

3.4 Klima und Luft

Unter dem Klima eines Ortes bzw. einer Landschaft wird die Gesamtheit aller für dieses Gebiet meteorologisch erfassten Zustände und Vorgänge während eines längeren Zeitraumes verstanden.

Das Klima wird durch die einzelnen **Klimaelemente** wie insb. Lufttemperatur, Relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Niederschlag, Sonnenscheindauer, Bewölkung und Nebel geprägt. Zwischen diesen Klimaelementen, die nicht nur voneinander, sondern auch von den natürlichen **Klimafaktoren** (geographische Breite, Entfernung zu Wasserflächen, Bodenart und Bewuchs, Oberflächengestalt u.a.m.) und anthropogenen Faktoren (z. B. Dichte der Bebauung, Bewaldung, Anlegung künstlicher Wasserflächen) abhängen, bestehen komplexe Zusammenhänge.

Die planerische Auseinandersetzung mit den Schutzgütern Klima und Luft hat in den vergangenen Jahren, insbesondere seit Vorlage des Vierten Sachstandsberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) aus dem Jahr 2007 stark an Bedeutung gewonnen. Eine wichtige Rolle bei der Anpassung an die thermischen Folgen des Klimawandels wird bioklimatischen Ausgleichsfunktionen zugewiesen wie Kaltluftentstehungsgebieten und Frischluftschneisen im besiedelten Bereich. Klimaschützend wirken sich vor allem der Schutz CO₂-speichernder Biotope aus, Maßnahmen zur Erhaltung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit, der Ertragsfunktion sowie der Wasserspeicherkapazität von Böden und zur Vermeidung von Bodenerosion (siehe dazu Kap. 3.4.7.1).

Zur Anpassung kann die Landschaftsplanung mit weiteren Maßnahmen beitragen, wie etwa der Auenentwicklung, die auch dem Hochwasserschutz sowie dem Boden- und dem Arten- und Lebensraumschutz dient. Eine standortangepasste Landnutzung trägt zur Erhaltung und zum Aufbau der organischen Substanz im Boden bei.

Der globale Klimawandel nimmt zudem Einfluss auf die Biodiversität und die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts. Als eine zentrale Ursache für den Rückgang der biologischen Vielfalt wird inzwischen die Freisetzung reaktiver Stickstoffverbindungen in die Umwelt gesehen (UBA 2014).

3.4.1 Rechtliche Grundlagen und Zielsetzungen

Klima und Luft sind laut § 1 Abs. 3 Nr. 4 Bundesnaturschutzgesetz zur dauerhaften Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu schützen. Besonders gilt dies für Flächen mit günstiger lufthygienischer oder klimatischer Wirkung wie Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete oder Luftaustauschbahnen.

Auf EU-Ebene werden Regelungen zur Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität mit der EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa sowie der EU-Richtlinie 2004/107/EG über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft getroffen.

Ferner gibt die EU-Richtlinie 2001/81/EG für die EU-Mitgliedsstaaten Emissionshöchstmengen für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x), Ammoniak (NH₃), und flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC) vor, die seit dem Jahr 2010 einzuhalten sind. Im nationalen Recht regelt dies die 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung auf der Grundlage des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Hiermit wird das Ziel verfolgt, Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen bzw. deren Entstehen vorzubeugen.

Der Fünfte Sachstandsbericht des IPCC von 2013/14 führte am 12. Dezember 2015 auf der UN-Klimakonferenz in Paris zu dem Beschluss, den Anstieg der durchschnittlichen Temperatur im Vergleich zum vorindustriellen Niveau auf weit unter 2° C zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, den Temperaturanstieg auf 1,5° C zu begrenzen, um die Risiken und Auswirkungen des Klimawandels erheblich zu verringern. Die Vertragsparteien sind aufgerufen, Maßnahmen zur Erhaltung bzw. Verbesserung von Senken und Speichern

für Treibhausgase, etwa Wälder, zu ergreifen. Im November 2016 ist das „Übereinkommen von Paris“ in Kraft getreten.

