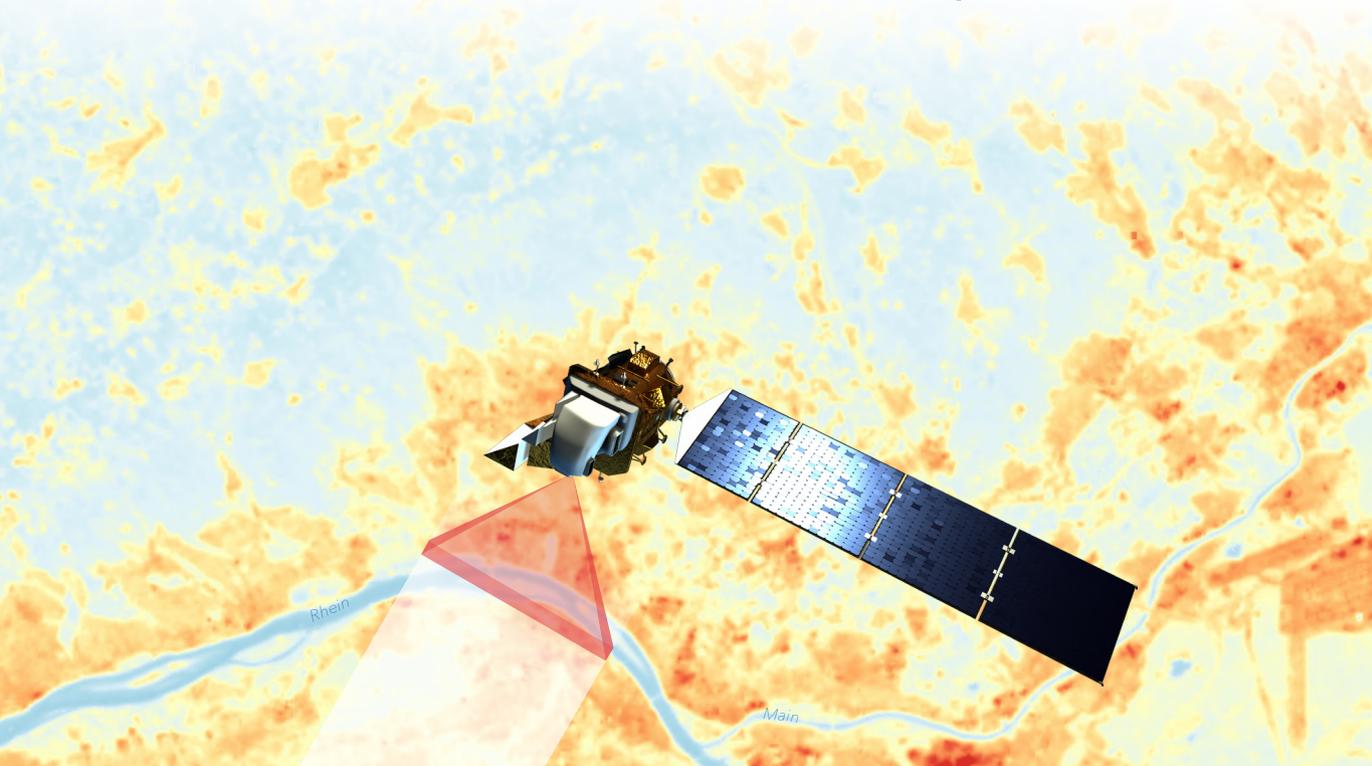


Hessisches Landesamt
für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Fachzentrum Klimawandel und Anpassung



Satellitenfernerkundung in Hessen

Mit Hitzekarten Hessens Hot Spots erkennen



Klimawandel in Hessen – Schwerpunktthema



Impressum

Klimawandel in Hessen – Schwerpunktthema

Projektbearbeitung
und Redaktion: Harald Hoeckner, Christine Kolbe, Dr. Carina Kübert-Flock

Satz und Layout: Nadine Fechner, Nadine Senkpiel, Harald Hoeckner

Herausgeber, © und Vertrieb: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Fachzentrum Klimawandel und Anpassung
Kompetenzstelle für Fernerkundung
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 6939-111
Telefax: 0611 6939-113
E-Mail: vertrieb@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Das HLNUG auf Twitter
https://twitter.com/hlnug_hessen

Stand: Dezember 2022

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Diese Broschüre wurde auf Recyclingpapier gedruckt.

Bildnachweis

Umschlagvorderseite: © HLNUG, Grafik Landsat: NASA



*Prof. Dr. Thomas Schmid
Präsident des
Hessischen Landesamtes
für Naturschutz, Umwelt
und Geologie*

Vorwort

Aus der Ferne kann man manches besser erkennen: Riesige Wirbelstürme, die sich in den Tropen zusammenbrauen, das Ausmaß der Regenwaldabholzung im Amazonas oder das Wachstum von Megastädten. Der Einfluss des Menschen auf unseren Planeten wird aus dem All besonders deutlich. Mit beeindruckenden Bildern hat die Satellitenfernerkundung zu einem globalen Bewusstsein für Nachhaltigkeit beigetragen. Auch für regionale Fragestellungen ist die Fernerkundung heute zu einem wichtigen Werkzeugkasten geworden – so auch für uns in Hessen.

Verschiedene Satelliten umkreisen die Erde, ihre Sensoren scannen regelmäßig die Erdoberfläche und erfassen so die Veränderungen. Die Fernerkundung liefert dabei im Umweltbereich z. B. Informationen über das Wettergeschehen, den Zustand der Infrastruktur, der Gewässer und der Wälder sowie anderer Ökosysteme. Es können auch Bodenbewegungen überwacht werden oder das Ausmaß der Schneebedeckung und Überflutungen. Zusätzlich bietet die Fernerkundung die Möglichkeit, Landoberflächentemperaturen zu erfassen.

Jede der aufgezählten Anwendungen benötigt dabei unterschiedliche Sensoren der Satelliten und Auswertungen. Die Kompetenzstelle Fernerkundung befasst sich mit den Anwendungen und geeigneten Analysemethoden für die Umwelt in Hessen. Gemeinsam mit dem Fachzentrum Klimawandel und Anpassung hat die Kompetenzstelle Fernerkundung für ganz Hessen Produkte entwickelt, die auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Maßstäben Informationen zum Thema „Hitzebetroffenheit“ in Hessen liefern.

In dieser Broschüre geben wir einen Einblick in die Satellitenfernerkundung und zeigen, wie mittels von Sensoren auf Satelliten gemessenen Oberflächentemperaturen die heißen Orte in Hessen erkannt werden können. Städte und Gemeinden können damit die Hitzebelastung im kommunalen Gebiet einschätzen, die Verteilung der Hitzebelastung analysieren und den Bedarf einer detaillierten Klimaanalyse abschätzen. Die Analysen unterstützen dabei, sich besser an das Klima der Zukunft anzupassen.

Fernerkundung

Beobachtungsdaten und Modellsimulationen sind die Grundlagen für unser Verständnis des Klimasystems. Die Fernerkundung, bei der Informationen über die Erdoberfläche oder die Atmosphäre aus der Ferne von Sensoren auf Satelliten (lat. *satelles* „Begleiter“) erfasst werden, ist ein wichtiger Bestandteil dieser Beobachtungen. Seit den ersten Messungen der Sonneneinstrahlung mit Sensoren an Bord des Vanguard-2-Satelliten im Jahr 1959 hat sich die Fernerkundung allmählich zu einer führenden Forschungsmethode in Studien zum Klimawandel entwickelt. Die Technologie hat sich stark weiterentwickelt und verbessert. Heute sind Satellitendaten aus der Wettervorhersage und der Klimaforschung nicht mehr wegzudenken.

