

Rainer Dambeck\*, Jannik Sune Hoffmann\*\*,  
Detlef Kanwischer\*\*\* & Milena Köhler Abril\*\*\*\*

## Stadtklima erfahren. Zur Konzeption einer Fahrradexkursion durch Frankfurt am Main

\* dambeck@em.uni-frankfurt.de, Institut für Physische Geographie, Goethe-Universität Frankfurt am Main

\*\* jannik.hoffmann@schule.hessen.de, Carl-Schurz-Schule

\*\*\* kanwischer@geo.uni-frankfurt.de, Institut für Humangeographie, Goethe-Universität Frankfurt am Main

\*\*\*\* milena.koehlerabril@schule.hessen.de, Charles-Hallgarten-Schule

eingereicht am: 05.05.2023, akzeptiert am: 10.07.2023

Der vom Klimawandel bedingte Temperaturanstieg wird begleitet von der Zunahme thermischer Belastungssituationen in urbanen Räumen. Am Beispiel einer erfahrungsbasierten Fahrradexkursion in Frankfurt am Main werden Lernende für die Problematiken des Stadtklimas sensibilisiert und durch Selbstwahrnehmung an außerschulischen Lernorten in die Lage versetzt, geeignete Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren. Das für die gymnasiale Oberstufe entwickelte Exkursionskonzept ist auf weitere Schulformen anwendbar und auf andere Standorte übertragbar.

Keywords: außerschulische Lernorte, Fahrradexkursion, Klimawandel, erfahrungsbasiertes Lernen, Stadtklima

### Experiencing the urban climate. On the conception of a bicycle excursion through Frankfurt am Main

Current global warming is leading to increased heat stress in urban areas. During an experience-based bicycle excursion in Frankfurt am Main, students will be sensitized to the problems of the urban climate and, through self-awareness at extracurricular learning sites, will be enabled to develop suitable adaptation measures. The excursion concept, originally developed for upper school, is applicable to other school types and is transferable to other locations.

Keywords: extracurricular places of learning, bicycle excursion, climate change, experienced-based learning, urban climate

## 1 Einleitung

Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung zeigen einen anhaltenden Trend zur globalen Urbanisierung im Verlauf dieses Jahrhunderts auf. Es wird erwartet, dass bis zum Jahr 2050 weltweit zwei von drei Menschen in einer Stadt leben werden. In Ländern mit höherem Entwicklungsstandard liegt der Prozentsatz schon heute bei 70%. In diesem Kontext besteht die Herausforderung, die urbanisierten Gebiete weiterhin nachhaltig zu entwickeln und damit die Lebensqualität für die Bewohner\*innen sicher zu stellen. Diesbezüglich sind Städte in Bezug auf das Stadtklima in den vergangenen Jahren zunehmend mit Beeinflussungen, wie beispielsweise hohen und steigenden Temperaturen, Luftverschmutzung, Hitzewellen, städtischen Wärmeineffekten und anderen klimatischen Phänomenen konfrontiert, die das Wohlbefinden der

Bewohner\*innen beeinträchtigen können (vgl. Henninger & Weber 2019).

Vor dem Hintergrund dieser lebensweltlichen Herausforderungen stellt sich aus einer exkursionsdidaktischen Perspektive folgende Frage: Wie kann ein erfahrungsbasiertes Exkursionskonzept gestaltet werden, das es den Schüler\*innen ermöglicht, die komplexen Zusammenhänge des Stadtklimas zu verstehen und sich mit den Auswirkungen auseinanderzusetzen, um Anpassungsmaßnahmen zu analysieren? Hiermit ist der Ausgangspunkt unseres Beitrags markiert. Im Folgenden werden wir ein Exkursionskonzept vorstellen, das auf Erfahrungen aus studentischen Lehrveranstaltungen für Bachelor- und Lehramtsstudiengänge an außeruniversitären Lernorten aufbaut, die seit einigen Jahren vom Erstautor gewonnen und für diese Veröffentlichung für die gymnasiale Oberstufe im Bundesland Hessen adaptiert wurden.

Im Hinblick auf die formulierte Fragestellung werden wir eingangs eine exkursionsdidaktische Verortung unseres Konzeptes vornehmen. Anschließend werden die inhaltlichen Grundlagen zum Stadtklima im Allgemeinen und im Speziellen mit Blick auf Frankfurt am Main präsentiert und eine didaktische Analyse vorgenommen, die auch die Lernziele und Kompetenzen thematisiert. Darauf aufbauend erfolgt die konkrete Vorstellung der praktischen Umsetzung der Exkursion. Abschließend wird ein Fazit gezogen und Hinweise für die konkrete Umsetzung im schulischen Kontext gegeben.

## 2 Exkursionsdidaktische Verortung

Ein Exkursionskonzept ist abhängig von verschiedenen Aspekten. Dazu gehören z. B. die Dimension des zeitlichen und räumlichen Umfangs, der thematische Schwerpunkt, die fachlichen und pädagogischen Zielsetzungen, die individuellen Haltungen und Vorerfahrungen der Leitung und der Lerngruppe sowie der lerntheoretische Hintergrund. Erst wenn Parameter wie diese berücksichtigt werden, können das Format, der didaktische Zugang, die Sozialform, die Methodik und die Interaktion zwischen Exkursionsleitung und Teilnehmenden bestimmt werden. Diese Faktoren beeinflussen wiederum die Partizipation, Aktivität oder Passivität der Lernenden.

Basierend auf diesen Überlegungen lassen sich drei grundlegende Arten von Exkursionen unterscheiden:

- erstens frontale, auf eine Lehrkraft ausgerichtete problemorientierte oder themengebundene Überblicksexkursionen;
- zweitens handlungsorientierte Arbeitsexkursionen;
- drittens selbstgesteuerte Spurensuche (vgl. Glasze et al. 2021; Stolz & Feiler 2018).

Das hier vorgestellte Exkursionskonzept ist auf einer konzeptionellen Ebene als handlungsorientierte Arbeitsexkursion zu verorten. Ein besonderer Wert wird auf erfahrungsbasierte Zugänge an den Standorten und die dort zu erledigenden Aufgabenstellungen gelegt. Ziel ist es, das Phänomen des Klimawandels auf die lokale Erfahrungsebene zu transferieren und die Schüler\*innen mit den Auswirkungen und Risiken des Stadtklimas zu konfrontieren bzw. allgemein für stadtklimatische Problematiken zu sensibilisieren. Dies soll u. a. dadurch erreicht werden, dass die Schüler\*innen zu Selbsterfahrung und aktivem Lernen aufgefordert werden. Die Realisierung erfolgt über haptische Erfassung von Temperaturunterschieden, Temperaturmessungen mit einfachen Messinstrumenten und visuellen Beschreibungen von klimasensitiven Standorten, wie z. B. hoch bebauten und/oder hoch verdichteten