In Niedersachsen werden Ziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, zum Schutz und Aufbau von CO₂-Speichern und zur Anpassung an die Klimawandelfolgen im Entwurf des „Niedersächsischen Gesetzes zur Förderung des Klimaschutzes und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ festgelegt: Die Treibhausgasemissionen des Landes sollen bis zum Jahr 2030 um mindestens 50% im Vergleich zu den Gesamtemissionen im Jahr 1990 verringert werden. Eine Reduktion um 80-95% gegenüber den Werten von 1990 wird bis zum Jahr 2050 angestrebt. Die negativen Folgen des Klimawandels, die nicht mehr abwendbar sind, sollen zudem durch angemessene Anpassungsmaßnahmen gemindert werden.

Bereits 2013 ist die Klimapolitische Umsetzungsstrategie für Niedersachsen veröffentlicht worden. Hierin sind alle Maßnahmen(-optionen) der Empfehlungen der Regierungskommission Klimaschutz für Strategien beider Handlungserfordernisse – Klimaschutz und Klimaanpassung – enthalten. Maßnahmen hinsichtlich des Klimaschutzes umfassen etwa den Erhalt organischer Böden sowie Dauergrünland, die Weiterentwicklung der Aktionsprogramme Niedersächsische Moorlandschaften und Niedersächsische Gewässerlandschaften, die Verringerung von Treibhausgasen durch den verringerten Einsatz von Stickstoffdüngern sowie -emissionen aus Viehhaltungs- und Biogasanlagen. Im Juni 2018 wurde hinsichtlich der Veränderung des Klimas in Niedersachsen der Klimareport 2018 des Deutschen Wetterdienstes veröffentlicht (DWD 2018). Auf dieser Basis ist die Klimawirkungsstudie durch das Klimakompetenznetzwerk Niedersachsen erarbeitet worden, die im Mai 2019 in Form eines wissenschaftlichen Hintergrundberichtes erschienen ist (MU 2019).

3.4.2 Die allgemeinen klimatischen Verhältnisse im Raum Celle

3.4.2.1 Datenmaterial und Bearbeitungsunterlagen

Die Beschreibung des Klimas im Raum Celle stützt sich auf langjährige Mittelwerte, die aus den Messdaten der Klimastation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Celle gebildet wurden. Zusätzlich wurden die Niederschlagsdaten der Niederschlagsstation des DWD in Hustedt herangezogen.

3.4.2.2 Lage des Planungsraums im Bezug zum Makroklima

Das Klima im Raum Celle wird überwiegend maritim geprägt. Mit den vorherrschenden Luftströmungen aus westlichen und südwestlichen Richtungen werden Luftmassen von Atlantik und Nordsee herangeführt, die für einen insgesamt wechselhaften Witterungsverlauf sorgen. Dabei äußert sich die maritime Klimakomponente in der Dämpfung der jahreszeitlichen Temperaturamplitude: Die Sommer sind im Mittel verhältnismäßig kühl und regenreich, die Winter vergleichsweise mild.

Zeitweise können sich aber auch kontinentale Klimazüge einstellen und zwar meist bei anhaltend antizyklonal geprägter Luftzufuhr aus östlichen Richtungen und bei mitteleuropäischen Hochdruckwetterlagen. Dann kommt es im Sommer zu sonnenscheinreichem und warmem Wetter, im Winter jedoch zu tiefen Temperaturen, die je nach Wetterlage mit geringer Bewölkung, zum Teil aber auch mit anhaltendem Nebel bzw. Hochnebel verbunden sind.

Aufgrund vergleichsweise hoher mittlerer Windgeschwindigkeiten herrscht in den freien Lagen, d.h. außerhalb der Siedlungsbereiche und des Waldes, insgesamt eine gute Durchlüftung.

3.4.2.3 Temperatur

Die mittlere Jahresmitteltemperatur liegt bei 8,8°C und erreicht damit für das östliche Niedersachsen typische Werte. Im mittleren Jahresgang ist der Januar mit 0,6° C der kälteste

und der Juli mit 17,4°C der wärmste Monat. Die mittlere Jahresamplitude ist, bedingt durch die überwiegenden maritimen Klimaeinflüsse, gedämpft und beträgt nur 16,8 Kelvin.

Die auf das Jahr gemittelte Tagesschwankung der Temperatur im Raum Celle beträgt 8,5 K, wobei die größten Werte im Juni mit 11,1 K und die geringsten im Dezember mit 5,0 K verzeichnet werden.