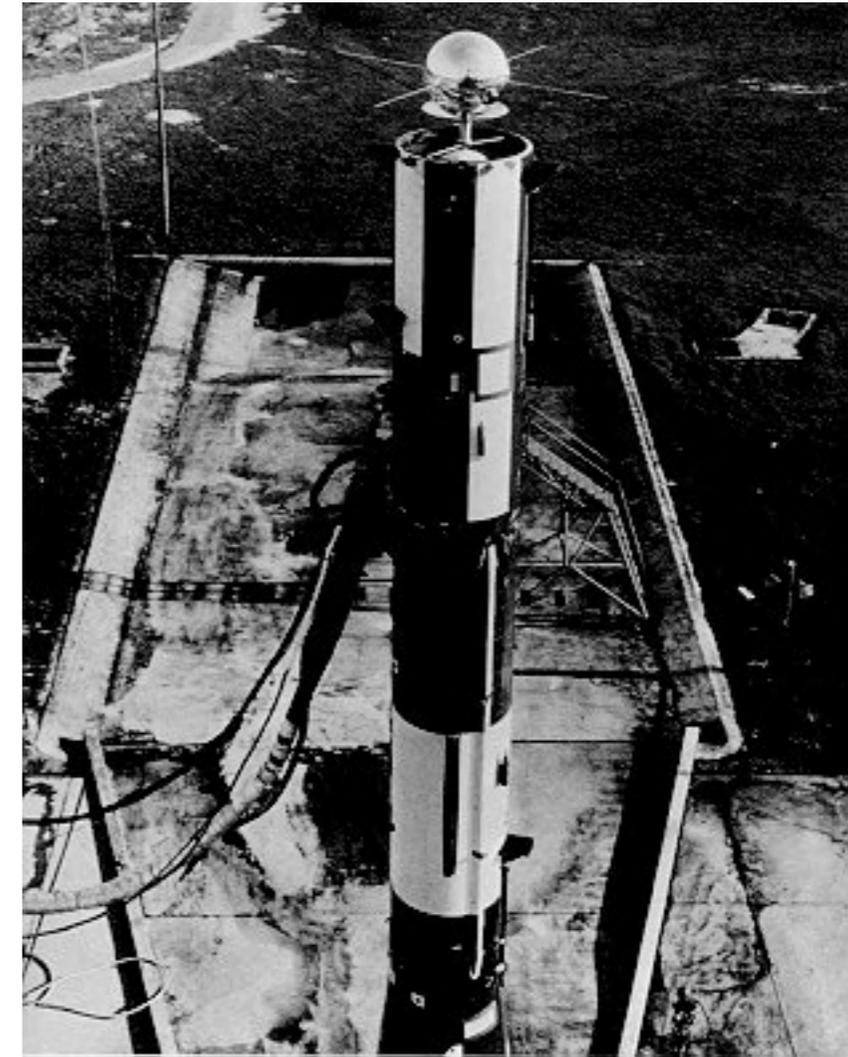
Möglichkeiten der Fernerkundung

Der Einsatz von Satelliten und ihren Sensoren ermöglicht die Beobachtung der Erde auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen. Satelliten bieten eine unabhängige Quelle für Beobachtungen und sind in der Lage, essentielle Klimavariablen wie die Landoberflächentemperatur oder Niederschlag zu messen. Ein Vorteil satellitenbasierter Zeitreihen liegt in der hohen zeitlichen und räumlichen Auflösung und flächenhaften Abdeckung, in welcher die Daten verfügbar sind. Somit lassen sich beispielsweise starke Unwetter großräumig in einer zeitlichen Auflösung von bis zu fünf Minuten beobachten. Auch in den Berichten des Weltklimarats (IPCC) werden zahlreiche Studien mit Fernerkundungs-

daten zitiert. Sie werden darüber hinaus in großem Umfang für die Entwicklung von Präventions-, Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen zur Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels genutzt.

Fernerkundung und Klimawandel

Fernerkundungsdaten helfen bei der Beobachtung des Klimawandels. So lassen sich z. B. Landnutzung und Versiegelung, Vegetation, Wasserverfügbarkeit und Böden betrachten, deren Änderungen einen Teil zum Klimawandel beitragen. Diese Veränderungen haben wiederum eine veränderte Albedo (Helligkeit bzw. Rückstrahlvermögen eines Objektes) zur Folge. Jedes Objekt verfügt über ein Rückstrahlvermögen, welches je nach Helligkeit ausgeprägt ist. Die Albedo wird zwischen 0 (kein Licht wird reflektiert) und 1 (das gesamte Licht wird reflektiert) angegeben. Nicht reflektierte Strahlung führt dazu, dass sich ein Objekt erwärmt. Dunklere Flächen, die wenig Licht reflektieren, erwärmen sich stärker als helle Flächen, die viel Licht reflektieren. Daher erwärmen sich dunkle Straßen, Parkplätze oder Schottergärten stark. Reduzierungen der Albedo (z. B. durch die Umwandlung von Grünland in Siedlungs- oder Gewerbegebiete) nehmen negativ Einfluss auf den Strahlungshaushalt des Systems Erde und führen zur Erwärmung. Im Gegensatz dazu führen Wiederaufforstung oder Gebäudebegrünung zu einer Abkühlung.

