

Methodik – Papier zum Handlungsfeld Planung und Bau: Klimaanalyse – Klimaanalysekarte Tagsituation (15 Uhr), Nachtsituation (4 Uhr)

Grundlagen

Die landesweite Klimaanalyse NRW wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3787, Blatt 1 (VDI 2015) durchgeführt. Die Aufbereitung stadtklimatischer Sachverhalte in Kartenform dient ihrer Nutzbarmachung für die Stadt- und Regionalplanung. Insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels gewinnt die Berücksichtigung der thermischen und lufthygienischen Situation sowie der Auswirkungen von Bau- und Planungsmaßnahmen auf diese an Bedeutung. Hierbei werden in erster Linie die räumliche Ausprägung des Luftaustausches sowie thermisch

belasteter Gebiete betrachtet und die Ausgleichs- und Belastungs-/ Wirkräume zueinander in Beziehung gesetzt. Aus den Ergebnissen werden Empfehlungen für die Planung zur Verbesserung oder zum Erhalt



Klimaanalyse Nordrhein-Westfalen

Titel LANUV Fachbericht 86: Klimaanalyse Nordrhein-Westfalen

der Situation abgeleitet. Der Fokus wird hierbei auf das Thema der bioklimatischen Belastung (Hitze) gelegt.

Datenbasis und Kartenerstellung

Für die Klimaanalyse wurde die Berechnung der meteorologischen Parameter mithilfe eines Computermodells durchgeführt. Es kam das mesoskalige Klimamodell FITNAH (GROß 1993) zum Einsatz. Das Landesgebiet von NRW wurde dabei in einem Raster von 100 m Auflösung abgebildet. Als Eingangsdaten für die Modellsimulationen gingen die Flächennutzung (ATKIS-Basis-DLM + Biotopkartierung), Versiegelungsgrad (EEA FTSP degree of soil sealing), Bebauung (3D-Gebäudemodell LoD1) und die Topographie (DGM1) ein (vgl. Tabelle 1) .

Tabelle 1: Eingangsdaten Flächennutzung

Name	Verwendung	Quelle (Stand)
ATKIS-Basis-DLM	Basisdatensatz (Geometrie, Nutzung)	Geobasis NRW (2016)
Biotoptypenkartierung	Verfeinerung der Nutzungsinformation in den Grün- und Freiflächen	LANUV (2016)
3D-Gebäudemodell (LoD 1)	Modifikation Bebauungsdichte	Geobasis NRW (2016)
Versiegelungsgrad (FTSP degree of soil sealing)	Modifikation Gesamtversiegelung	EEA (2012)
Modelleingangsdaten der Klimasimulation RVR(Grundlage: Flächennutzungskartierung)	Verfeinerung der Nutzungsinformation für das Gebiet des RVR	RVR (2012)
CORINE	Landnutzung außerhalb der Landesfläche	EEA (2003)

Die Simulation erfolgte für einen Strahlungstag im Sommer mit folgenden Kenngrößen: Lufttemperatur um 21 Uhr: 20 °C, relative Feuchte 50 %, unbewölkt, windschwach. Aufgrund dieser Ausgangsbedingungen werden die meteorologischen Bedingungen durch die lokalen Gegebenheiten (autochthon) gebildet, also nur auf den oben beschriebenen Eingangsfaktoren beruhend. Ein solcher Strahlungstag im Sommer wurde beispielhaft für eine thermisch belastete Situation ausgewählt, deren Auftreten im Zuge des Klimawandels häufiger werden wird.

Die Darstellung der Klimaanalysekarte erfolgt einmal für die Tagsituation (15 Uhr) sowie einmal für die Nachtsituation (4 Uhr), dabei werden die Flächen getrennt nach Grünflächen als mögliche Ausgleichsräume sowie Siedlungsräume als mögliche Belastungs- bzw. Wirkräume ausgewertet.

