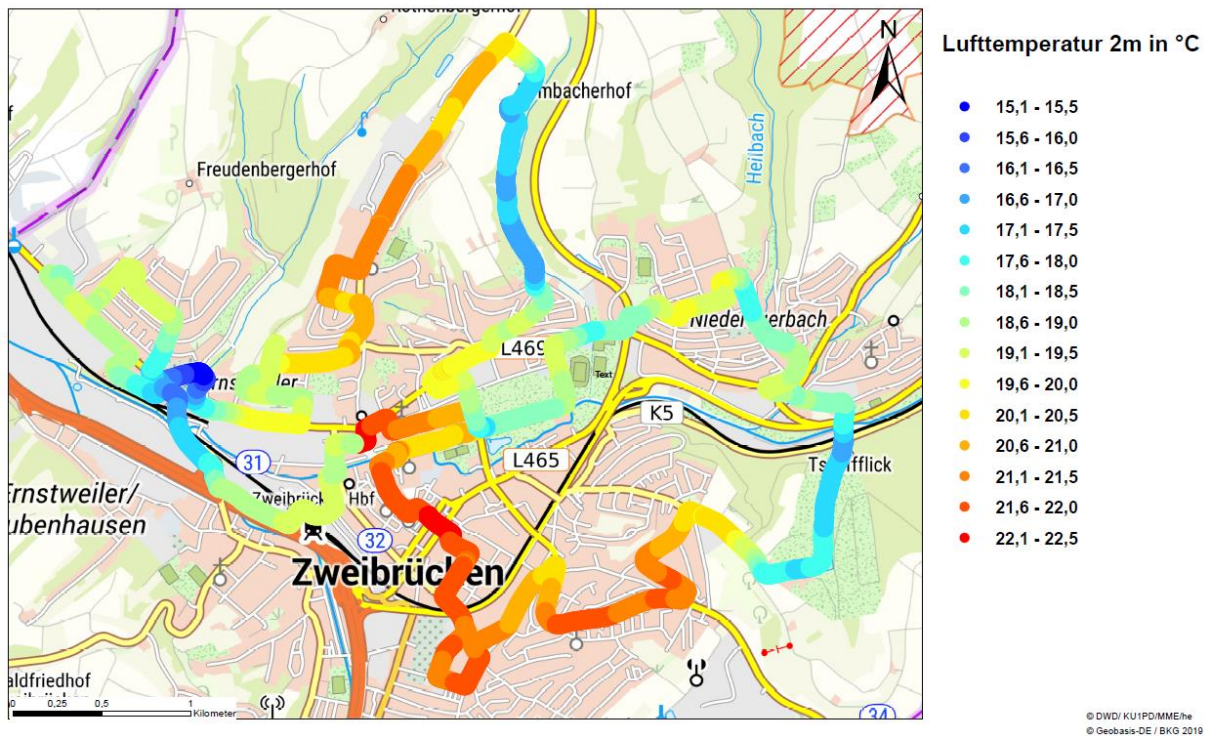


Abbildung 2_4: Profilmessfahrt in Zweibrücken, 22.08.2019, 20:37 bis 21:51 (MESZ), DWD 2019

2.5 Zusammenfassung und Planungsempfehlungen

Die Temperaturverteilung in Zweibrücken Innenstadt und Stadtrand ist stark durch die orographischen Bedingungen bestimmt. Etliche Bachtäler, die sich Richtung Schwarzbach erstrecken, wirken als Kaltluftschneisen. Vor allem entlang des Bautzenbaches im Westen von Zweibrücken kann sich bei windschwachen Strahlungswetterlagen ein starker nächtlicher Kaltluftstrom bilden. Diese Aussage wird durch die Berechnungen mit dem Kaltluftabflussmodells KLAM (siehe Abbildung 2_5) belegt und auch durch die Profilmessfahrt zum Sonnenuntergang eindrücklich im Mündungsgebiet belegt. Diese Kaltluftflüsse können die Wärmebelastung in bebauten Gebieten vermindern. Deswegen ist es wichtig, diese Kaltluftschneise, ebenso wie die entlang des Bombaches und des Heilbaches nicht durch Bebauung zu beeinträchtigen. Die Gebiete mit erhöhten Kalt-

lufftlüssen (lange Windpeile in Abbildung 2_5) sind potentiell wichtig für die Kaltluftversorgung der Stadt und somit der Dämpfung der urbanen Wärmeinsel. Bei konkreten Bauvorhaben ist mit einem Klimagutachten die tatsächliche Bedeutung der Kaltluftflüsse im Bereich des Vorhabens zu bewerten.