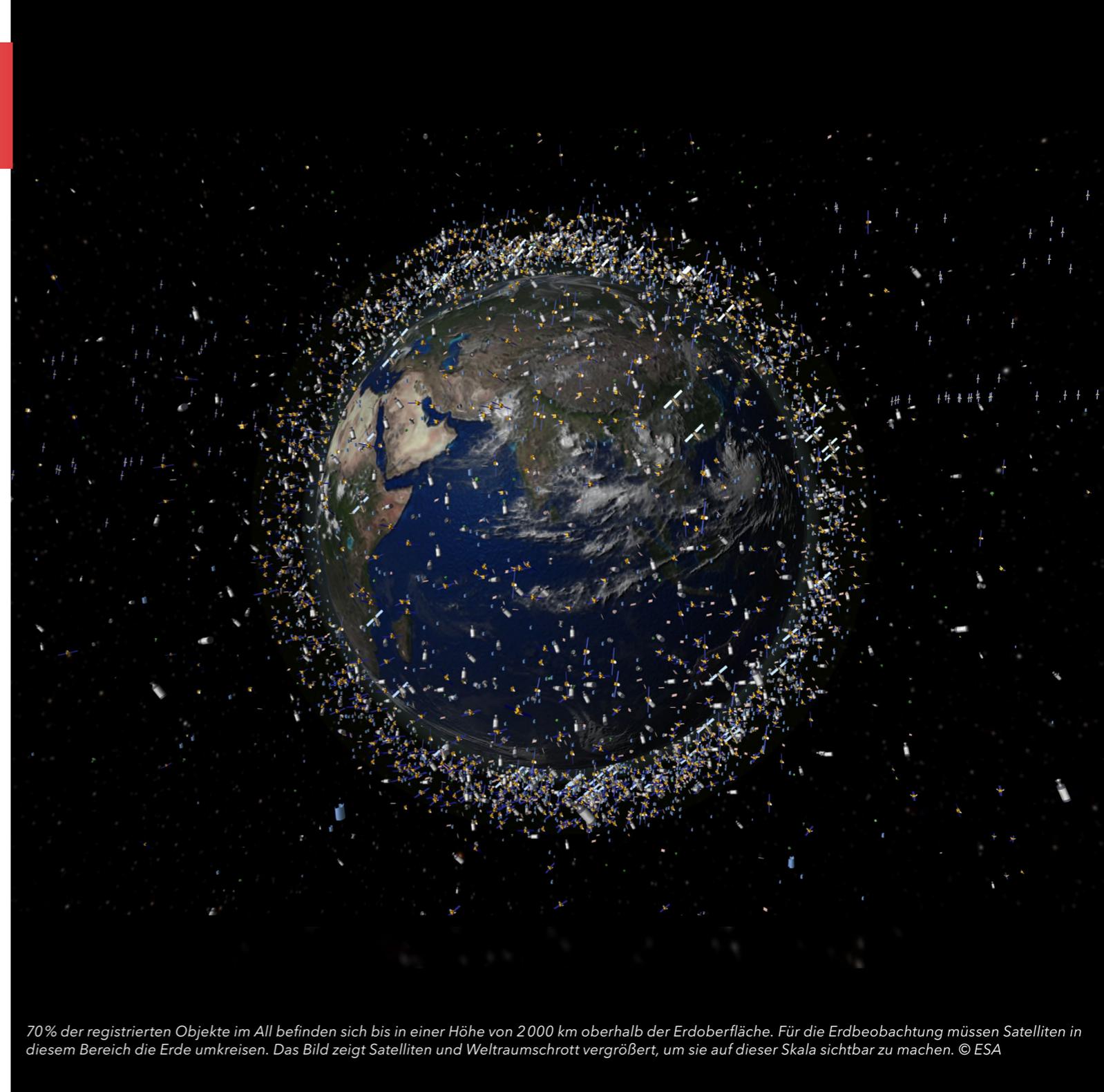
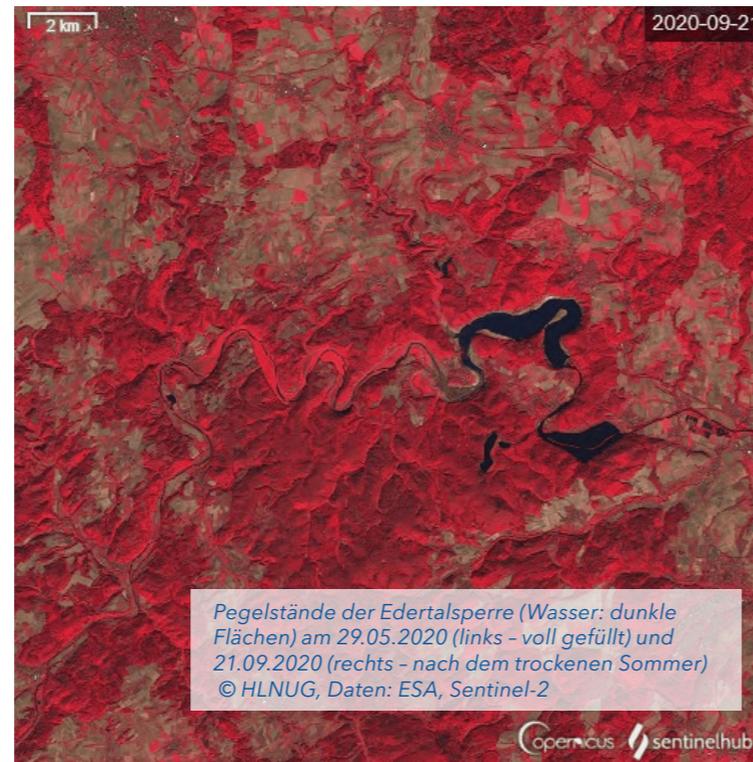


Vanguard-2 Satellit, Februar 1959 in Startposition auf der Trägerrakete Vanguard SLV-4, Cape Canaveral, Florida USA © NASA

Hessen aus dem All: Wie wir mit Satelliten die Erde beobachten

Unsere Erde wird derzeit von etwa 6 500 Satelliten auf verschiedenen Umlaufbahnen umrundet, knapp die Hälfte ist außer Betrieb. Ein Großteil der aktiven Satelliten dient mit verschiedenen Instrumenten der Kommunikation, dem Rundfunk (Radio und Fernsehen) und der Navigation (GPS). Etwa 900 Satelliten werden dafür eingesetzt, Informationen über die Erdatmosphäre (Wettersatelliten) oder die Erdoberfläche (Fernerkundungssatelliten oder Erdbeobachtungssatelliten) zu erhalten.

Die Sensoren eines Erdbeobachtungssatelliten messen flächendeckend die Eigenschaften der Erdoberfläche in definierten zeitlichen Abständen und mit einer bestimmten räumlichen Detailschärfe (geometrische Auflösung). Viele der Daten werden von den Satellitenbetreibern – z. B. den Raumfahrtbehörden der Europäischen Union (ESA) oder der USA (NASA) – kostenlos zur Verfügung gestellt. Das Kompetenzzentrum Fernerkundung im HLNUG arbeitet mit diesen Daten, wie in den Bildern unten dargestellt, um daraus Informationen und Datenprodukte über die Umwelt in Hessen abzuleiten.



70% der registrierten Objekte im All befinden sich bis in einer Höhe von 2 000 km oberhalb der Erdoberfläche. Für die Erdbeobachtung müssen Satelliten in diesem Bereich die Erde umkreisen. Das Bild zeigt Satelliten und Weltraumschrott vergrößert, um sie auf dieser Skala sichtbar zu machen. © ESA

Unsichtbares sichtbar machen: Was sehen Sensoren?

In der Fernerkundung werden mit Hilfe elektromagnetischer Wellenlängen drei Bereiche unterschieden:

1. Optisch (Sichtbares Licht und Infrarot),
2. Thermales Infrarot und
3. RADAR (Mikrowellen).

Jede Wellenlänge erlaubt uns, mit speziellen Sensoren andere Eigenschaften von Objekten zu erkennen.

Unsere Augen – auch das sind Sensoren – sehen elektromagnetische Strahlung, die von der Sonne oder künstlichen Lichtquellen ausgesendet und von Objekten reflektiert wird. Weil wir diese Strahlung sehen können, nennen wir sie „sichtbares Licht“. Ein Pflanzenblatt sieht grün aus, weil es vor allem grünes Licht zurückstrahlt und ein rotes Fahrrad ist rot, weil es viel rotes Licht reflektiert. Die Vegetation reflektiert z. B. Strahlung im nahen Infrarotbereich. Die Satelliten können in diesem Bereich „sehen“, ob die Vegetation z. B. unter Wassermangel leidet oder ob in einem See Algen wachsen.

Satelliten sind unsere Augen im All und durch Visualisierungen der verschiedenen Wellenlängen können wir auch für uns Unsichtbares (z. B. Thermalstrahlung) sichtbar machen.

Überlagerung von Echtfarben- (links) und Falschfarbendarstellung (rechts). Falschfarbendarstellungen werden in der Fernerkundung verwendet, um Bildinformationen in einem für das menschliche Auge nicht sichtbaren Bereich abzubilden.
© HLNUG; Datenquelle: Landsat-8 OLI und TIRS.

Thermale Fernerkundungssensoren: Wie Fieberthermometer im All

Bei Bewölkung können Sensoren nicht immer durch die Wolken durchschauen. Die thermale Strahlung an der Erdoberfläche kann z. B. nur bei wolkenfreiem Wetter erfasst werden.

Alle Objekte, egal wie kalt oder warm sie sind, senden Strahlung aus und je heißer ein Objekt ist, umso mehr Strahlung kommt am Sensor an. Die Strahlung lässt sich dann in Temperatur umrechnen. Die thermale Fernerkundung erlaubt also das Messen der Temperatur von Oberflächen ähnlich wie ein Fieberthermometer.