Nachtsituation:

In der Nachtsituation ist für die Grünflächen ihr Kaltluftproduktionspotenzial entscheidend. In erster Linie zeigen landwirtschaftliche Flächen ein hohes Kaltluftpotenzial, Wälder nur nachgeordnet. Die Grünflächen werden nach ihrer Kaltluftlieferung anhand des mittleren Kaltluftvolumenstroms in Kubikmeter pro Sekunde (m^3/s) gegliedert; er drückt den Zustrom von Kaltluft aus der benachbarten Rasterzelle aus. Zur Bewertung wurde in Ermangelung von absoluten Schwellen- oder Grenzwerten eine z-Transformation (vgl. VDI 2008: VDI-Richtlinie 3785, Blatt 1) durchgeführt. Somit ergibt sich eine Bewertung, die auf den Gebietsmittelwert von NRW zurückgeht und positive Abweichungen entsprechend gut bewertet (überdurchschnittliche Kaltluftproduktion) und negative entsprechend als schlechter (unterdurchschnittlich) bewertet (Tabelle 2).

Tabelle 2: Einordnung des Kaltluftvolumenstroms innerhalb von Grünflächen

z-Wert der Grünfläche	Kaltluftvolumenstrom zum Zeitpunkt 4 Uhr	Qualitative Einordnung („Kaltluftvolumenstrom“)
>1,0	>2700 m^3/s	sehr hoch
>0 bis 1,0	>1500 bis 2700 m^3/s	hoch
>-1,0 bis 0	>300 bis 1500 m^3/s	mittel
<=-1,0	<=300 m^3/s	gering

Für die Siedlungsräume ist die mögliche Überwärmung und somit die Bildung einer urbanen Wärmeinsel der entscheidende Faktor, weshalb die Untergliederung der Siedlungsflächen anhand der nächtlichen Lufttemperatur vorgenommen wird (Tabelle 3). Die Bewertung der nächtlichen Schlaftemperatur erfolgt zum einen unter der Annahme, dass eine für den Menschen optimale Schlafumgebungstemperatur zwischen 16 und 18 °C liegt (UBA 2015) und zum anderen der Definition einer Tropennacht, in welcher die Lufttemperatur (außen) nicht unter 20 °C absinkt, was als belastend wahrgenommen wird.

Tabelle 3: Einordnung der nächtlichen Lufttemperatur im Siedlungsraum

Lufttemperatur zum Zeitpunkt 4 Uhr	Qualitative Einordnung („nächtliche Überwärmung“)
<=17,0 °C	keine
>17,0 bis 18,5 °C	schwach
>18,5 bis 20,0 °C	mäßig
>20,0 °C	stark

Tagsituation:

In der Tagsituation wird sowohl für die Grünflächen (Ausgleichsflächen) als auch für den Siedlungsraum (Wirkraum) die thermische Belastung als Faktor zur Bewertung und Darstellung verschiedener Flächen verwendet. Zur Bewertung der thermischen Belastung wird der Index physiologische Äquivalenttemperatur (PET) verwendet. Dieser Index umfasst nicht nur die Lufttemperatur, sondern auch weitere Einflussfaktoren auf das thermische Empfinden des Menschen, wie die Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit oder Strahlungstemperatur. Die Einteilung verschiedener Belastungsstufen erfolgt nach der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 (VDI 2004, Tabelle 4).

Tabelle 4: Einordnung der thermischen Belastung anhand der PET

PET	Qualitative Bewertung („Wärmebelastung“)
<=29 °C	schwach
>29 bis 35 °C	mäßig
>35 bis 41 °C	stark
>41 °C	extrem

Klimawandel-Vorsorgebereiche:

Zusätzlich zur Erfassung des Ist-Zustands für eine typische sommerliche Strahlungswetterlage wurden für den Siedlungsraum auch "Klimawandel Vorsorgebereiche" identifiziert und dargestellt. Diese sollen für die Planung einen Hinweis darauf geben, wie sich vor dem Hintergrund des Klimawandels ein Anstieg der Temperaturen auf die räumliche Verteilung thermisch besonders belasteter Bereiche auswirken wird. Dafür wurde ein pauschaler Temperaturanstieg der Lufttemperatur von 1 °C angenommen. Dies entspricht in etwa dem Median der erwarteten Temperaturzunahme basierend auf verschiedenen Klimaszenarien bis 2050 über eine Vielzahl von Modellsimulationen hinweg.

Somit wurden als Klimawandel-Vorsorgebereiche in der Nachtsituation, die Gebiete ausgewiesen, die bei einer Temperaturzunahme um 1 °C von der mäßig überwärmten Klasse in die höchste Belastungsklasse mit einer starken nächtlichen Überwärmung aufsteigen würden.