Ein Maß für die Strenge des Winters und damit auch für die Frostgefährdung ist die Anzahl der Frost-, Bodenfrost- und Eistage. Im Mittel gibt es im Raum Celle

- 19,5 Eistage (Tage, an denen bei einem Maximum der Lufttemperatur unter 0° C Dauerfrost herrscht),
- 89,0 Frosttage (Tage, an denen das Lufttemperaturmaximum über, das Lufttemperaturminimum aber unter 0° C liegt) und
- 100,7 Bodenfrosttage (Tage an denen das nächtliche Erdbodentemperaturminimum gemessen in 5 cm Höhe über Grund unter 0° C liegt).

Im langjährigen Mittel sind im Raum Celle 26,1 Sommertage, d.h. Tage, an denen die Lufttemperatur den Wert von 25° C erreicht oder überschreitet, zu verzeichnen.

Der erste Luftfrost wird in Celle im langjährigen Durchschnitt Mitte Oktober und das letzte Auftreten von Luftfrost Ende April verzeichnet.

3.4.2.4 Relative Luftfeuchtigkeit

Der Jahresmittelwert der Relativen Feuchte beträgt im Raum Celle 81 Prozent. Die niedrigsten Werte der Relativen Luftfeuchtigkeit werden in den Monaten April bis Juli und die höchsten Werte im November bis Februar erreicht.

Der mittlere Tagesgang ist durch hohe Relative Luftfeuchtheitswerte in den Morgenstunden (88 Prozent) und in den Abendstunden (84 Prozent) sowie mit dem Minimum am Nachmittag (70 Prozent) gekennzeichnet.

3.4.2.5 Nebel

Im Raum Celle sind im Mittel 71 Tage mit Nebel (Sichtweite unter 1 km) zu verzeichnen, mit einem Maximum in den Monaten September bis März (jeweils etwa 6 bis 13 Tage pro Monat) und dem Minimum in den Monaten Mai bis Juli mit 1 bis 2 Tagen pro Monat.

Die vergleichsweise hohe Zahl von Nebeltagen ist eine Folge des Feuchteangebotes u.a. durch die Flussniederungen von Aller und Fuhse. Der nebelreichste Monat ist in der Regel der Oktober mit einer mittleren Anzahl von 13 Nebeltagen. Der Juni weist dagegen im langjährigen Mittel nur einen Nebeltag auf.

3.4.2.6 Niederschlag

Die mittlere Jahreshöhe des Niederschlags liegt im Raum Celle bei 700 mm und erreicht damit für die Südheide typische Werte. In der zentralen Lüneburger Heide werden demgegenüber teilweise deutlich höhere Werte erreicht (Soltau z. B. 811 mm). Die niederschlagsreichsten Monate sind die Monate Juni bis August mit etwa 70 bis knapp 80 mm, die niederschlagsärmsten der Februar sowie der März mit jeweils 43 bis 44 mm. Die Schwankungen bzgl. der Monatssummen der Niederschlagshöhen sind allerdings erheblich.

Aussagen über die Häufigkeit von Niederschlagsereignissen lassen sich aus Angaben über die Anzahl der Tage mit einer bestimmten Niederschlagshöhe ableiten. Die verschiedenen Niederschlagsintensitäten zeigen einen sehr unterschiedlichen Jahresgang: Im Sommer überwiegen Schauerniederschläge (großtropfiger Niederschlag), die in kurzer Zeit größere Regenmengen erbringen können. Im Winter kommt es dagegen häufiger zu Niederschlägen, die zwar von geringerer Intensität sind, aber länger anhalten. Von November bis Januar muss

danach an fast zwei Drittel aller Tage mit messbarem Niederschlag (Tageshöhe mindestens 0,1 mm) gerechnet werden, während dies im Zeitraum von April bis Juni nur an knapp der Hälfte aller Tage der Fall ist. Dagegen treten im Jahresmittel nur an 16 bis 17 Tagen ergiebige Regenfälle mit Tageshöhen des Niederschlags von mindestens 10 mm auf. Ein Maximum wird hier im Sommer mit etwa 2 Tagen pro Monat erreicht.

In Extremfällen können in niederschlagsreichen Jahren Niederschlagshöhen von insg. bis zu 1000 mm fallen (1966 fielen 967 mm), in sehr trockenen Jahren dagegen weit unter 400 mm (1959: Jahresniederschlagshöhe 353 mm).