Es wird also nicht die Temperatur der Luft gemessen, sondern die einer Straße, eines Daches oder einer Wiese. Das ist zum Beispiel spannend, weil innerhalb einer Stadt im Sommer wärmere und kühlere Plätze identifiziert werden können. Die Oberflächentemperaturen sind oft sehr viel wärmer als die Lufttemperaturen in 2 m Höhe, wie sie z. B. vom Deutschen Wetterdienst oder vom HLNUG an meteorologischen Stationen gemessen werden.

Ohne Zweifel bietet die Fernerkundung viele Potenziale für Hessen und seine Kommunen. Die Kompetenzstelle Fernerkundung im HLNUG testet und analysiert geeignete Daten von Satelliten und identifiziert Anwendungsmöglichkeiten. Gemeinsam mit dem Fachzentrum Klimawandel und Anpassung hat die Kompetenzstelle Hitzekarten aus Satellitendaten erstellt, die die Hitzebelastung in Hessen mittels Landoberflächentemperaturen zeigen. Vier Produkte werden in dieser Broschüre vorgestellt:

1. Landesweite Karte der maximalen Hitzebelastung im Sommer 2018 in Hessen
2. Landesweite Karte der mittleren Hitzebelastung im Sommer der Jahre 2001-2020 in Hessen
3. Analyse der Cold Spots und Hot Spots an einem Sommertag in den Kommunen
4. Analyse des Hitzebelastungsindex an einem Sommertag in den Kommunen

Auf den folgenden Seite werden die vier Produkte und die dahinterliegenden Daten detailliert vorgestellt. Alle gezeigten und weitere Karten stehen online zum Download bereit. Mehr zum Projekt, den Karten und der Broschüre erfahren Sie hier:
<https://www.hlnug.de/?id=22358>

Nutzen der Hitzekarten für die Kommunen

Die landesweiten Karten geben in einem größeren Maßstab Aufschluss über die Verteilung der Hitzebelastung in Hessen.

Die Karten der Cold Spot und Hot Spot Analyse, sowie des Hitzebelastungsindex haben insbesondere für Kommunen folgende Vorteile:

1. Sie bieten eine Ersteinschätzung der Hitzebelastung im kommunalen Gebiet.
2. Kommunen können anhand der Karten eruieren, welche Flächen sich besonders aufheizen.
3. Mithilfe von Ortskenntnissen oder Luftbildern kann analysiert werden, welche Gründe hinter der Aufheizung bestehen, um erste lokale Anpassungsmaßnahmen vorzunehmen.
4. Bei hoher Hitzebelastung ergibt sich der Bedarf eines Anpassungskonzeptes mit konkreten Anpassungsmaßnahmen. Hierzu ist eine detaillierte Klimaanalyse notwendig. Dieser Schritt kann mit Hilfe der Karten besser eingeschätzt werden.

Zu beachten ist, dass die Karten eine Momentaufnahme eines Sommertages zeigen, also die Verteilung der Hitzebelastung an einem wolkenfreien Sommertag über Hessen. Die Karten geben daher eine Ersteinschätzung, weitere Analysen zur Hitzebelastung werden empfohlen!

Landsat-8 und Terra sind die zwei Satelliten, welche für die folgenden Auswertungen verwendet wurden. Auf Landsat-8 sind zwei Sensoren angebracht: OLI (Operational Land Imager) und TIRS (Thermal Infrared Sensor). Letzterer misst die Strahlung, die im thermalen Wellenlängenbereich von der Erdoberfläche ausgesendet wird. Alle 16 Tage wird Hessen überflogen und mit einer Detailschärfe (Auflösung) von 100 m x 100 m aufgezeichnet.

Auch auf dem Satelliten Terra ist ein Sensor angebracht, der wie ein Thermometer funktioniert: MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). Der Satellit überfliegt Hessen jeden Tag, die Daten sind dafür aber mit 1 km x 1 km Detailschärfe (Auflösung) gröber. Dafür nimmt der Sensor schon seit über 20 Jahren täglich Daten auf, so dass wir damit auch Aussagen

darüber treffen können, wie sich die Landoberflächentemperaturen seit dem Jahr 2000 entwickelt haben.

Die Karten, die Sie in dieser Broschüre sehen, basieren auf Daten der thermalen Fernerkundung (Terra MODIS und Landsat-8 TIRS). Die beiden Systeme liefern uns wertvolle Informationen zu den Landoberflächentemperaturen und damit ein umfassendes Bild über die Hitzebelastung in Hessen. Sie geben uns einen Einblick, wie heiß die Oberfläche Hessens zu verschiedenen Zeitpunkten war. Dadurch können wir Muster erkennen, welche Flächen sich in Hessen besonders aufheizen oder welche Flächen kühl bleiben. Alle Karten sind auch über den Fachviewer umweltdaten.hessen.de/hitzeviewer abrufbar.



Illustration des Satelliten Landsat-8 © NASA

Hitze im Sommer 2018 – maximale Landoberflächentemperaturen

Im Unterschied zu kontinuierlichen Wetteraufzeichnungen in 2 m Höhe über dem Boden an bestimmten Stationen, misst der thermale Sensor MODIS auf dem Satelliten Terra, aufgrund seiner Laufbahn, die Landoberflächentemperatur morgens und abends über ganz Hessen. Die Stationsdaten liegen nur punktwise vor, Satellitendaten jedoch flächendeckend für ganz Hessen – allerdings nur bei unbewölktem Himmel.

Unsere Karte zeigt flächendeckend die maximalen Landoberflächentemperaturen im Sommer 2018. Die räumliche Auflösung beträgt 1 km x 1 km. Für eine Fläche von einem Quadratkilometer (Pixel) gibt es also einen Messwert. Die Temperaturen einzelner Oberflächen innerhalb dieser Fläche können dabei durchaus höher (oder geringer) sein. Dargestellt wird der Mittelwert des gesamten Pixels.