Für die Tagsituation wurde ausgehend vom pauschalen Temperaturanstieg eine Zunahme der PET um 1,5 °C angenommen, was in etwa einem Anstieg der Lufttemperatur von 1 °C entspricht. Somit wurden als Klimawandel-Vorsorgebereiche, jene Gebiete ausgewiesen, die bei der angenommenen Temperaturzunahme durch die Erhöhung der PET um 1,5 °C von der stark belasteten Klasse in die höchste Belastungsklasse mit einer extremen thermischen Belastung aufsteigen würden.

Beschreibung des Inhalts

Die räumliche Verteilung thermisch belasteter Bereiche unterscheidet sich deutlich für die Tag- und Nachtsituation, daher wird die Kartenbeschreibung für beide Zeiträume getrennt vorgenommen:

Nachtsituation:

Die Kategorie „sehr hoher Kaltluftvolumenstrom“ tritt vor allem auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Niederrheinischen Bucht sowie im Münsterland (Westfälische Bucht) auf – insbesondere, wenn zusätzlich zur nutzungsbedingten sehr hohen Kaltluftproduktion ein reliefbedingtes Gefälle das Abfließen der Kaltluft möglich macht. Geringe Werte des Kaltluftvolumenstroms treten beispielsweise auf den Waldflächen des Sieger- und Sauerlands sowie der Eifel, aber auch in den Ebenen südlich von Münster auf (Abbildung 1).

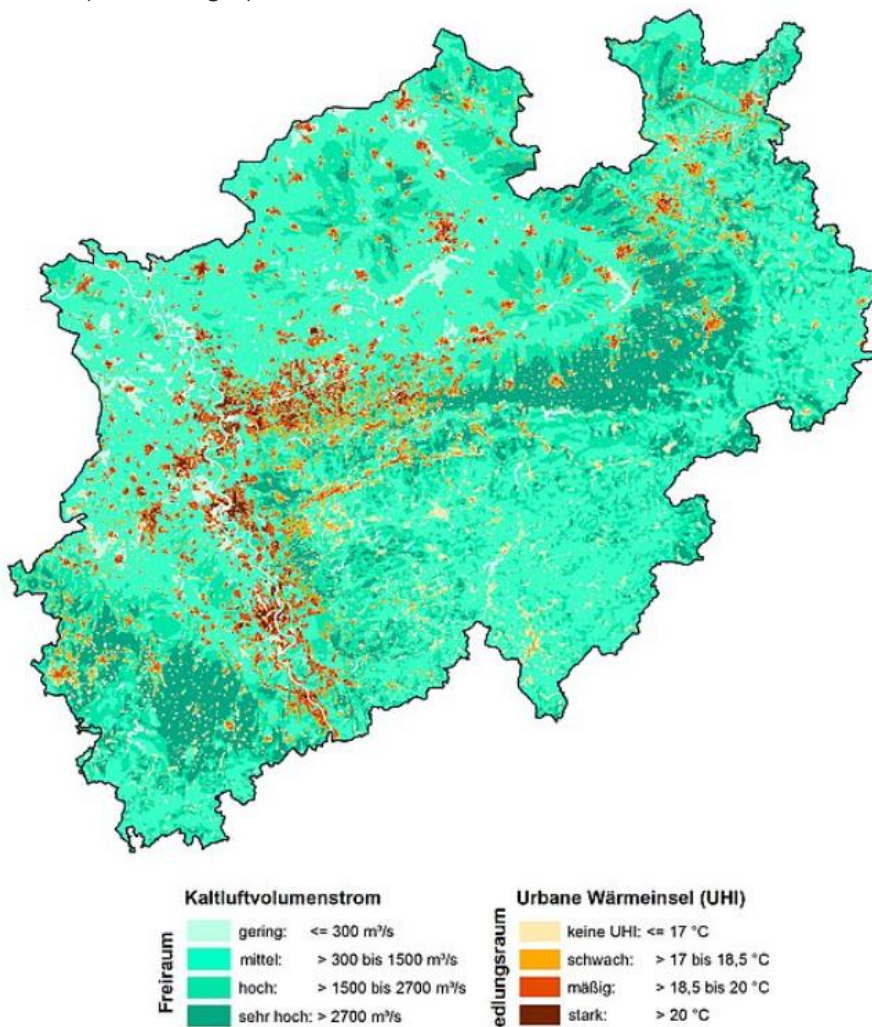


Abbildung 1: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom und Überwärmung