3.4.2.7 Wind

Die Windverhältnisse an einem Ort werden großräumig durch Hoch- und Tiefdruckgebiete und die damit verbundenen größerskaligen Luftbewegungen und in kleinerer Größenordnung durch lokale Windsysteme mit kleinräumigen Zirkulationen, die an die speziellen orographischen Verhältnisse geknüpft sind, bestimmt. Je stärker an einem Ort das Geländere relief ausgeprägt ist, desto intensiver kann sich eine lokale Windzirkulation ausbilden.

Im langjährigen Mittel beträgt die mittlere Windgeschwindigkeit in Celle 3,2 m/s; die höchsten mittleren Monatswindgeschwindigkeiten treten im Dezember und Januar mit 3,6 m/s und die geringsten Windgeschwindigkeiten im Juli und August mit 2,5 m/s auf. Die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten sind im Jahresmittel aus den Sektoren Westsüdwest (230 bis 250 Grad) und West (260 bis 280 Grad) zu erwarten.

Die relative Häufigkeit der Windgeschwindigkeit zeigt den für das norddeutsche Binnenflachland typischen Tagesgang. Die schwächsten Winde treten im Mittel in den Nachtstunden auf, während am Tage, infolge stärkerer Durchmischung bei der Erwärmung der bodennahen Luftschichten, regelmäßig höhere Windgeschwindigkeiten überwiegen. Im langjährigen Mittel sind in Celle die Windrichtungen West (260 bis 280 Grad) mit einer relativen Häufigkeit von 18,4 Prozent und Westsüdwest (230 bis 250 Grad) mit einer rel. Häufigkeit von 13,5 Prozent am häufigsten vertreten. Die relative Häufigkeit der Jahresstunden allein mit diesen Windrichtungen beträgt zusammen 32 Prozent. Ein markantes Nebenmaximum existiert erwartungsgemäß bei der Windrichtung Ost (80 bis 100 Grad) mit einer rel. Häufigkeit von 11,6 Prozent. Besonders häufig treten östliche Windrichtungen im Februar und März (rel. Häufigkeiten 24 bzw. 17 Prozent) sowie im Oktober (rel. Häufigkeit 13 Prozent) auf. Im Februar und März ist die Windrichtung Ost sogar die Hauptwindrichtung.

3.4.2.8 Bewölkung

Für den Raum Celle wurde die mittlere jährliche Himmelsbedeckung mit 69 Prozent berechnet. Sie entspricht damit fast exakt dem Niveau des entsprechenden Parameters in Hannover (68 Prozent). Im Jahresgang zeigen sich deutlich die höchsten Bewölkungsanteile in den Winter- und die geringeren Anteile in den Sommermonaten.

3.4.2.9 Sonnenschein

Die mittlere Jahressumme der Sonnenscheindauer beträgt in Celle knapp 1500 Stunden Sonnenschein. Der sonnenscheinreichste Monat ist im Mittel der Juni mit 208 Stunden Sonnenschein, auch die Monate Mai, Juli und August weisen nur wenig niedrigere Summen der Sonnenscheindauer auf. Erwartungsgemäß sind Dezember und Januar mit 30 bzw. 39 Stunden die sonnenscheinärmsten Monate.

3.4.2.10 Besondere Aspekte des Wald- und Waldrandklimas

Ein erheblicher Teil des Stadtgebietes von Celle ist mit Wald bedeckt. Ein dichter Waldbestand besitzt ein wesentlich ausgeglicheneres Klima als das Freiland. Neben seiner schadstofffilternden Wirkung kann er einen erheblichen Anteil des Niederschlags im Boden speichern und bietet u.a. Schutz vor intensiver Sonnenstrahlung im Sommer sowie weitgehenden Schutz vor sehr hohen Windgeschwindigkeiten.

Vor allem bei wolkenarmem, windschwachem Wetter stellen sich erhebliche klimatische Unterschiede zwischen Wald und Freiland ein. Der Tagesgang der Lufttemperatur wird insbesondere an sonnenscheinreichen Sommertagen im Stammraum erheblich gedämpft. Dies ist vor allem auf die im Wald gänzlich anderen Strahlungsverhältnisse zurückzuführen (Abschirmung des Stammraumes vor der direkten Sonnenstrahlung durch die Kronen).

Die Abschirmung des Himmels durch Bäume bei geringen Windgeschwindigkeiten reicht nachts etwa so weit wie die Bäume selbst hoch sind. Dabei wird in wolkenarmen Nächten die kräftige Ausstrahlung am Waldrand durch Gegenstrahlung des Waldes geschwächt. Dies bewirkt eine Abnahme der Frostgefährdung unmittelbar am Waldrand gegenüber den Verhältnissen im Freiland.