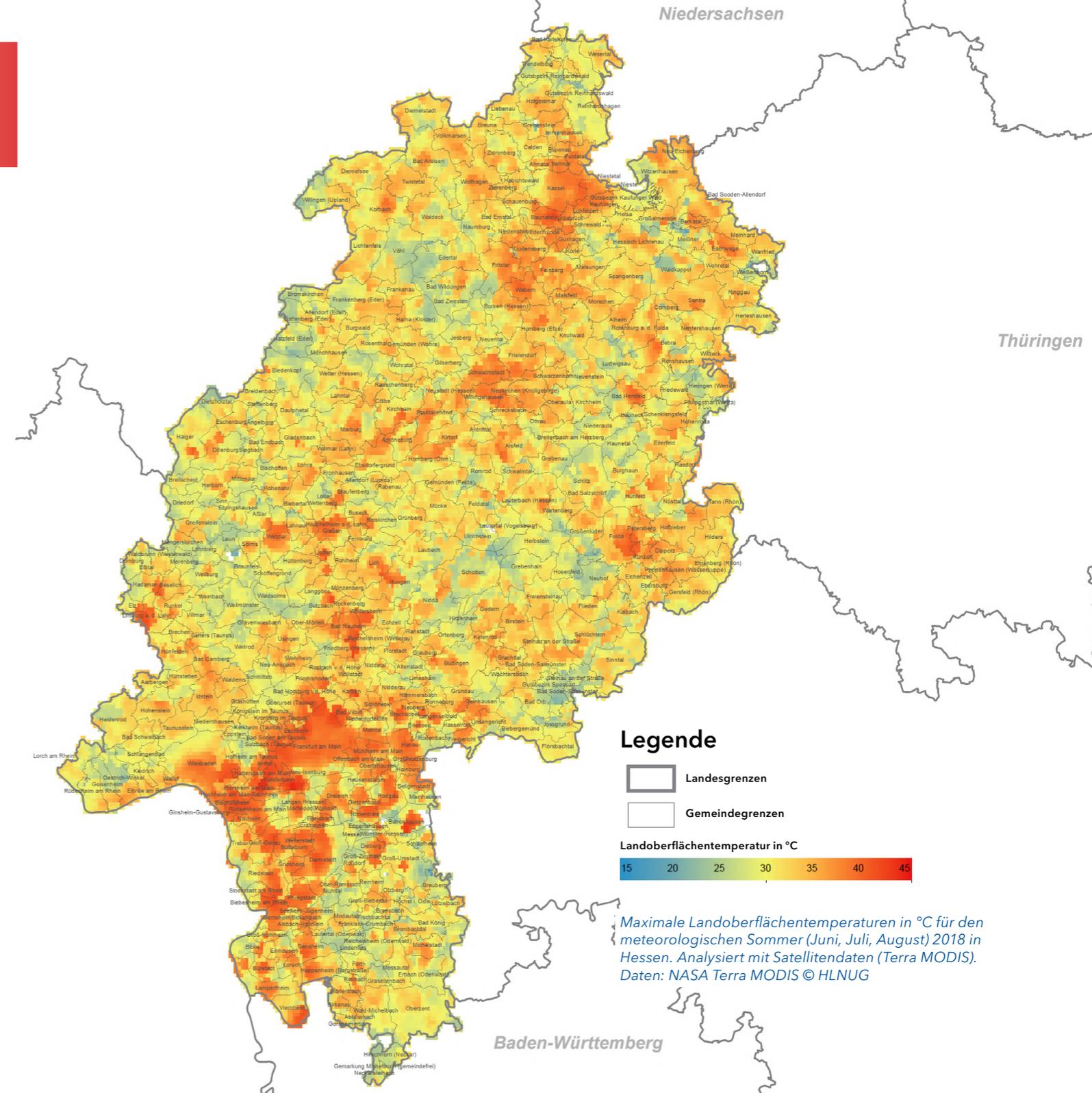
Der Klimawandel ist in Deutschland und Hessen angekommen. Das war im Sommer 2018 deutlich zu spüren: Die Jahresdurchschnittstemperatur, ermittelt als Lufttemperatur in 2 m Höhe, lag 3 °C höher als im langjährigen Mittel (1961-1990). In Frankfurt a.M. wurde deutschlandweit die höchste Jahresmitteltemperatur (12,9 °C) gemessen.

Das gleiche zeigen auch unsere Fernerkundungsdaten: Besonders heiß war es im Sommer

2018 im Rhein-Main-Gebiet von Hanau bis Wiesbaden, in Darmstadt und vielen Kommunen im Hessischen Ried, in Limburg, Fulda, Gießen und Baunatal. Aber auch für viele andere Städte und Kommunen wurden hohe Temperaturen ermittelt, von Niestetal über Wabern, Bad Hersfeld, Schwalmstadt, Bad Nauheim, Babenhausen bis nach Michelstadt im Odenwald. Es sind also bei weitem nicht nur die Ballungsräume und großen Städte von Hitze betroffen, sondern auch kleinere Städte und Kommunen wie Korbach oder Witzenhausen im Norden Hessens.

Kühle Gebiete finden sich vor allem in den bewaldeten Höhenlagen Hessens oder dem Nationalpark Kellerwald-Edersee.

Diese und alle folgenden Karten finden Sie im Hitzeviewer Hessen unter: umweltdaten.hessen.de/hitzeviewer



Mittlere Hitzebelastung im Sommer 2001-2020

Der Sensor MODIS ist bereits seit dem Jahr 2000 in Betrieb und damit einer der am längsten aktiven Sensoren im All. Durch diese lange Zeitreihe konnten wir die nebenstehende Karte der mittleren Hitzebelastung in Hessen für zwei Jahrzehnte erstellen.

Für eine Kartierung der Oberflächentemperaturen wurden alle MODIS-Daten der Sommermonate (Juni, Juli, August) im Zeitraum 2001 bis 2020 betrachtet. Zunächst wurde für jedes Pixel die mittlere Temperatur für jeden Sommer berechnet und daraus dann der Temperaturmittelwert über die gesamten 20 Jahre gebildet.

Während die vorherige Karte (S. 15) also die maximale Landoberflächentemperatur für lediglich ein einzelnes Jahr wiedergibt, zeigt diese Karte den Mittelwert von 20 Jahren (2001-2020).

Anhand der zur Mittagszeit gemessenen Temperaturen wurde jedem Ort eine der sieben von uns definierten Klassen von „sehr kühl“ bis „dauerheiß“ zugewiesen. Die Zuweisung erfolgte auf Basis der Perzentile des Datensatzes.

Dabei wurden die 5 % kühlest Flächen als „sehr kühl“ eingestuft (dunkelblau). Die 20 % Flächen, die etwas wärmer sind, wurden als „kühl“ eingestuft (hellblau), und so weiter. Die 5 % wärmsten Flächen wurden dann als „heiß“ eingestuft (rot).

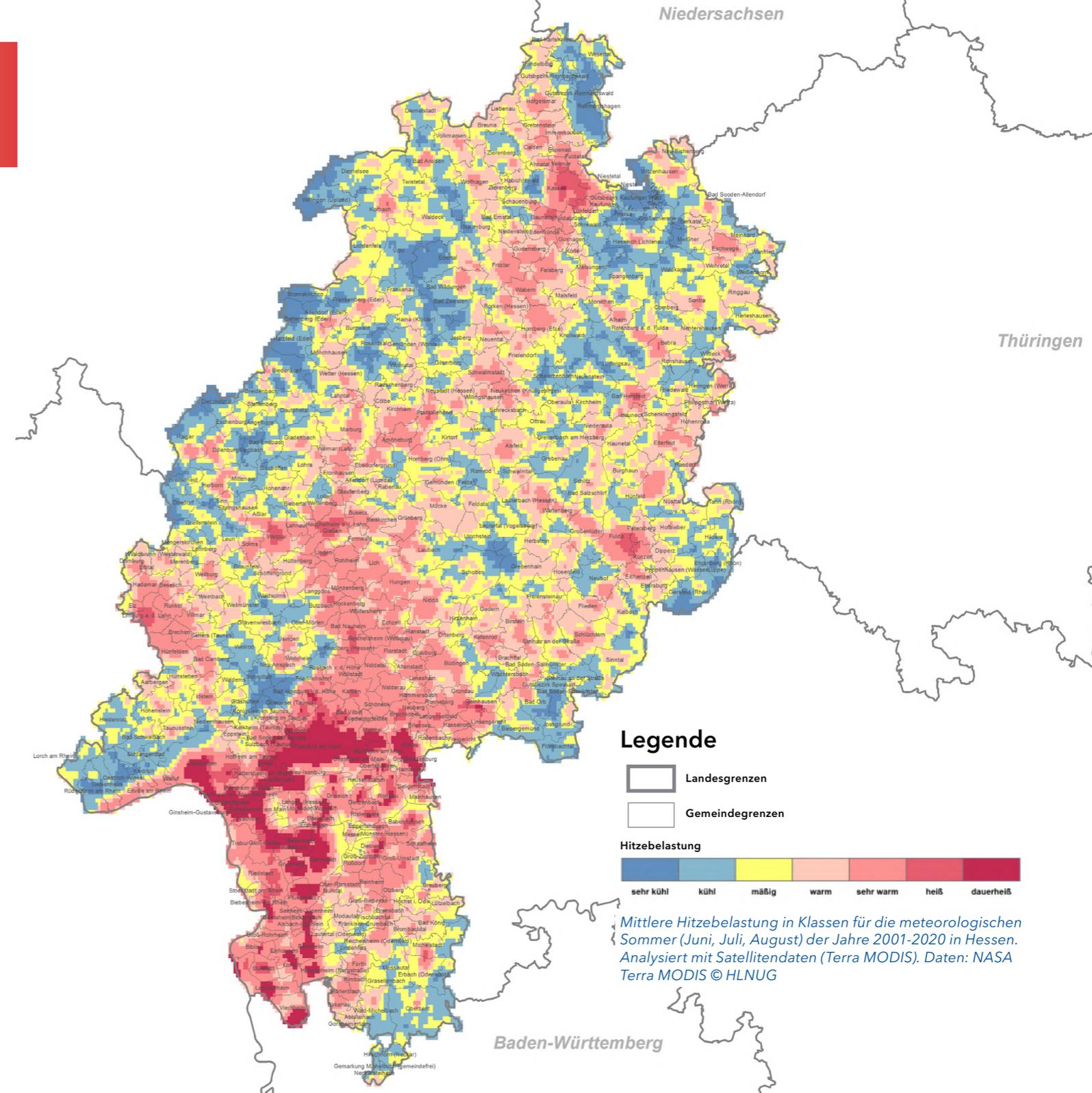
Im dunkelsten rot sind diejenigen Flächen dargestellt, die nicht nur am Tag zu den heißesten 5 % der Flächen gehören, sondern in denen zusätzlich auch beim Satellitenüberflug in der Nacht sehr hohe Oberflächentemperaturen gemessen wurden. Diese letzte Klasse wurde als „dauerheiß“ bezeichnet, weil auch nachts die Oberflächen nicht mehr abkühlen.