Demgegenüber zeigen im Siedlungsbereich dicht bebaute Innenstadtbereiche meist eine starke nächtliche Überwärmung. Geringe Überwärmungen treten in ländlich geprägten Gemeinden sowie im Randbereich größerer Gemeinden und Städte auf (Abbildung 1). Dort wirken sich meist die Ausgleichsflächen positiv auf den Siedlungsbereich aus. Die Kaltlufteinwirkbereiche sind daher in der Karte ebenfalls dargestellt. Die Eindringtiefe beträgt – abhängig von der Bebauungsdichte und -struktur – wenige hundert Meter. Die Kaltluftwirkbereiche werden durch Windgeschwindigkeiten von min. 0,1 m/s gekennzeichnet. Während der dargestellten Situation in einer autochthonen Sommernacht befinden sich ca. 60 % des Siedlungsraums im Einflussbereich von Kaltluft oder Flurwinden.

Die Klimawandel-Vorsorgebereiche befinden sich meist ebenfalls in den besonders dicht bebauten Stadtbereichen oder im direkten Anschluss daran. Insgesamt nehmen die Klimawandel-Vorsorgebereiche eine Fläche von gut 650 km² ein, was einem durchaus relevanten Anteil von 11,5 % der Siedlungsfläche NRW entspricht.

Tagsituation:

Die geringsten thermischen Belastungen in der Tagsituation treten in den Waldgebieten des Sauer- und Siegerlandes sowie in der Eifel auf, da hier die Verschattung durch Bäume für ein angenehmes Mikroklima sorgt. Viele landwirtschaftliche Flächen weisen hingegen, ohne den Verschattungseffekt, eine starke oder extreme thermische Belastung auf (Abbildung 2). Dementsprechend tritt häufig an den Stadträndern im Einflussbereich der landwirtschaftlichen Flächen ohne Verschattung auch im Siedlungsbereich während dieser windschwachen Tagsituation eine starke oder extreme thermische Belastung auf. Industrie- und Gewerbeflächen mit einem hohen Versiegelungsanteil zeigen ebenfalls häufig hohe thermische Belastungswerte (Abbildung 2). Die Innenstadtbereiche weisen hingegen aufgrund der Verschattungswirkung häufig eine mäßige Wärmebelastung auf.

Die Klimawandel-Vorsorgebereiche sind vor allem im direkten Umfeld, der bereits unter heutigen Bedingungen eine extreme Wärmebelastung aufweisenden Flächen, zu finden. Mit einem Anteil von knapp 8 % an der Siedlungsfläche verschiebt sich aber nur ein eher geringer Anteil der unter heutigen Bedingungen als stark thermisch belastet klassifizierten Fläche in die höchste Belastungsstufe in der Tagsituation.