Die typischen Eigenschaften eines ausgeglichenen Waldklimas gehen mit abnehmender Bestandsdichte allerdings immer mehr verloren. In sehr lockeren Waldbeständen können zum Teil „extremere“ Bedingungen als im Freiland herrschen. Tagsüber dringt ein erheblicher Anteil der Sonnenstrahlung in den Wald ein, während nachts die am Tage gewonnene Energie fast ungehindert abgestrahlt werden kann. Zusätzlich verhindert eine reduzierte Windgeschwindigkeit die Durchmischung mit Luft aus der Umgebung. Daraus ergeben sich deutlich höhere Tagesmaxima der Lufttemperaturen sowie merklich niedrigere Temperaturminima nachts gegenüber dem Freiland. Diese lokalklimatischen Bedingungen sind auch typisch für Lichtungen, bei denen die umgebenden Waldränder mindestens doppelt so weit wie die Höhe der Bäume voneinander entfernt sind. In kleineren Lichtungen sorgt die Gegenstrahlung des Waldes für eine geringere nächtliche Abkühlung sowie die teilweise Abschattung tagsüber für eine Verminderung der Tagesmaxima. Somit können in Waldgebieten die vielfältigsten lokalen Übergangsklimate - auch auf engem Raum - zwischen der „Lichtungen“, den Waldrändern, den aufgelockerten und den dichten Waldbeständen in Abhängigkeit von der Bestandsdichte und der Baumart (Nadelwald, Laubwald) im Wald und am Waldrand herrschen.

3.4.3 Klimakarten für das Stadtgebiet

Als weiterer gutachtlicher Planungsbeitrag wurden vom DWD gebietsbezogene Klimakarten zu den **Wind-** und **Durchlüftungsverhältnissen**, **Kaltluftentstehung** sowie zu dem aus diesen Klimagrößen abzuleitenden **Freiflächensicherungsgrad** erstellt.

Bei der Interpretation der Karten ist zu berücksichtigen, dass die Grenzen zwischen unterschiedlichen klimarelevanten Zonen nicht als fest anzusehen, sondern - gemäß dem Charakter klimatologischer Größen - als räumlich fließend zu betrachten sind. So ist z.B. der Übergang von einer Windgeschwindigkeitsklasse in eine andere nicht als eine räumlich exakte Trennungslinie zu interpretieren, an der das dargestellte Klimaelement sprunghaft von einer Klasse in die andere überwechselt, sondern vielmehr als die Grenze eines mehr oder weniger breiten Streubereiches, in dem sich ein allmählicher Übergang zwischen den Klassen vollzieht.

3.4.3.1 Kaltluftentstehung und -abfluss

Aufgrund seiner Höhenlage befindet sich nahezu das gesamte Untersuchungsgebiet innerhalb eines Kaltluftsammegebietes, dessen Obergrenze leicht dem Geländere relief angepaßt ist: Im Süden reicht das Kaltluftsammegebiet bis zu einer Höhe von 145 m über NN, während im höhergelegenen Norden die Obergrenze bei 156 m über NN liegt.

Nächtliche Kaltluftabflüsse sind auf den Höhenrücken unmittelbar nördlich von Celle zu erwarten. Die hier produzierte Kaltluft kommt dem Stadtgebiet jedoch nicht direkt zugute, sondern fließt zuerst in das Tal des Vorwerker Baches ab, bevor sie den Stadtrand des Vorortes Klein Hehlen erreicht und dort zum Teil angestaut wird. Auch die freien Lagen um den Osterberg und die südlich davon liegenden Hänge (Geländeabfall in das Schweinebruch) zeichnen sich durch das Auftreten schwacher Kaltluftflüsse aus. Ähnliches gilt für den Bereich um Hustedt im Norden des Untersuchungsgebietes, während der Südteil des Stadtgebiets als völlig abflußlos bezüglich nächtlich entstehender Kaltluft angesehen werden kann. Talabwinde sind im Untersuchungsgebiet nicht zu erwarten.