Perzentile sind statistische Größen. Hier wird die Position eines Temperaturwertes mit anderen Temperaturwerten eines Datensatzes verglichen. So besagt z. B. das 95. Perzentil, dass 95 von 100 Temperaturwerten unterhalb dieses bestimmten Wertes liegen.

Diese und alle folgenden Karten finden Sie im Hitzeviewer Hessen unter: umweltdaten.hessen.de/hitzeviewer

QR-Code direkt zu der Karte:

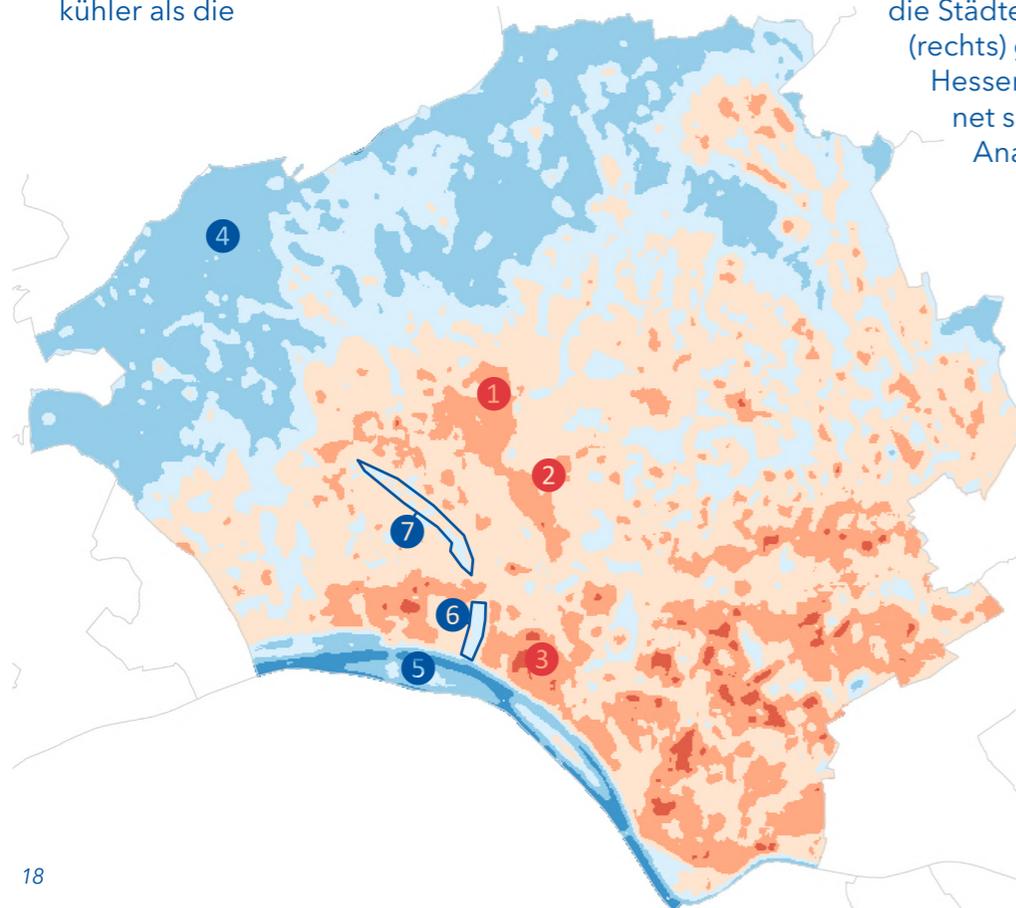
Zusätzlich finden Sie im Hitzeviewer die Auswertungen der mittleren Hitzebelastung für alle einzelnen Jahre von 2000 bis 2021, dargestellt in einer Zeitreihe.



Hessens Kommunen als Wärmeinseln – Cold Spots und Hot Spots

Für die Identifizierung von Cold Spots und Hot Spots innerhalb einer Gemeinde wird zunächst die durchschnittliche Oberflächentemperatur des gesamten Gemeindegebiets zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelt. Die Temperaturen der einzelnen Oberflächen unterscheiden sich selbstverständlich von diesem Mittelwert. Blautöne zeigen Gebiete der Kommunen, die kühler als die

Oberflächen-Mitteltemperatur der Kommune sind. Rottöne zeigen Bereiche die wärmer als die Oberflächen-Mitteltemperatur der Kommune sind. Somit werden die Hot Spots und Cold Spots sichtbar. Diese Daten wurden mit dem Satelliten Landsat-8 erhoben und haben eine Auflösung von 100m x 100m. Beispielhaft sind hier Momentaufnahmen vom 24. Juli 2019 für die Städte Wiesbaden (links) und Kassel (rechts) gezeigt. Dieser Tag war in ganz Hessen nur wenig bewölkt und eignet sich als Sommertag gut für die Analyse.



Cold Spots und Hot Spots der Stadt Wiesbaden

am 24.07.2019

durchschnittliche Oberflächentemperatur: 39,9°C

Cold Spots

- bis 20 °C kühler
- bis 15 °C kühler
- bis 10 °C kühler
- bis 5 °C kühler

als die Mitteltemperatur der Gemeinde

Hot Spots

- bis 5 °C wärmer
- bis 10 °C wärmer
- bis 15 °C wärmer
- bis 20 °C wärmer

als die Mitteltemperatur der Gemeinde

In Wiesbaden sind neben der Innenstadt **1** und der Umgebung der Mainzer Straße (u. a. Gewerbeflächen, Bürogebäude) **2** besonders dicht bebaute Gebiete als Hot Spots erkennbar, die dunkelrot eingefärbt sind. So ist beispielsweise auch das Industriegebiet in Biebrich **3** erkennbar. Auch die Oberflächen von dunklen Ackerflächen können sich stark erwärmen. Die Cold Spots der Stadt sind besonders im Taunus **4** zu finden. Aber auch der Rhein **5** und viele Frei- und Grünflächen im Stadtgebiet, wie der Biebricher Schlosspark **6** oder das Mosbachtal, **7** sind deutlich kühler.