Räumen oder Flächen mit hohem Versiegelungsgrad. Der unmittelbare Bezug zum Lebensumfeld (Schule und Wohnort) soll die persönliche Betroffenheit der Lernenden stimulieren und ihre Motivation fördern, sich mit den konkreten Ausprägungen und Folgen der thermischen Überwärmung (Stichwort: ‚Hitze in der Stadt‘) sowie geeigneten Anpassungsmaßnahmen auseinanderzusetzen. Mit anderen Worten: Lernenden wird die Gelegenheit gegeben, praktisch handelnd mit den ihnen begegnenden Dingen in Interaktion zu treten. Segbers (2018) hebt diesbezüglich in einem exkursionsdidaktischen Kontext zwei Aspekte hervor: Die Reflexion der Sache, die Gegenstand der Beobachtung ist, sowie die selbstreflexive Beobachtung der eigenen Veränderung, des eigenen Fühlens, des eigenen Erfahrungsprozesses. „Vor dem Hintergrund dieser intentional gefassten Auseinandersetzung mit den Dingen und der intentional gefassten Reflexion kann Erfahrung – mit DEWEY gesprochen – als forschendes Erfassen (Experiment) bezeichnet werden“ (Segbers 2018: 155). Darüber hinaus muss angemerkt werden, dass selbstbildende Erfahrung auch autonome Handlungen voraussetzt. Was wiederum bedeutet, dass es für „ein alltagsweltliches Erfahren idealtypisch wäre einen Erfahrungsraum zu offerieren, der radikal freie, unstrukturierte und unverbindliche Erfahrungen zuließe“ (Segbers 2018: 165). In einem formalen schulischen oder universitären Bildungsprozess auf Exkursionen, der curricular einen definierten Kanon an (über)fachlichen Zielen verfolgt, erfordert solch eine Forderung Kreativität, Gelassenheit und Reduktionsbereitschaft. In unserem Konzept haben wir insbesondere zwei Stellschrauben in den Blick genommen. Dies sind zum einen die Aufgabenstellungen, die Möglichkeiten eröffnen, mit Problemen und Analysen vor Ort in Kontakt zu treten sowie Herausforderungen und Lösungen zu diskutieren und zum anderen die Exkursionsleitung, die während der Exkursion im Hintergrund bleibt, und die Lernenden, die selbstständig in Kleingruppen unterwegs sind. Hierbei kann das Spektrum der Betreuung bei solch einer ‚Armchair-Exkursionsleitung‘ von der Nichtteilnahme an der Exkursion bis hin zur strukturierten ‚stillen Begleitung‘ reichen. Hilfreich ist in allen Fällen eine strukturierte Durchführung und natürlich die Fähigkeit der Lehrenden Vertrauen in die Lernergebnisse der Schüler\*innen zu haben.

## 3 Stadtklima: Die inhaltliche Vorbereitung

### 3.1 Begriffliche Annäherung und Grundlagen

Der Begriff ‚Stadtklima‘ beschreibt die anthropogen stark beeinflussten klimatischen Eigenheiten urbaner

Siedlungs- und Verdichtungsräume, die von den Verhältnissen im meist ländlich geprägten Umland abweichen. Als zentrale, die Entstehung des Stadtklimas begünstigende Einflussfaktoren, werden u. a. genannt (vgl. Henninger & Weber 2019):

- das anthropogen geschaffene Relief (Gebäude-Topographie);
- die Höhe und Dichte der Bebauung (Struktur);
- die Verbauung von Luftleitbahnen und Frischluftschneisen;
- der höhere Grad der Versiegelung;
- die veränderte aerodynamische Rauigkeit;
- die höhere Konzentration von Spurengasen (Aerosolen) in der Luft;
- das höhere spezifische Wärmespeichervermögen von künstlichen Oberflächen;
- der geringere Anteil an Freiräumen, insbesondere Grün- und Wasserflächen;
- die künstliche Wärmeerzeugung durch Haushalte, öffentliche Hand, Gewerbe und Verkehr.

Die modifizierten Wirkungsfaktoren im dichter umbauten Raum und die oft eingeschränkte Frischluftzufuhr von außerhalb sind verantwortlich für die Effekte der sogenannten städtischen Wärmeinsel (siehe Abb. 1), die auch als ‚Urban Heat Island‘ (UHI) beschrieben wird, weil die Lufttemperaturen insbesondere in den Großstädten ganzjährig häufig höher sind als in den umliegenden Gebieten und vor allem die nächtliche Abkühlung geringer ausfällt (vgl. Parlow & Schneider 2011).

Aufgrund dieses Phänomens gelten Gebiete mit hohem Verstädterungsgrad als besonders vulnerabel gegenüber den Folgen des Klimawandels. Die mit der Erwärmung verbundenen Folgen, wie z. B. die Zunahme und längere Verweildauer von sommerlichen Hitzeperioden, betreffen vor allem die Stadtbevölkerung und stellen Bund, Länder und Kommunen vor die Notwendigkeit geeigneter Schutz- (Mitigation) und Anpassungsmaßnahmen (Adaption) zu ergreifen,

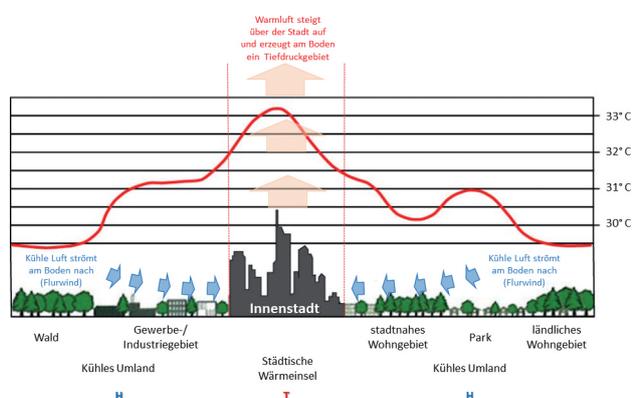


Abb. 1: Schematische Darstellung der Temperaturentwicklung einer städtischen Wärmeinsel (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von Hartmann 2016, verändert nach Dambeck & Wunderlich 2021)

die den negativen Auswirkungen entgegenwirken. Dies setzt die notwendige Kompetenz von Seiten der handelnden Personen in den politischen Gremien voraus (vgl. Knieling & Müller 2015).

Die Problematiken des Stadtklimas sind mit potenziellen Risiken für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen verknüpft (vgl. HLNUG 2015). Diese Risikopotenziale werden durch das Bevölkerungswachstum in den Städten verstärkt. Im Jahr 2021 lebten in Deutschland knapp über drei Viertel (77,5 %) der Bevölkerung in urbanen Räumen (vgl. World Bank o.J.). Der Anteil der Stadtbevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland ist relativ hoch und wird in den kommenden Jahren weiter anwachsen. Vor allem Metropolregionen und Impulszentren werden zukünftig einem dynamischen Wachstum ausgesetzt sein (vgl. Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung o.J.; RP Darmstadt 2019).

### 3.2 Stadtklimatische Situation von Frankfurt am Main

Wie schon erläutert, ist das Bevölkerungswachstum in den urbanen Zentren ein verstärkendes Element bezüglich der Bedeutung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in den Städten. Dies trifft in besonderem Maße auf Frankfurt am Main zu. Hier wurde Mitte 2022 mit 764474 Einwohner\*innen (Stichtag: 30.06.2022) ein neues Allzeithoch der Bevölkerung verzeichnet (vgl. Stadt Frankfurt am Main 2022). Bis zum Jahr 2030 wird mit etwa 810 000 Einwohner\*innen gerechnet (vgl. Stadt Frankfurt am Main 2016). Für das Jahr 2040 ist eine Zunahme auf 840 000 Bürger\*innen prognostiziert (vgl. Stadt Frankfurt am Main 2019: 13).