Großräumig ausgeprägte Kaltluftstaus finden sich vor allem im Talgrund der Fuhse, die das dichterbebaute Stadtgebiet von Celle durchzieht, was ein wirkungsvolles Abfließen der gebildeten Kaltluft verhindert. Diese stagnierende Kaltluft breitet sich (unterstützt durch einige flache Muldenlagen) im Laufe der Nacht bis in die Stadtrandbereiche beiderseits des Fuhsetales aus. Kaltluftstaugebiete kleineren Ausmaßes treten an sehr vielen Stellen des Untersuchungsgebietes auf. Hierzu zählen die luvseitigen (zum ansteigenden Gelände hin ausgerichteten) Siedlungs- und Waldränder, Waldlichtungen oder innerstädtische Freiflächen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse des Kaltluftabflußmodelles (lokalklimatisch bedeutsame Flächen) ist zu beachten, dass das Modell keine quantitativen Angaben liefert: Kaltluftstaugebiete sind zwar gegenüber der Umgebung kälter, die Temperaturdifferenz kann im Modell jedoch nicht berechnet werden. Ähnliches gilt für Kaltluftflüsse: Diese sind nicht mit einem stetigen Wind zu vergleichen, sondern vielmehr mit einem schubhaften "Abtropfen" von Kaltluftmassen.

Kleine in der Karte eingezeichnete Pfeile bezeichnen daher gebietsbezogen sporadische, kurzandauernde Kaltluftflüsse, gefolgt von längerandauernden abflusslosen Phasen. Große Pfeile dagegen sollen anzeigen, daß der Kaltluftfluß kräftiger entwickelt ist, länger anhält und nur kurze abflußlose Phasen aufweist. Kaltluftabflüsse dieser Art können bereits kurz vor Sonnenuntergang beginnen, die ganze Nacht hindurch andauern und erst bei Sonnenaufgang versiegen.

3.4.3.2 Minimumtemperaturinversionen

Die Minimumtemperaturinversion ist ein großräumiges klimatologisches Phänomen, das kaum von lokalen Effekten beeinflusst wird, sondern nur von der Geländehöhe und der geographischen Lage abhängt. Sie ist immer dann gegeben, wenn die atmosphärische Temperatur in einem 100 m höher liegenden Punkt höher oder mindestens gleich ist.

Ist diese Voraussetzung gegeben, so wird an diesem Tag und in dieser Höhenlage eine Minimumtemperaturinversion von mindestens 100 m Mächtigkeit gezählt.

Die Berechnung der Minimumtemperaturinversionshäufigkeiten ergibt, dass in Geländelagen zwischen 21 m und 50 m über NN an 228 Tagen im Jahr (etwa 62 %) mit Minimumtemperaturinversionen von mindestens 100 m Mächtigkeit gerechnet werden muß. Auch in den darauffolgenden Höhenbereichen (von 51 m bis 60 m bzw. 61 m bis 70 m über dem Meeresspiegel) sind die jew. Inversionshäufigkeiten nur unbedeutend geringer.

3.4.3.3 Windgeschwindigkeiten

Die geringsten Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 10 m über Grund treten über dem *Innenstadtbereich* von Celle auf (weniger als 2.2 m/s). Auch die *bewaldete Tallage* südlich des Buchholzberges ist ähnlich windschwach. Die weniger dicht bebauten Stadtteile von Celle liegen in der nächsthöheren Windgeschwindigkeitsklasse (2.2 m/s bis 2.4 m/s). Diese Windgeschwindigkeiten sind auch typisch für die ausgedehnten Waldgebiete im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes.

Deutlich windstärker sind die Stadtrandbereiche und die nur locker bebauten Siedlungslagen von Vorwerk, Garßen, Altencelle oder Wietzenbruch.

Über Gebieten mit Freilandcharakter, die sich überwiegend um Celle herum arrondieren, vereinzelt auch im Stadtnorden auftreten (Flugplatz Arloh und Standortübungsplatz Celle-Scheuen, Ackerlagen bei Hustedt), erreicht die mittlere Windgeschwindigkeit typischerweise Werte über 3.7 m/s (zum Teil auch mehr als 4.0 m/s).