In Kassel stechen ganz besonders die Industrie- und Gewerbeflächen **8** als Hot Spots hervor! Der Hauptfriedhof **9** im Norden der Stadt scheint eine kühle Oase zu sein, umgeben von starken Hot Spots. Die Cold Spots Kassels sind insbesondere entlang der Fulda **10** und an den Rändern der Kommune zu finden.

Cold Spots und Hot Spots der Stadt Kassel

am 24.07.2019

durchschnittliche Oberflächentemperatur: 38,3°C

Cold Spots

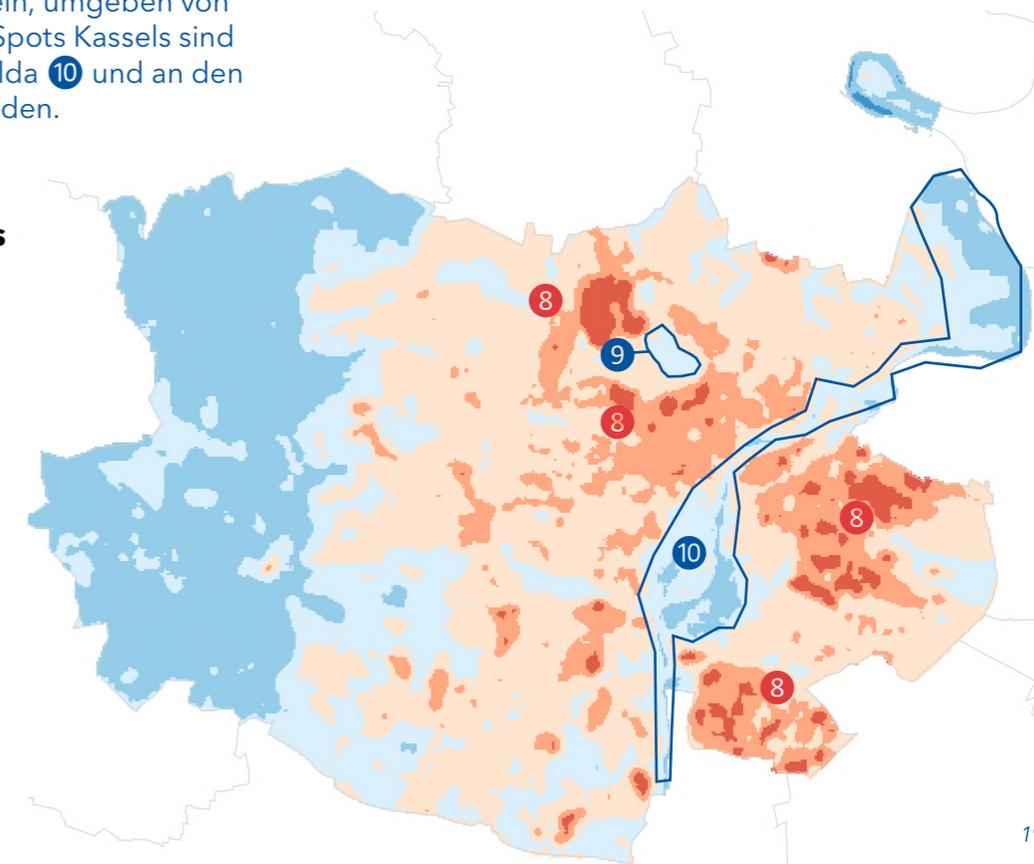
- bis 20 °C kühler
- bis 15 °C kühler
- bis 10 °C kühler
- bis 5 °C kühler

als die Mitteltemperatur der Gemeinde

Hot Spots

- bis 5 °C wärmer
- bis 10 °C wärmer
- bis 15 °C wärmer
- bis 20 °C wärmer

als die Mitteltemperatur der Gemeinde



Karten der Cold Spot und Hot Spot Analyse können für alle hessischen Kommunen im Hitzeviewer Hessen aufgerufen und heruntergeladen werden:

umweltdaten.hessen.de/hitzeviewer

QR-Code direkt zu den Karten:

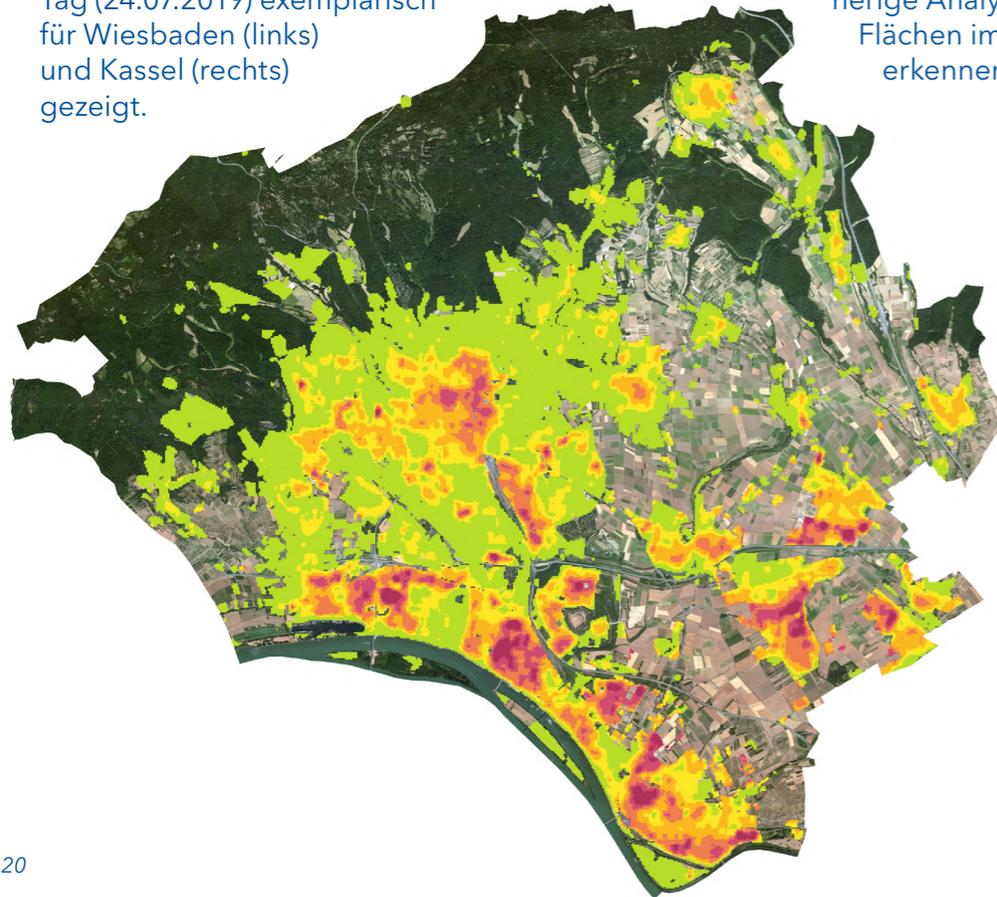


Hessens Kommunen als Wärmeinseln - Hitzebelastungsindex

In dieser Darstellung des Hitzebelastungsindex werden, im Gegensatz zur vorhergehenden Analyse, ausschließlich urbane Flächen (versiegelte bzw. bebaute Flächen) betrachtet. Die im Hintergrund gezeigten Flächen stammen von einer digitalen Luftbildaufnahme und dienen zur besseren Orientierung. Ähnlich wie bei der Cold Spot und Hot Spot Analyse ist hier jeweils ein Tag (24.07.2019) exemplarisch für Wiesbaden (links) und Kassel (rechts) gezeigt.