Naturräumlich ist das Stadtgebiet von Frankfurt am Main der Untermainebene und dem Main-Taunus-Vorland zugeordnet (vgl. Klausning 1988). Die Senkenlage am nördlichen Rand des Oberrheingraben und im Regenschatten des Taunus schafft eine klimatische Gunstsituation, die bei vorherrschenden Winden aus westlichen Richtungen durch mittlere Summen des Jahresniederschlages von ca. 629 mm und eine Jahresmitteltemperatur von ca. 10,5°C gekennzeichnet ist (vgl. DWD o.J.). Vom Beginn des 20. Jahrhunderts bis zum Ende der 1980er Jahre wurde ein vergleichsweise moderater Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur registriert. Ab etwa 1990 sind die Temperaturen sprunghaft auf einen Mittelwert von ca. 11°C angestiegen, was als Effekt der globalen Klimaerwärmung gedeutet werden kann (siehe Abb. 2).

Die meteorologische Messreihe von 1951–1980 weist an der Klimastation Frankfurt am Main-Flughafen noch ein langjähriges Jahresmittel der Tagestempe-

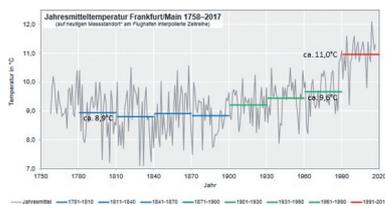


Abb. 2: Langjährige Zeitreihe der Jahresmitteltemperatur an der Station Frankfurt am Main-Flughafen; die farbigen Linien (blau, grün, rot) geben die Mittelwerte der 30-jährigen Klimanormalperioden an (Ausnahme: 1991–2017 nur 27 Jahre) (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von HLNUG 2018, verändert nach Dambeck & Wunderlich 2021)

ratur von 9,5°C und eine mittlere Zahl von jährlich 35 Sommertagen ( $T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$ ) aus (DWD 1950: A73). In späteren Jahren hat die Zahl der Sommer- und Hitzetage ( $T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$ ) zugenommen. Während im Bezugszeitraum von 1961–1990 im Mittel jährlich durchschnittlich 41 Sommer- und neun Hitzetage registriert wurden, stieg die Anzahl während der Zeitreihe 1991–2020 auf 59 bzw. 16 Tage an. Im Sommer 2018 wurden mit 108 Sommer- und 43 Hitzetagen die bisher höchsten Jahreswerte erreicht (vgl. DWD 2020a; WetterKontor o. J.; siehe Tab. 1). Auch eine Zunahme der Nächte, in denen die Temperatur nicht unter 20°C absinkt (sogenannte ‚Tropennächte‘), war zu verzeichnen (vgl. DWD 2020b). Diese Entwicklung wird sich in den nächsten Jahrzehnten bis an das Ende des 21. Jahrhunderts fortsetzen (vgl. HLNUG 2015, 2017).

Der von der Stadt Frankfurt am Main im Jahr 2016 herausgegebene Klimaplanatlas vermittelt einen Überblick der hitzesensiblen Zonen im Stadtgebiet. In gelben und roten Farbtönen sind Bereiche mit moderaten bis starken Überwärmungspotenzialen gekennzeichnet (siehe Abb. 3). Positive Beiträge für die Belüftung und thermische Regulierung von überhitzten Stadtbezirken gehen von Freiflächen (z. B. Wald, Äcker, Grünland, Parkanlagen, Teiche, Fließgewässer) in der Stadt (z. B. Grüneburgpark, Grüngürtel) aus, deren klimatisches Ausgleichspotenzial darin zu sehen ist, dass die durch Verdunstung (Transpiration, Evapotranspiration) erzeugte Verdunstungskälte die Temperaturspitzen lokal abschwächt und somit der

Überhitzung entgegenwirkt. Zur Abmilderung der urbanen Hitzeinseleffekte trägt auch der Zustrom von kühleren Luftmassen aus dem Umland bei, die dem Stadtgebiet über bevorzugte, i. d. R. topographisch vorgezeichnete Luftleitbahnen, zugeführt werden.

Eine wichtige Funktion für den Luftaustausch haben die Täler von Main und Nidda mit den überwiegend aus dem Vordertaunus zuströmenden tributären Gerinnen (z. B. Urselbach). Diese Frischluftschneisen sind von hoher Bedeutung für das Stadtklima, weil die zugeführte Luft aus dem Umland kühlende Wirkung entfaltet und die Luftqualität verbessert. Stadtklimatisch wichtige Ausgleichsräume liegen daher in der Peripherie der Stadt, bevorzugt in höher gelegenen Regionen. Aus diesen Räumen wird der Innenstadt kühle Luft über die vorhandenen Tiefenlinien (Frischluftkorridore) zugeführt, was die nächtliche Abkühlung der Innenstadtquartiere befördert.

Als Folge des prognostizierten Temperaturanstiegs wird die Hitzebelastung vor allem in den hochverdichteten Kernzonen der Siedlungszentren weiter zunehmen. Insbesondere der zahlenmäßig erwartete Anstieg der Sommer- und Hitzetage (‚Heiße Tage‘) und das wahrscheinliche Eintreten von längeren Hitzeperioden wird die bestehenden Problematiken des Stadtklimas verschärfen und Kommunen wie die Stadt Frankfurt am Main vor die Herausforderung stellen, geeignete Maßnahmen zur Klimaanpassung zu ergreifen, um die negativen Effekte für das Stadtklima abzumildern (vgl. RVFRM 2011). Dies setzt ein erweitertes Bewusstsein und die Handlungsbereitschaft der Stadtgesellschaft voraus, die erforderlichen stadtplanerischen Weichenstellungen zur Umsetzung politisch zu legitimieren.

## 4 Bezüge zu curricularen Dokumenten, didaktische Analyse und Kompetenzen

### 4.1 Bezüge zu curricularen Dokumenten

Die deutsche Kultusministerkonferenz (KMK) sieht in dem Ziel „junge Menschen zu befähigen, sich [...]“

Tab. 1: Temperatur- und Niederschlagsdaten sowie Anzahl der ‚Sommertage‘ und ‚Heiße Tage‘ im Zeitraum 2018–2022 für die Messstationen ‚Frankfurt am Main-Westend‘ und ‚Frankfurt am Main-Flughafen‘ (Quelle: WetterKontor o. J.)

	2018	2019	2020	2021	2022
Gemessene Maximaltemperatur [°C] <sup>1</sup>	36,5 (31.07.)	40,2 (25.07.)	37,4 (09.08.)	34,1 (17.06.)	38,5 (04.08.)
	37,0 (31.07.) <sup>1</sup>	40,1 (25.07.) <sup>1</sup>	37,5 (09.08.) <sup>1</sup>	34,8 (18.06.) <sup>1</sup>	38,4 (19.07.) <sup>1</sup>
Anzahl ‚Sommertage‘ <sup>2</sup>	108	80	74	57	95
	108	75	77	55	95
Anzahl ‚Heiße Tage‘ <sup>3</sup>	42	30	19	8	44
	43	30	19	8	37

<sup>1</sup> Angaben in runden Klammern: Datum an dem der Höchstwert gemessen wurde

<sup>2,3</sup> Obere Zeile = jeweils Daten für ‚Frankfurt am Main-Westend‘, untere Zeile = jeweils Daten für ‚Frankfurt am Main-Flughafen‘