Erhöhte Jahresmittel der Windgeschwindigkeit treten auch über den Kuppenlagen auf und sind meist mit dem Effekt der Bodenrauigkeit gekoppelt: Deutlich sind der stark bewaldete Winterberg, der Allerhopsberg oder der Buchholzberg als kleinräumige, windstärkere Regionen zu erkennen, obwohl das Windgeschwindigkeitsniveau aufgrund der erhöhten Bodenrauigkeit niedriger liegt als über dem von höherem Freiflächenanteil geprägten Osterberg oder dem Reiherberg.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich die bodennahen Windfeldstrukturen in dem orographisch wenig gegliederten Gebiet um Celle hauptsächlich an der Landnutzung (als einem Maß für die Rauigkeit des Erdbodens) orientieren und deshalb als großflächige, homogene Bereiche erscheinen, in denen sich ein allmählicher Wechsel zwischen den jeweiligen Windgeschwindigkeitsklassen vollzieht.

3.4.3.4 Durchlüftung

Im Untersuchungsgebiet sind diejenigen Teilräume gering durchlüftet, die eine hohe Inversionshäufigkeit in Verbindung mit geringen Windgeschwindigkeiten aufweisen. Dies betrifft vor allem die tieferen Tallagen, die durch Bewaldung oder Bebauung beeinflusst sind. Deutlich sind der Raum um Celle samt dem westlich davon liegenden Neustädter Holz und die bewaldete Allerheide als gering durchlüftete Gebiete zu erkennen. Entsprechendes gilt für die waldreichen Gegenden im Nordwesten des Untersuchungsgebietes.

Mäßige Durchlüftungsverhältnisse herrschen in weiten Teilen des höherliegenden Nordostens des Untersuchungsgebietes, der zwar überwiegend schwachwindig ist, jedoch knapp aus dem inversionsbetroffenen Bereich herausragt. In den tieferen, inversionsreichen Lagen dagegen sind die windstärkeren Regionen mäßig durchlüftet.

Großräumig gut durchlüftet sind die windstarken, von Freiflächen geprägten Regionen im Untersuchungsgebiet. Hierzu zählen die freien Lagen südöstlich von Groß Hehlen, die weit nach Norden reichenden, höhergelegenen Gebiete über dem Schweinebruch und die Niederungen im äußersten Südwesten. Auch der Bereich bei Hustedt und der Truppenübungsplatz sind gut durchlüftet.

Die rechnerische Beurteilung der großräumigen Durchlüftungssituation in den Siedlungsbereichen ergibt, dass 77.7 % aller bebauten Flächen gemessen an großen Freiräumen gering durchlüftet sind und 20.7 % eine mäßige Durchlüftung aufweisen, während nur 1.6 % aller Siedlungsgebiete gut durchlüftet sind.

Im Bereich um Celle treten keine ausgeprägten Talabwinde auf. Größere Fließgewässer oder weite, freie Tallagen bewirken neben einer Kanalisierung der Windströmung oft auch deutlich höhere Windgeschwindigkeiten in der unmittelbaren Flussumgebung (bzw. dem Talgrund) und erweisen sich so als natürliche "Ventilationsschneisen". Dies gilt insb. für das Allertal im Bereich um Celle samt den angrenzenden, nur locker bebauten Hanglagen im Norden sowie die von Süden weit ins Stadtgebiet hineinragenden Freiflächen des Fuhsetales. In diesem Zusammenhang sind die von der überwiegend geschlossenen Bebauung entlang der Talkanten von Aller und Fuhse ausgehenden Barrierewirkungen von Bedeutung.

3.4.4 Lokalklimatische Verhältnisse im Stadtgebiet

Ergänzend zur Auswertung klimastatistischer Daten wurden durch den Deutschen Wetterdienst gutachtlich die lokalklimatischen Verhältnisse im Raum Celle bei ausgewählten Strahlungswetterlagen untersucht. Bei derartigen Wetterlagen treten lokalklimatische Besonderheiten am deutlichsten hervor.

Dazu wurden während zweier entsprechender Wettersituationen Ende Juli 1999 sowie Anfang September 1999 3 temporäre Meßstationen in Celle betrieben sowie Ende Juli 1999 5 Profilmessfahrten in Celle durchgeführt. Insbesondere wurde die abendliche Ausprägung der "städtischen Wärmeinsel" untersucht.

3.4.4.1 Temporäre Messstationen

Die Auswertungen der Aufzeichnungen der temporären Messstationen an den 3 vorgegebenen Standorten (Kernstadt Oberlandesgericht, Grünflächenamt, Freilandstation Altencelle) zeigten im Mittel nachts im Freiland gegenüber der Kernstadt um 2 bis 3 Kelvin kältere Temperaturen und um 7 bis 10 Prozent höhere relative Luftfeuchtigkeiten. Die entsprechenden Abweichungen zwischen der Freilandstation und der Station Grünflächenamt waren geringer.