Die Ergebnisse der beiden Analysen sind ähnlich: Die Wärmeinseln sind, mit nur wenigen Ausnahmen, an den gleichen Flächen wie die Hot Spots in den vorherigen Karten zu finden.

Aufgrund der Berechnung des Indexes und der Beschränkung auf urbane Flächen ist die Darstellung etwas detailreicher als die vorherige Analyse. Die sehr stark überwärmten Flächen im Stadtbereich sind deutlich zu erkennen.



Hitzebelastungsindex der Stadt Wiesbaden

Hitzebelastung am 24.07.2019

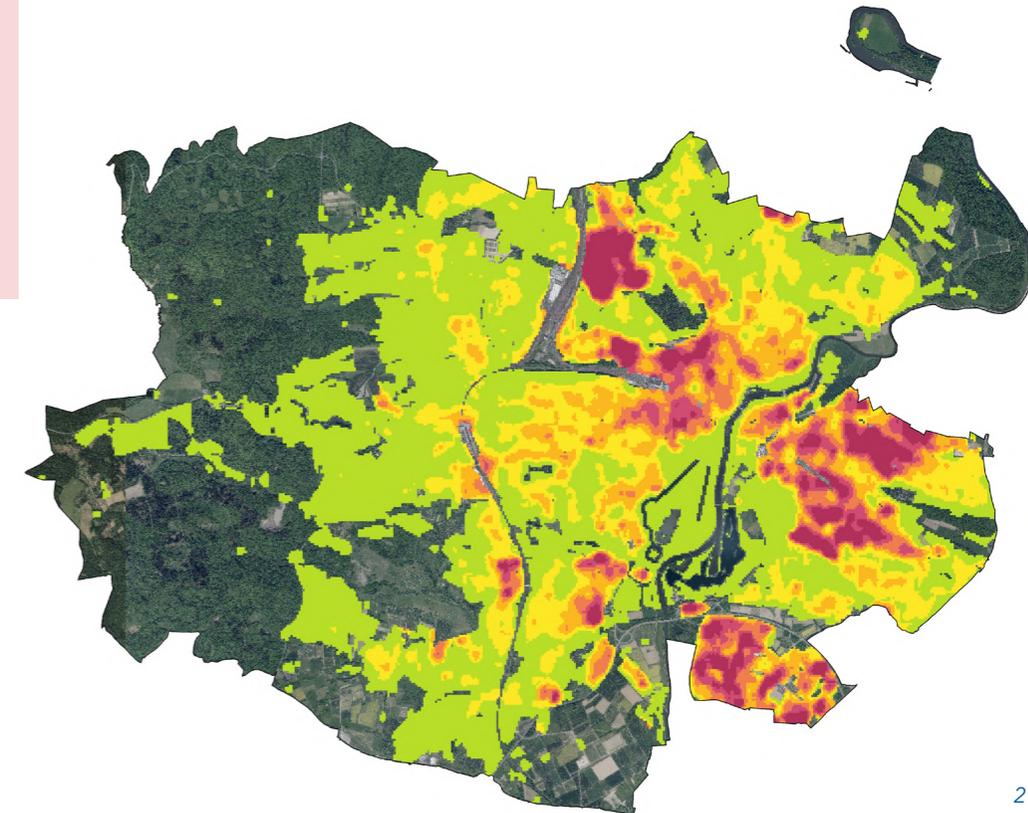


Karten des Hitzebelastungsindex können für alle hessischen Kommunen im Hitzeviewer Hessen aufgerufen und heruntergeladen werden:
umweltdaten.hessen.de/hitzeviewer

QR-Code direkt zu den Karten:



Der hier gezeigte Hitzebelastungsindex nennt sich **UTFVI (Urban Thermal Field Variance Index)**. Der Index setzt die durchschnittliche Oberflächentemperatur der Kommune in Bezug zu der Oberflächentemperatur an allen Punkten der Siedlungs- und Gewerbeflächen der Kommune. Die damit erhaltenen Werte werden kategorisiert (von „kaum vorhanden“ bis „sehr stark“) und in Effektstärken (von grün bis rot) dargestellt.



Hitzebelastungsindex der Stadt Kassel

Hitzebelastung am 24.07.2019



Der nächste Schritt für Ihre Kommune

Daten aus der Fernerkundung, insbesondere die Cold Spot und Hot Spot Analyse sowie der Hitzebelastungsindex, können eine erste Einschätzung der klimatischen Situation Ihrer Kommune geben. Sie verdeutlichen, welche Bereiche Ihrer Kommune an einem Sommertag kühler blieben und welche bereits stark hitzebelastet waren.

Aufbauend auf dieser Ersteinschätzung können Sie mit einer detaillierten Klimaanalyse weitere Informationen zur klimatischen Situation Ihrer Kommune gewinnen. Klimaanalysen bieten eine fundierte Grundlage für die Anpassung an den Klimawandel und die weitere Entwicklung Ihrer Kommune.

Das Fachzentrum Klimawandel und Anpassung im HLNUG bietet Ihnen in der Broschüre Stadt-Klima-Analysen eine Übersicht über verschiedene Arten von Klimaanalysen. Ebenso steht eine interaktive Entscheidungshilfe bereit, die Sie zur passenden Analyse für Ihre Kommune leitet, sowie eine Ausschreibungshilfe für die Beauftragung.



Die **Kompetenzstelle Fernerkundung** ist der zentrale Ansprechpartner zum Thema Fernerkundung. Eine Arbeitsgruppe mit Beteiligung aller Fachabteilungen und der Informationstechnologie testet und analysiert geeignete Daten und identifiziert Anwendungsmöglichkeiten. Sie übernimmt unter anderem die Koordination und Betreuung von Projekten, sowohl in Zusammenarbeit mit anderen hessischen Behörden als auch im Austausch mit anderen Landesumweltämtern und Bundesbehörden.

Das **Fachzentrum Klimawandel und Anpassung** im HLNUG berät hessische Kommunen zu den Folgen des Klimawandels und möglichen Maßnahmen zur Anpassung.

Online werden z. B. Checklisten zur Klimaanpassung, eine Starkregen-Hinweiskarte für Hessen, die besonders gefährdete Kommunen identifiziert und weitere Hilfsmittel und Informationen angeboten: klimawandel.hlnug.de

ESA, European Space Agency (2022): <https://www.esa.int/> (22.04.2022)

Geospatial World (2021): How many satellites are orbiting the Earth in 2021? <https://www.geospatialworld.net/blogs/how-many-satellites-are-orbiting-the-earth-in-2021/> (11.03.2021)

Liu, Lin; Zhang, Yuanzhi (2011): Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong. In: Remote Sensing 3 (7), S. 1535-1552. DOI: 10.3390/rs3071535.

NASA National Aeronautics and Space Administration (2022): <https://www.nasa.gov/> (22.04.2022)

Toy, Süleyman; Yilmaz, Sevgi; Yilmaz, Hasan (2007): Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey. In: Building and Environment 42 (3), S. 1315-1318. DOI: 10.1016/j.buildenv.2005.10.031.

Yang, Jun; Gong, Peng; Fu, Rong; Zhang, Minghua; Chen, Jingming; Liang, Shunlin et al. (2013): The role of satellite remote sensing in climate change studies. In: Nature Clim Change 3 (11), S. 1001. DOI: 10.1038/nclimate2033.



Hessisches Landesamt für
Naturschutz, Umwelt und Geologie
Für eine lebenswerte Zukunft



Das HLNUG auf Twitter:
https://twitter.com/hlnug_hessen