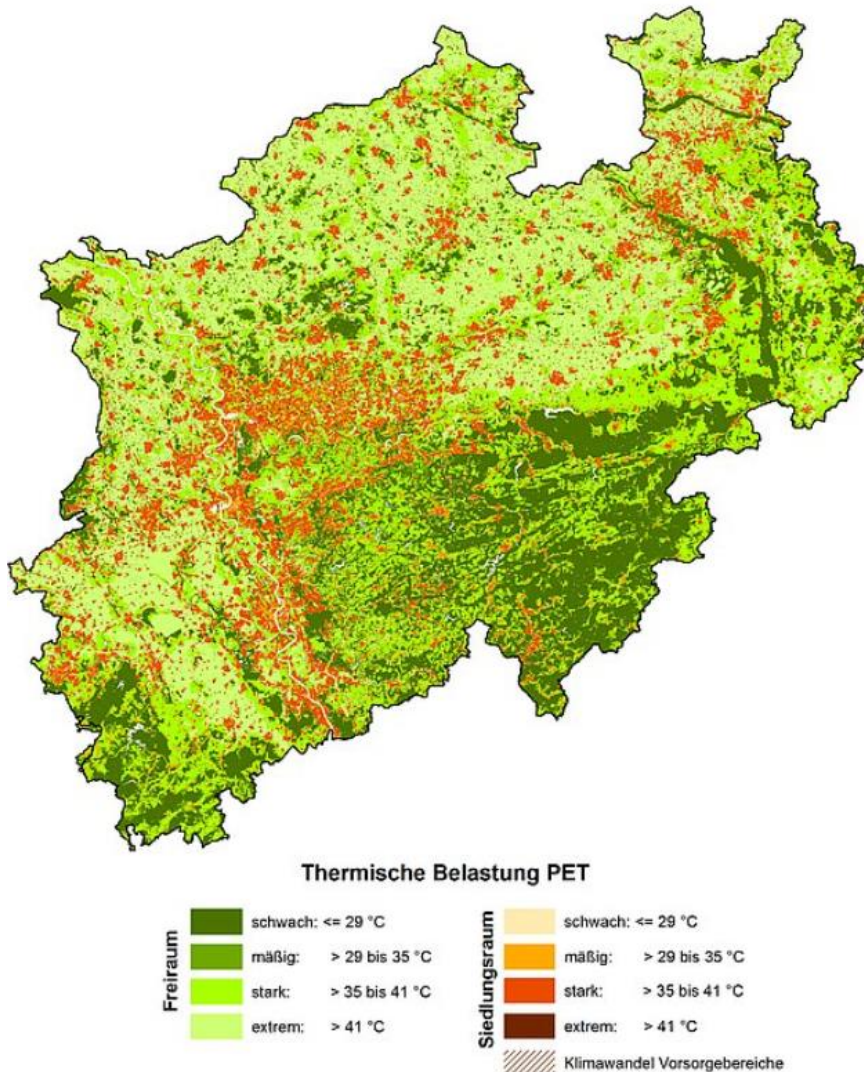


Abbildung 2: Thermische Belastung tagsüber

Fazit

Da die beschriebenen Karten auf Basis NRW-weit vorhandener Daten und für Gesamt-NRW erstellt wurden, sollte bei der Betrachtung von kleinräumigen Bereichen, wie einzelnen Gemeinden, eine Validierung der Daten erfolgen.

Für die Tag- und Nachtsituation treten sowohl für die Grünflächen als auch für die Siedlungsflächen deutliche Unterschiede in ihrer Bewertung auf. Daher ist eine einfache Zusammenfassung oder Mittelung dieser Ergebnisse zur Bewertung der Gesamtsituation nicht ohne weiteres möglich und wird ausführlich in der Klimaanalyse Gesamtbetrachtung beschrieben.

Literatur

Groß (1993): Numerical Simulation of canopy flows. Springer Verlag Heidelberg.

UBA - Umweltbundesamt (2015): Heizen, Raumtemperatur – gewusst wie. www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/heizen-raumtemperatur (letztmaliger Zugriff am 12. 06. 2017)

VDI - Verein Deutscher Ingenieure (2004): VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9. Umweltmeteorologie. Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene, Düsseldorf.

VDI - Verein Deutscher Ingenieure (2008): VDI-Richtlinie 3785, Blatt 1. Methodik und Ergebnisdarstellung von Untersuchungen zum planungsrelevanten Stadtklima, Düsseldorf.

LANUV (2018): Fachbericht 86: Klimaanalyse Nordrhein-Westfalen. [LANUV-Fachbericht 86 \(nrw.de\)](http://www.lanuv.nrw.de/fachberichte/fachbericht-86)

VDI - Verein Deutscher Ingenieure (2015): Richtlinie VDI 3787 Blatt 1. Umweltmeteorologie – Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, Düsseldorf.

Daten

ATKIS Basis-DLM: Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) der Landesvermessung (in NRW: Bezirksregierung Köln Abteilung 7 - Geobasis NRW). Stand 2016.

https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/publikationen/abteilung07/pub_geobasis_atkis.pdf

EEA - European Environment Agency (2003): CORINE (*Coordination of Information on the Environment*) Land Cover (CCL). European Environment Agency. www.eea.europa.eu

EEA - European Environment Agency (2012): Fast Track Service Precursor (FTSP) on Land Monitoring. Degree of soil sealing. European Environment Agency. www.eea.europa.eu

3D-Gebäudemodell: 3D-Gebäudemodell im LoD1 (Level of Detail) https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/3d_gebaeudemodelle/index.html