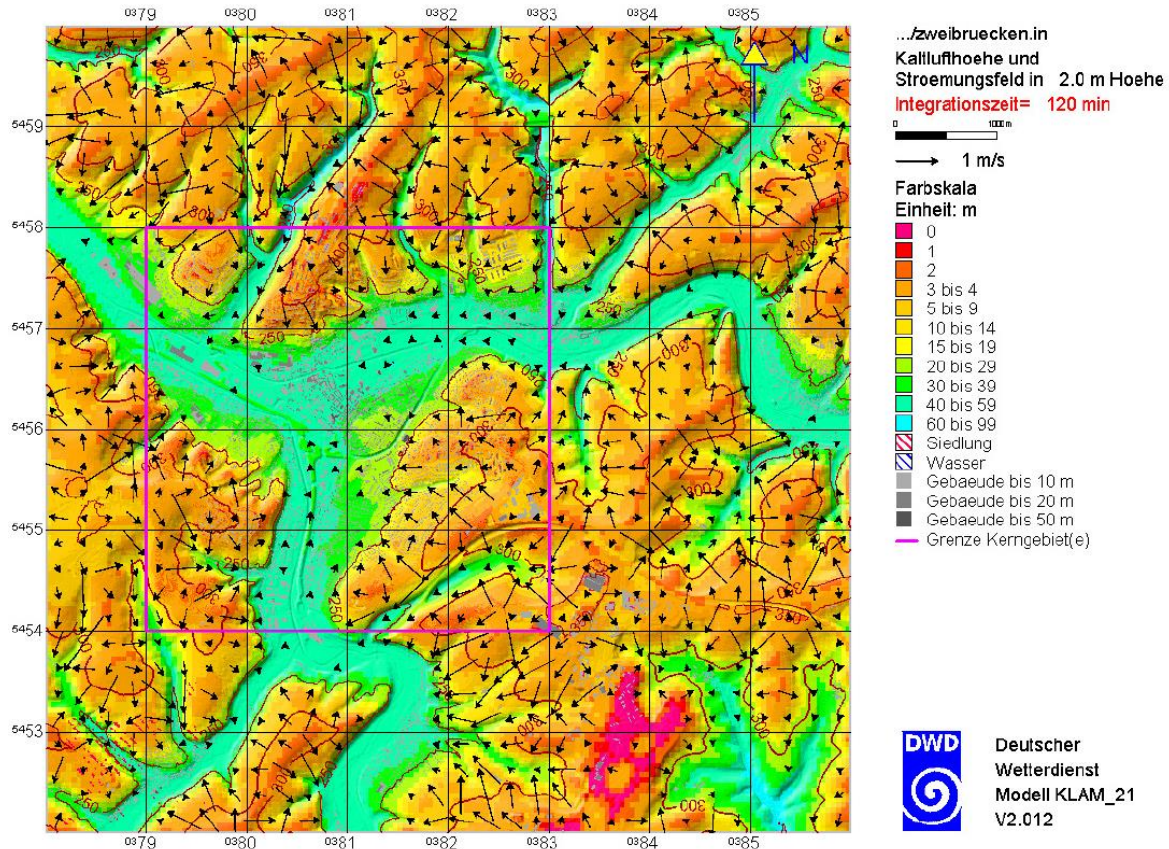


Abbildung 2_5: Modellsimulation des Kaltluftflusses im Modellgebiet mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM des DWD. Es sind die Strömungsrichtung (Windpfeil) und die Kaltluflhöhe (in m) nach 120 Min. Simulationszeit dargestellt (mit freundlicher Genehmigung des Auftraggebers)

Zusätzlich mildern relativ große Grünflächen im Stadttinneren die Temperaturextreme ab, was sich gut bei den Profilmessfahrten gezeigt hat (z.B. Fahrtroute entlang der Grünflächen neben der Gestütsallee). Eine zeitweise stärkere Wärmebeeinträchtigung scheint es, bei einer sommerlichen Hochdrucksituation, in den Nachmittagsstunden im westlichen Industriegebiet zu geben. Eine mögliche Abhilfe wäre die Empfehlung von Klimaanpassungsmaßnahmen, z. B. könnte eine Entsiegelung durch Rasengittersteine auf Teilen der großen Parkflächen im Industriegebiet, schattenspendende Bäume sowie Dachbegrünung oder Photovoltaik auf den Dächern zur Reduzierung der Wärmebelastung in diesem Bereich beitragen.

In den Abendstunden staut sich die Wärme eher im Innenstadtbereich, vor allem in dem dichter bebauten Areal zwischen Bahntrasse und Schwarzbach. Klimaanpassungsmaßnahmen, wie Fassadenbegrünung oder Dachbegrünung sowie Entsiegelung von Hinterhöfen können für eine thermische Regulierung sorgen.

10

Diese aus den Messfahrten abgeleiteten Empfehlungen können nur sehr allgemein sein und müssen bei konkreten Bauvorhaben oder geplanten Anpassungsmaßnahmen durch meteorologische Gutachten (auf der Basis von Modellrechnungen), auch unter Berücksichtigung des zukünftigen Klimawandels, bewertet werden.