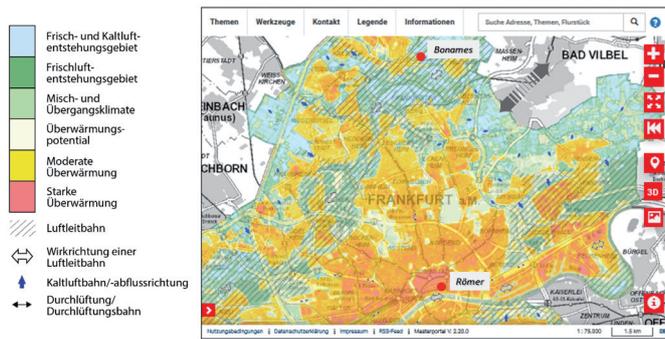


Abb. 3: Ausschnitt aus dem Klimaplanatlas der Stadt Frankfurt am Main (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von Stadt Frankfurt am Main o. J.)

zu orientieren und politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Fragen und Probleme kompetent zu beurteilen“ (KMK o. J.) eine Hauptaufgabe der schulischen Bildung. In der schulischen Praxis wird dem Anspruch vermehrt durch eine Bildung für nachhaltigen Entwicklung (BNE) Rechnung getragen. Die Geographie bietet hierfür den fachlichen Rahmen in Schule und Hochschule, um die gesamtgesellschaftlichen Problematiken des Klimawandels multiperspektivisch zu erörtern, zu bewerten und Lösungsvorschläge aufzuzeigen. In den Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss (vgl. DGFG 2020) wird insbesondere im Kompetenzbereich Fachwissen im Kontext der Mensch-Umwelt-Beziehungen der Klimawandel thematisiert. Dies bietet sich auch in Österreich an, wo Mensch-Umwelt-Beziehungen als eigenständiges Basiskonzept im österreichischen GW-Lehrplan der AHS Sek. II genannt werden (vgl. Bundesministerium für Bildung 2016). Im hessischen Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe ist das Themenfeld „Das Klima und seine Entwicklung“ in der Einführungsphase (E1/E2) als verbindlich zu unterrichtende Thematik unter der Überschrift „Mensch-Umwelt-System Erde“ eingeordnet (vgl. HKM o. J.a: 21). In den Unterrichtsschwerpunkten der höheren Jahrgangsstufen lassen sich Querbezüge zum Klimawandel herstellen (z. B. Q4.5 „Stadtökologie“; vgl. HKM o. J.a: 37), was die Bedeutung des Themas für die Schüler\*innenbildung unterstreicht.

#### 4.2 Didaktische Analyse

Die didaktische Analyse bezieht sich auf die Grundfragen zur Ermittlung des Bildungsinhalts nach Klafki (1969):

- Exemplarität: Die Auseinandersetzung mit dem Phänomen des Stadtklimas im Nahraum ermöglicht es, generalisierbare Schlüsse (z. B. Einflussfaktoren von Überwärmung, mikroklimatische Differenzen, Regulierungsmaßnahmen) zu ziehen

und die Ergebnisse auf andere Standorte innerhalb von Frankfurt am Main oder weiteren Kommunen transferieren und anwenden zu können.

- **Gegenwartsbezug:** Dieser wird durch Selbsterfahrungen realisiert, die nicht im Kontext eines abstrakten Ereignisses („globaler Klimawandel“) vollzogen werden, sondern durch die individuelle Erfahrung im eigenen Lebensumfeld direkt greifbar werden.
- **Zukunftsdeutung:** Hierbei geht es insbesondere darum, dass die Schüler\*innen in der Auseinandersetzung mit den lokalen Herausforderungen des Stadtklimas konfrontiert werden und im Lernprozess die Fähigkeiten erwerben, die eigene Zukunft auf lokaler Ebene mitzugestalten.
- **Thematische Strukturierung:** Diese wird durch eine vordefinierte Exkursionsstrecke gewährleistet, bei der die Abfolge der einzelnen Standorte in einem kausalen Zusammenhang steht.
- **Zugänglichkeit:** Neben der lebensweltlichen Orientierung und den erfahrungsbasierten Aufgabenstellungen dient insbesondere die authentische Auseinandersetzung mit dem Stadtklima dazu, die Herausforderungen des Klimawandels in den Fragehorizont der Schüler\*innen zu bringen.

#### 4.3 Lernziele und Kompetenzen

Als zentrale Lernergebnisse und Kompetenzen der Exkursion werden folgende Fähigkeiten definiert: Die Schüler\*innen können:

- stadtklimatisch unterschiedlich wirksame Raumsituationen entlang der Exkursionsroute identifizieren und charakterisieren;
- lokalklimatisch wirksame Einflussfaktoren benennen und analysieren;
- die klimatische Sensitivität und Vulnerabilität differenziert bewerten;
- ortsspezifische Handlungsbedarfe diskutieren;
- lokalitätsbezogen geeignete Maßnahmenvorschläge skizzieren, die in einem späteren Unterrichtsverlauf konkretisiert und weiterführend ausgearbeitet werden.

Diese Zielsetzungen sind kongruent mit den im hessischen Kerncurriculum für das Fach Geographie vorgegeben fachlichen und überfachlichen Kompetenzen (HKM o. J.b), wie z. B.:

- Erweiterung der sozialen, kommunikativen und personalen Kompetenzen durch kooperatives Arbeiten in Kleingruppen während der Exkursion, was ein hohes Maß an Verantwortlichkeit und die Bereitschaft partizipativ an gruppeninternen Entscheidungsprozessen und Absprachen mitzuwirken voraussetzt;

- Förderung von Involvement und der individuellen Fähigkeit wertbewusste und wertschätzende Haltungen einzunehmen durch das erfahrungsbasierte Konzept der Exkursion;
- Befähigung erzielte Ergebnisse kritisch-selbstreflexiv zu hinterfragen und an nachhaltigen Entwicklungen mitzuarbeiten durch die strukturierte Nachbereitung der Exkursion;
- Stärkung der räumlichen Orientierungskompetenz durch die selbstständige Wegstreckenführung;
- Methoden- und Analysekompetenz durch die Anwendung einfacher Messmethoden sowie die Auswertung und Interpretation von erhobenen Daten;
- Erwerb und Vertiefung von Bewertungs- und Beurteilungskompetenz auf Grundlage der erzielten Ergebnisse zum Stadtklima;
- Aneignung von raumbezogenen Handlungskompetenzen im Rahmen der Identifikation und Vorbereitung geeigneter Maßnahmenvorschläge zur Adaption des Klimawandels.

## 5 Exkursionsbeispiel: Stadtklima Frankfurt – Eine Fahrradtour durch eine sich aufheizende Stadt

Die Exkursion ist auf die Besonderheiten des Stadtklimas in Frankfurt am Main zugeschnitten. Dies-

bezüglich orientiert sich die Streckenführung (siehe Abb. 4) an der Grundidee, dass die Schüler\*innen eine ähnliche Route nehmen, wie die vor allem nachts aus nordöstlicher Richtung über das Tal der Nidda in die Stadt Frankfurt einströmende Kaltluft („Wetterauwind“). Darüber hinaus wurden Exkursionsstandorte ausgewählt, an denen verschiedene stadtklimatisch relevante Themen (z. B. Wirkung von Stadtgrün) exemplarisch von den Lernenden erarbeitet werden können. Als Grundlage für die Auswahl von Standorten dienen thematische Karten, wie z. B. die in den Klimaplanatlas integrierte Klimafunktionskarte, die über das Geoportal der Stadt Frankfurt am Main öffentlich zugänglich ist (vgl. Stadt Frankfurt am Main o.J.). In der Karte sind Gebiete mit Überwärmungspotential (Wirkungsräume) innerhalb des Stadtgebietes sowie Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete, Luftleit- und Durchlüftungsbahnen sowie Bewegungsrichtungen der Kaltluft dargestellt (vgl. INKEK 2016). Zur Orientierung wurde zudem das Strahlen- und Speichenkonzept von F. von Borries (o.J.) herangezogen, um auf dieser Basis stadtklimatisch relevante Lokalitäten zu identifizieren.

Die Exkursion hat einen zeitlichen Rahmen, der je nach Lerngruppe zwischen vier und sechs Stunden variieren kann und erstreckt sich über ca. 10 Kilometer. Startpunkt ist der Alte Flugplatz in Bonames (siehe Abb. 4). Von dort folgt die Route dem Fluss-

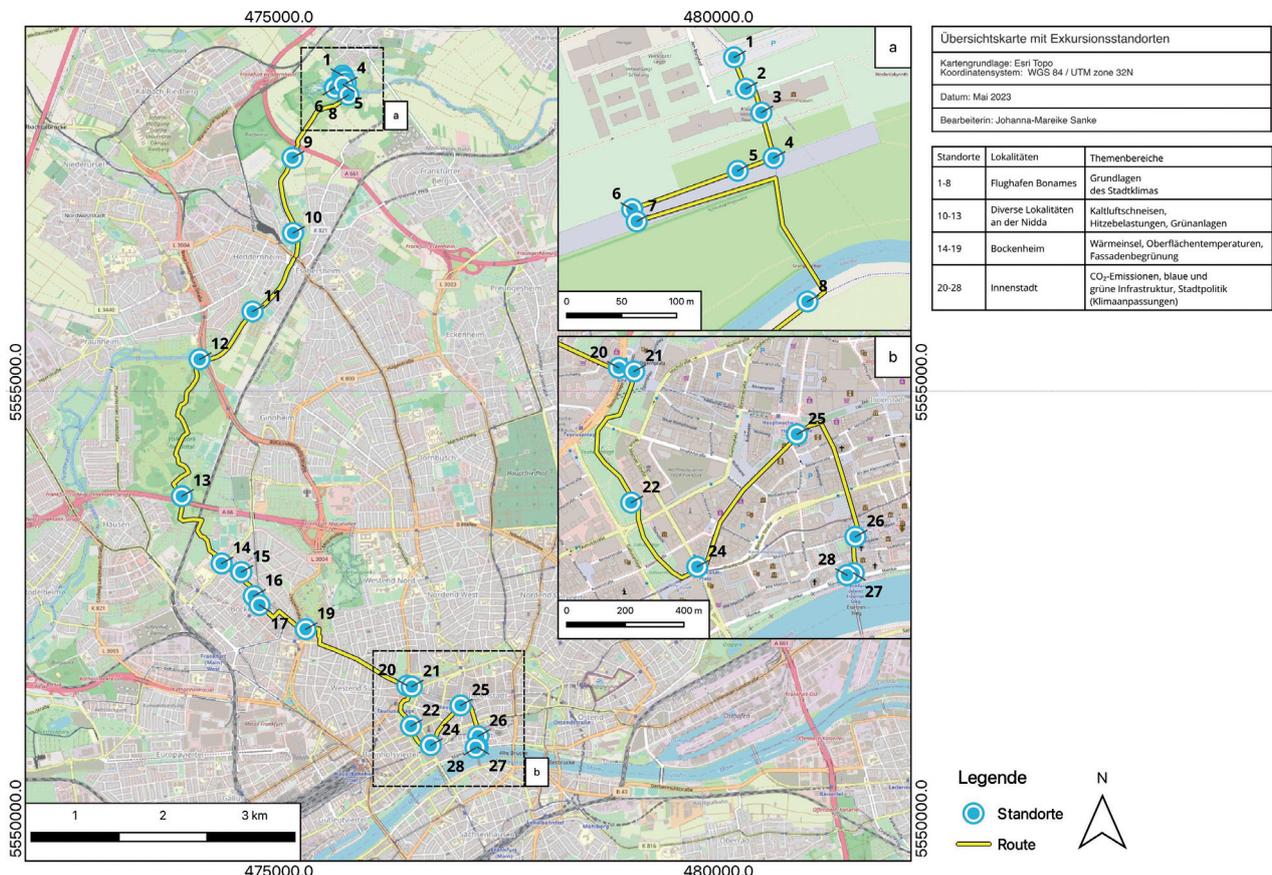


Abb. 4: Übersichtskarte der Exkursionsroute mit Standorten (Quelle: Darstellung von Johanna-Mareike Sanke auf Grundlage von Esri Topo)

lauf der Nidda in südwestliche Richtungen durch das Gelände der Bundesgartenschau 1989, den Stadtteil Bockenheim und die Alte Oper in die Innenstadt, um schließlich in der Altstadt von Frankfurt auf dem Römerplatz vor dem Römer (Rathaus von Frankfurt am Main) zu enden. Dabei wechseln sich Streckenabschnitte (Stationen), die spezifische ortsgebundene Themen behandeln, mit Örtlichkeiten ab, an denen allgemein übertragbare stadtklimatische Fragestellungen thematisiert werden. Die Exkursionsroute umfasst 27 Stationen, die z.T. an Standorten gruppiert sind (siehe Abb. 4).

Als zentrales Unterrichtsmaterial dient eine eigens für die Exkursion mit der frei zugänglichen Software ArcGIS StoryMaps (siehe: <https://storymaps.com/de>) erstellte Story Map (siehe Abb. 5). Eine Story Map ist eine interaktive Webkarte, die unterschiedliche Elemente wie Karten, Text, Fotos und Videos integriert. Die Story Map ist unter folgendem Link abrufbar: <https://storymaps.arcgis.com/stories/b4a7802b59bb46ffa5e979de37356880>.

In der Story Map ist die Streckenführung für die Schüler\*innen visualisiert. Zu den einzelnen Standorten gibt es einführende Texte sowie die Aufgabenstellungen und die hierfür notwendigen Materialien, wie z. B. Karten, Diagramme und kurze Infotexte. Die Story Map ermöglicht es den Teilnehmer\*innen die Exkursion ohne Begleitung einer Lehrkraft in Kleingruppen zu absolvieren. Im Prinzip handelt es sich hierbei um eine Form von Stationenarbeit im Kontext eines offenen Unterrichts, der das entdeckende, problemlösende, handlungsorientierte und selbstverantwortliche Lernen fördert.

Im Folgenden werden einige Standorte der Exkursion exemplarisch vorgestellt. Als Ausgangspunkt für die Exkursion dient der bis in das Jahr 1992 von der US-Armee als Hubschrauber-Landeplatz genutzte

„Alte Flugplatz Bonames“ an (siehe Abb. 4: Standorte 1–8). Das an einer Radwegeverbindung entlang der Nidda gelegene Freigelände ist Teil eines beliebten Naherholungsgebietes („Frankfurter Grüngürtel“) und dürfte zahlreichen Schüler\*innen in Frankfurt als örtlicher Bezugspunkt bekannt sein. Die Datenerhebung beginnt direkt an diesem Standort. Die erste Aufgabe besteht darin, Hypothesen zu formulieren, wie das Stadtklima verbessert werden kann. Eine weitere Aufgabe an diesem Standort dient dem Erfassen von unterschiedlichen Temperaturen in Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit und lautet: „Gerade an sonnigen Tagen könnt Ihr die Temperaturunterschiede von bestimmten Oberflächen sehr gut mit eurer Hand vergleichen. Legt die Hand dafür auf die jeweilige Oberfläche (Asphalt: grau und weiß / Wiese: grün). Welche Unterschiede könnt Ihr zwischen der weißen, der grauen und der begrünten Oberfläche erfühlen? Decken sich eure Beobachtungen mit den Messergebnissen der Bilder und dem Video?“ Die Schüler\*innen erfassen hierbei die variierende Wärmeentwicklung und -abstrahlung von begrünten und versiegelten Oberflächen mit Hilfe körperlicher Erfahrungen, die von vergleichenden Temperaturmessungen ergänzt werden. Nach diesem Einstieg am ersten Standort führen die Schüler\*innen die Exkursion selbstständig und ohne weitere Unterstützung der Lehrkraft durch.

Vom Alten Flugplatz Bonames ausgehend, gibt die Nidda über eine längere Strecke, an der mehrere weitere Standorte liegen, die Fahrtrichtung vor. Die Orientierung am Fluss hat den Vorteil, dass die Navigation für die Schüler\*innen relativ einfach ist. Zudem sind die Teilnehmenden ausschließlich auf Radwegen unterwegs. Die Schüler\*innen haben so ausreichend Zeit, ein eigenes Tempo zu finden und sich an das Fahren in der Gruppe zu gewöhnen. Generell wurden Standorte ausgewählt, die aufgrund des jeweiligen

## Stadtklima Frankfurt

Fahrradtour durch eine sich aufheizende Stadt

Jannik Hoffmann  
30. Juni 2021

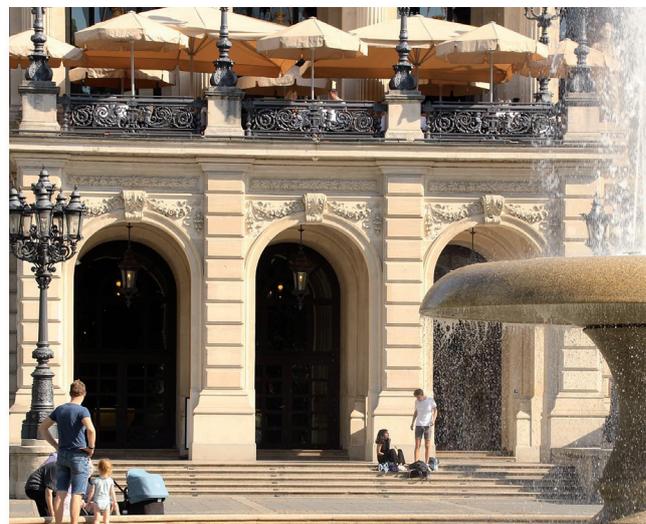


Abb. 5: Story Map „Stadtklima Frankfurt. Fahrradtour durch eine sich aufheizende Stadt“  
(Quelle: Screenshot von <https://storymaps.arcgis.com/stories/b4a7802b59bb46ffa5e979de37356880> (31.07.2023))

Erscheinungsbildes von den Schüler\*innen einfach zu identifizieren sind, wie z. B. Wegeausbuchtungen oder -markierungen und Brückenbauwerke.

Im Rahmen der weiteren Streckenführung dient die Unterführung der Bundesautobahn A66 als Objekt, um den Einfluss von Straßendämmen, die als physische Barrieren das ungehinderte Zuströmen von Kaltluft aus den Ausgleichsräumen in die Wirkungsgebiete behindern und sich ungünstig auf die Förderung des Stadtklimas auswirken können, zu analysieren (siehe Abb. 4: Standorte 13–14). Die Aufgabenstellung an dieser Station ist folgendermaßen formuliert: „Schaut Euch die Grafik an. Skizziert, wie sich die daraus entnommenen Informationen auf die Brücke vor Euch anwenden lassen. Hält diese Brücke den Kaltluftstrom auf oder kann die Luft, genauso wie ihr mit euren Fahrrädern, ungehindert passieren?“

Ein weiterer Schwerpunkt der Exkursion befasst sich mit den Effekten einer Fassadenbegrünung auf das lokale Klima. Anhand von begrünten Hinterhöfen (Sophienstraße; siehe Abb. 4: Station 15) wird die spezifische mikroklimatische Situation analysiert, die sich als Folge der Bepflanzung von Hinterhöfen einstellt. Die Untersuchung von unterschiedlich gestalteten Außenfassaden an Gebäuden im Stadtteil Bockenheim, dient ebenfalls der Analyse der thermischen Wirkungen, die ein Pflanzenbewuchs oder die Fassadenfarbe über Albedo-Effekte (hell, dunkel) auf die Temperaturentwicklung und Wärmerückstrahlung bei intensiver Sonnenbestrahlung haben kann (siehe Abb. 4: Standorte 16–19). Eine Aufgabenstellung lautet hier: „Schaut euch jetzt das zweite Foto mit der Wärmebildaufnahme und das Video mit dem Oberflächenthermometer an. Setzt euer am Flugplatz erworbenes Wissen mit den Messergebnissen dieses Standorts in Beziehung. Was könnt ihr aus den Messungen schließen?“

Zum Abschluss der Exkursion werden verschiedene Standorte in der Innenstadt angefahren (siehe Abb. 4: Standorte 20–27), die von den Effekten der Wärmeinsel am stärksten betroffen sind. Angefangen im Bereich der Alten Oper, wo der versiegelte Vorplatz ein Überwärmungspotenzial aufweist und der dort installierte Brunnen zugleich kühlende Wirkung erzielt, führt die Strecke entlang des Anlagenrings in Richtung Willy-Brandt-Platz (siehe Abb. 4: Standort 24). Hier steht der Wärmeinseleffekt im Mittelpunkt, da die Gebäude-Topographie im ‚Central Business District‘ die nächtliche Abkühlung behindert. In den Parkanlagen des Anlagenrings sammeln die Schüler\*innen zudem wichtige Informationen zur Bedeutung von Stadtbäumen für das Stadtklima, bevor mit der Hauptwache und dem Römer, weitere nahezu vollständig versiegelte Standorte angesteuert werden, für die bisher kaum stadtklimatische Anpassungsmaß-

nahmen implementiert wurden. An diesen Stationen werden die eingangs formulierten Hypothesen und Anpassungsmaßnahmen diskutiert.

## 6 Resümee, Bedingungskriterien und Transferierbarkeit

Teilthematiken der hier vorgestellten Fahrradexkursion sind seit Jahren fester Bestandteil von Lehrveranstaltungen, die am Institut für Physische Geographie der Goethe-Universität Frankfurt am Main mit Bachelor- und Lehramtsstudierenden erfolgreich an außeruniversitären Lernorten durchgeführt und in abgewandelter Form in das Exkursionskonzept übernommen wurden. Die Umsetzung der Exkursion wurde mehrfach, davon einmal mit einer Oberstufenklasse, erprobt. Hierbei ist das exkursionsdidaktische Konzept so angelegt, dass die Lernenden die Inhalte eigenständig unter Zuhilfenahme der von Seiten der Lehrkraft bereitgestellten Selbstlernmaterialien, d. h. gänzlich ohne Unterstützung der Lehrkraft, bearbeiten. Die physische Anwesenheit der Lehrkraft als ‚stille Begleitung‘ im Hintergrund erwies sich bei der Erprobung jedoch als sehr hilfreich, um bei auftretenden Problemen (z. B. Technik) gezielt Hilfestellung zu leisten. Darüber hinaus war eine funktionierende Gruppendynamik zwischen den Schüler\*innen ein wichtiger Bestandteil des erfolgreichen Praxistests, da den Lernenden das selbstständige Erarbeiten der Exkursionsinhalte zu Beginn übertragen wird. Gruppeninterner Austausch und Diskussionen sind dabei explizit beabsichtigt. Deshalb müssen die Schüler\*innen darin geschult sein, gemeinsam Aufgaben produktiv und konstruktiv zu bearbeiten und in der Gruppe richtig zu navigieren. Besonders eindrucksvoll verläuft die Exkursion an Sommertagen mit hoher Sonneneinstrahlung. Hier können die in der Story Map vorgestellten Sachverhalte am besten am eigenen Körper erfahren werden. Gleichwohl müssen für eine erfolgreiche Durchführung einige allgemeine Voraussetzungen berücksichtigt sowie spezifische technische Infrastruktur bereitgestellt werden (siehe Infokasten).

Prinzipiell ist das vorgestellte Exkursionskonzept auf andere Schulformen und Jahrgangsstufen transferierbar, setzt in dem Fall allerdings lerngruppenspezifische Anpassungen (z. B. didaktische Reduktion) und ggfs. fachliche Hilfestellung durch die verantwortliche Lehrkraft voraus. Die in der Exkursion thematisierten Herausforderungen des Klimawandels anhand des Stadtklimas stellt sich überall an Orten, wo das Potenzial für thermische Überwärmung aufgrund der vorhandenen Raumstrukturen gegeben ist, wie z. B. dichte und hohe Bebauung sowie eingeschränkte bis fehlende Durchlüftung. Hierbei bietet es sich jedoch

## Infokasten Allgemeine Voraussetzungen und technische Infrastruktur

### Allgemeine Voraussetzungen

- Zustimmung der Schulleitung zur Durchführung des Vorhabens (zuzüglich der ggfs. vorbereitend erforderlichen inhaltlichen und organisatorischen Absprachen).
- Vorprüfung der Routenführung durch die Lehrkraft unter Berücksichtigung von Aspekten der Verkehrssicherheit (z. B. Möglichkeit der Nutzung von Radwegen-/streifen, Einbeziehung von verkehrsberuhigten Bereichen, Durchgängigkeit/Barrierefreiheit des Streckenverlaufes, temporäre Hindernisse, Baustellen).
- Instruktions-Einheit zur Einführung der Lernenden (Aufgaben, Ziele, organisatorischer Rahmen) inklusive Fahrrad-Sicherheitscheck und Belehrung (z. B. Einhaltung der Verkehrsregeln, richtiges Verhalten im Straßenverkehr) und Hinweisen zur individuellen Ausstattung, die mitzuführen ist (z. B. witterungsangepasste Bekleidung, Rucksack mit Tagesverpflegung, Verbandsmaterial, Sonnenschutz).
- Einholen der ggfs. erforderlichen Zustimmungsbescheide von Erziehungsberechtigten bei minderjährigen Schüler\*innen.
- Verbindliche Fixierung und Kommunikation von Treffpunkten und obligatorischen Exkursionsstandorten (z. B. Start, Ziel) an die Teilnehmenden.

### Technische Infrastruktur

- Verkehrssicheres Fahrrad und autonome Fahrradmobilität für die Dauer der Veranstaltung. Zur Einschätzung der Verkehrstüchtigkeit sind die Checklisten der DGUV (2015; 2019a; 2019b) zu empfehlen.
- Gruppenspezifischer Zugang zu mindestens einem internetfähigen mobilen Endgerät (z. B. Smartphone, Tablet), mit ausreichendem Datenvolumen und Zugang zur Browser-basierten Story Map, welches während der Exkursion mitzuführen ist, sowie Grundkenntnisse der Bedienung der Story Map und der dort angebotenen Navigationshilfe.
- Idealerweise zusätzlicher Zugang zur Software GoogleMaps oder einem anderen Navigationssystem, um bei fehlender Kompatibilität von Programmen auf Alternativen zugreifen zu können.
- Verfügbarkeit von drahtlosen Netzwerken sowie mobilen Diensten und Anwendungen.
- Klemmbrett und Schreibutensilien für Notizen und zur analogen Ergebnissicherung, die parallel zur digitalen Datenerfassung zu gewährleisten ist, um bei fehlender Datensicherung oder Störungen der Netzanbindung auf eine vollständige Datengrundlage zugreifen zu können.
- Fakultativ, wenn in der Schule vorhanden, Geräte und Instrumente in Gruppenstärke für die Datenerhebung während der Exkursion (z. B. IR-Oberflächenthermometer, Wärmebildkamera, Windstärkenmesser).

auch an, die Exkursion in den Randbezirken der Kommune zu beginnen und von dort den Weg in das Zentrum der Siedlung zu wählen.

Insgesamt beinhaltet das vorgestellte Konzept ein hohes Maß an Flexibilität für die praktische Umsetzung. Für die Erfassung der Lerninhalte sind Vorkenntnisse über Klima und Klimawandel sowie physikalisches Grundwissen (z. B. Grundbegriffe der Wärmelehre) hilfreich. Bei zu geringen bis fehlenden Vorkenntnissen kann den Schüler\*innen durch entsprechende Unterstützung (z. B. Begleit- und Anschauungsmaterialien, informelle Querverweise und Zusatzinformationen) dennoch die Teilnahme ermöglicht werden. Zudem müssen in Abhängigkeit von den jeweils spezifischen Bedingungen am Schulort hinsichtlich Flächenpotenziale, Raumstrukturen, Unterrichtsbudget und Geräteausstattung Anpassungen vorgenommen werden. Alternativ zum Grundkonzept kann die Durchführung der Stadtklimaexkursion

auch ohne technische Ausstattung durchgeführt werden. Die Materialien und Aufgabenstellungen können mittels eines klassischen Exkursionsreaders bereitgestellt werden und die Wärmemessungen ausschließlich auf die sensorischen Wahrnehmungen der Teilnehmenden abgestellt sein. Zu guter Letzt bietet das Exkursionskonzept auch die Möglichkeit der Adaptation für eine problemorientierte Übersichtsexkursion.

### Literatur

- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (o.J.): Bundesländer Demografieportal. Wiesbaden. <https://www.demografie-portal.de/DE/Fakten/bevoelkerungsentwicklung-regional-zukunft.html> (04.05.2023)
- Bundesministerium für Bildung (2016): Verordnung der Bundesministerin für Bildung, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen geändert wird; Bekanntmachung, mit der die Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen geändert wird. Wien. BGBl. II

- Nr. 219/2016 vom 9.8.2016. <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2016/219> (20.06.2023)
- Dambeck, R. & J. Wunderlich (2021): Klimawandel und Stadtentwicklung in Frankfurt am Main. In: Geographische Rundschau 9. S. 4–7.
- DGfG – Deutsche Gesellschaft für Geographie (2020): Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss – mit Aufgabenbeispielen. Bonn. [https://geographie.de/wp-content/uploads/2020/09/Bildungsstandards\\_Geographie\\_2020\\_Web.pdf](https://geographie.de/wp-content/uploads/2020/09/Bildungsstandards_Geographie_2020_Web.pdf) (04.05.2023)
- DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Fachbereich Bildungseinrichtungen. Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (2015): Checkliste: Mit der Klasse auf Radtour. Kiel. [https://www.dguv.de/medien/inhalt/praevention/themen\\_a\\_z/verkehrssicherheit/fahrrad/checkliste.pdf](https://www.dguv.de/medien/inhalt/praevention/themen_a_z/verkehrssicherheit/fahrrad/checkliste.pdf) (04.05.2023)
- DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2019a): Prüf Dein Fahrrad - Checkliste für „Das sichere Fahrrad“. DGUV Information 202-097. DGUV, Berlin.
- DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2019b): Mit der Schulklasse sicher unterwegs. DGUV Information 202-047. Berlin. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/1409/mit-der-schulklasse-sicher-unterwegs> (04.05.2023)
- DWD – Deutscher Wetterdienst (1950): Klimadaten der Bundesrepublik Deutschland. Zeitraum 1950–1980 Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Sonnenschein, Bewölkung). Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2020a): August treibt die Sommerbilanz nach oben. [www.dwd.de](http://www.dwd.de) (04.05.2023)
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2020b): Aus extrem wurde normal: Sommer in Deutschland, der Schweiz und Österreich immer heißer. [www.dwd.de](http://www.dwd.de) (04.05.2023)
- DWD – Deutscher Wetterdienst (o. J.): Wetter und Klima vor Ort, Frankfurt (Flughafen). [www.dwd.de](http://www.dwd.de) (04.05.2023)
- Glasze, G., R. Pütz & F. Weber (2021): Interaktive Exkursionen. Konzeption – Vorbereitung – Durchführung. Springer VS, Wiesbaden.
- Hartmann, C. (2016): Die städtische Wärmeinsel. [https://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/Thema\\_des\\_Tages/2143/die-staedtische-](https://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/Thema_des_Tages/2143/die-staedtische-) (04.05.2023)
- Henninger, S. & S. Weber (2019): Stadtklima. Schöningh, Paderborn
- HKM – Hessisches Kultusministerium (o. J. a): Kerncurriculum gymnasiale Oberstufe. Erdkunde. Wiesbaden. <https://kultusministerium.hessen.de/sites/kultusministerium.hessen.de/files/2021-07/kcgo-ek.pdf> (04.05.2023)
- HKM – Hessisches Kultusministerium (o. J. b): Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe I – Gymnasium. Wiesbaden. [https://kultusministerium.hessen.de/sites/kultusministerium.hessen.de/files/2021-06/kerncurriculum\\_erdkunde\\_gymnasium.pdf](https://kultusministerium.hessen.de/sites/kultusministerium.hessen.de/files/2021-06/kerncurriculum_erdkunde_gymnasium.pdf) (04.05.2023)
- HLUG – Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2015): Folgen des Klimawandels für die menschliche Gesundheit. HLUG (Fachzentrum Klimawandel Hessen), Wiesbaden.
- HLNUG – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2017): Hitze in der Stadt. HLNUG (Fachzentrum Klimawandel und Anpassung), Wiesbaden.
- HLNUG – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2018): Klimawandel in der Zukunft. HLNUG (Fachzentrum Klimawandel Hessen), Wiesbaden.
- INKEK – Institut für Klima- und Energiekonzepte (2016): Klimaplanatlas Frankfurt am Main. Gesamtstädtische Klimaanalyse mit Bewertungskatalog, Planungsempfehlungen, Vulnerabilitätsanalyse, Mikroklimastudien und Integration der zukünftigen baulichen sowie klimatischen Veränderungen. Stadt Frankfurt am Main – Umweltamt, Lohfelden.
- Klafki, W. (1969): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. In: Roth, H. (Hg.): Didaktische Analyse. Schroedel, Hannover. S. 5–23.
- Klausing, O. (1988): Die Naturräume Hessens mit einer Karte der naturräumlichen Gliederung 1:200 000 (= Schriftenreihe HLFU 67). HLFU, Wiesbaden.
- Knieling, J. & B. Müller (2015): Klimaanpassung in Städten und Regionen. Handlungsfelder und Fragestellungen aus Sicht der Stadt- und Regionalentwicklung. In: Knieling, J. & B. Müller (Hrsg.): Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalentwicklung. Ansätze, Instrumente, Maßnahmen und Beispiele (= Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten 7). Oekom-Verlag, München. S. 9–24.
- KMK – Kultusministerkonferenz (o. J.): Demokratiebildung, Zielsetzung und Aktivitäten der Kultusministerkonferenz. <https://www.kmk.org/themen/allgemeinbildende-schulen/weitere-unterrichtsinhalte-und-themen/demokratiebildung.html> (04.05.2023)
- Parlow, E. & C. Schneider (2020): Besonderheiten des Stadtklimas. In: Gebhardt, H., R. Glaser, U. Radtke, P. Reuber & A. Vött (Hrsg.): Geographie. Physische Geographie und Humangeographie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. S. 282–289.
- RP Darmstadt – Regierungspräsidium Darmstadt (2019): Gutachten REK. Regionales Entwicklungskonzept Südhessen. Darmstadt. [https://rp-darmstadt.hessen.de/sites/rp-darmstadt.hessen.de/files/2022-05/regionales\\_entwicklungskonzept.pdf](https://rp-darmstadt.hessen.de/sites/rp-darmstadt.hessen.de/files/2022-05/regionales_entwicklungskonzept.pdf) (04.05.2023)
- RVFRM – Regionalverband FrankfurtRheinMain (2011): Kommunen im Klimawandel – Wege zur Anpassung. [https://www.klimaenergie-frm.de/media/custom/2617\\_61\\_1.PDF?1449127644](https://www.klimaenergie-frm.de/media/custom/2617_61_1.PDF?1449127644) (04.05.2023)
- Segbers, T. (2018): Abenteuer Reise. Erfahrungen bilden auf Exkursionen. Lit-Verlag, Berlin.
- Stadt Frankfurt am Main (o. J.): Geoportal. Der Klimaplanatlas von Frankfurt am Main. <https://frankfurt.de/themen/klima-und-energie/stadtklima/klimaplanatlas> (04.05.2023)
- Stadt Frankfurt am Main (2016): Statusbericht Frankfurt am Main 2030. Dezernat Planen und Bauen, Frankfurt am Main.
- Stadt Frankfurt am Main (2019): Frankfurt 2030+. Integriertes Stadtentwicklungskonzept. Dezernat Bauen und Wohnen, Frankfurt am Main.
- Stadt Frankfurt am Main (2022): Statistik Aktuell. Ausgabe 07/2022. Bürgeramt Statistik und Wahlen, Frankfurt am Main.
- Stolz, C. & B. Feiler (2018): Exkursionsdidaktik. Ein fächerübergreifender Praxisratgeber. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- The World Bank (o. J.): World Development Indicators. Urban population 2021. Washington. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators?l=en> (04.05.2023)
- Von Borries, F. (o. J.): Strahlen und Speichen. Stadtentwicklungskonzept für Frankfurt am Main, 2011–2014. <https://www.friedrichvonborries.de/de/projekte/strahlen-und-speichen> (04.05.2023)
- Wetterkontor (o. J.): Wetterdaten Deutschland. <https://www.wetterkontor.de/> (04.05.2023)