Deutlich ergibt sich aus den Auswertungen die kräftige abendliche und nächtliche Abkühlung an der Freilandstation gegenüber der Station im Stadtzentrum von Celle. Dies gilt, vom Grundsatz her, auch für größere innerstädtische Parkanlagen, wie den Französischen Garten.

3.4.4.2 Profilmessfahrten

Durch zusätzlich durchgeführte 5 Profilmessfahrten konnten repräsentativ für die verschiedenen Flächennutzungen in Celle detaillierte Temperatur- und Feuchtwerte erfaßt werden.

Nach den Ergebnissen der Profilmessfahrten lassen sich für die Stadt Celle für sommerliche Strahlungswetterlagen die folgenden grundsätzlichen Aussagen treffen:

- Dicht bebaute und stark versiegelte Flächen in Celle sind im Mittel abends und nachts um 3 bis 5 K wärmer als Teile der Celle umgebenden Freiflächen. Im Extremfall wurden bis zu 6 K Temperaturdifferenz festgestellt .
- Aufgelockert bebaute Gebiete in Celle sind abends und nachts im Mittel um 2 bis 3 K wärmer als die umgebenden Freiflächen.
- Größere innerstädtische Grünflächen (z.B. Französischer Garten) sind abends und nachts im Mittel um 1 bis 2 K kühler als dicht bebaute und hoch versiegelte Flächen. Teilweise wurden Temperaturdifferenzen bis 3 K festgestellt. Die "Außenwirkungen" derartiger Grünflächen werden durch die Größe der Anlage und die Flächennutzung in der näheren Umgebung bestimmt.
- Von Bebauung umgebene Freiflächen, z.B. die Fuhse-Aue im Bereich Westercelle weisen abends und nachts wesentlich geringere Abkühlungsraten auf als große, nicht von Bebauung umgebene Freiflächen (z.B. die Aller - Aue im Bereich östlich und südöstlich von Blumlage).
- Die Temperaturunterschiede zwischen Umland und den unterschiedlich versiegelten Flächen in der Stadt Celle sind tagsüber im Vergleich zu den Abend-, Nacht- und Morgenstunden, deutlich geringer.
- Die abendliche Abkühlung ist über Freiflächen deutlich größer als in aufgelockert bebauten Gebieten und im dicht bebauten Stadtzentrum.
- Im Mittel war die Relative Luftfeuchtigkeit bei den Morgen - und Abendfahrten im Stadtzentrum von Celle sowie in anderen, dicht bebauten Stadtgebieten um ca. 10 bis 15 Prozent niedriger als über den Freiflächen der Umgebung. Teilweise erreichten die Werte der Relativen Luftfeuchtigkeit sogar um 20 bis 30 Prozent niedrigere Werte. Dagegen blieben die Differenzen der Relativen Luftfeuchtigkeit tagsüber verhältnismäßig gering.

3.4.4.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse lassen unter Berücksichtigung der derzeitigen Flächennutzung im Stadtgebiet den Schluss zu, dass die Aller-Aue und (in geringerem Maße) auch die Fuhse-Aue wichtige bioklimatische Funktionen für die bebauten Bereiche des Stadtgebiets als

Belüftungsschneisen (Ventilationsbahnen, Luftleitbahnen) haben. Aufgrund ihrer geringen Rauigkeit vermindern sie die Windgeschwindigkeiten deutlich weniger als waldartiger Bewuchs oder dichte Bebauung. Damit können an warmen oder heißen Tagen auch schwache südsüdöstliche Winde (Fuhse-Aue) bzw. südsüdöstliche bis ostsüdöstliche Winde (Aller-Aue) im östlichen und südöstlichen Vorfeld der Stadt praktisch ungehindert den Stadtrand von Celle erreichen, abgeschwächt weiter Richtung Stadtkern vordringen und hier zu einer besseren Durchlüftung beitragen.

Die Topographie im Bereich des westlichen Stadtrandes läßt ebenfalls den Schluss zu, daß hier eine Belüftungsbahn längs der Aller existiert, die bei westlichen und nordwestlichen Winden zu einer Verbesserung der Durchlüftung im Bereich Neustadt etwa bis zur Bahnlinie Hannover - Hamburg beiträgt. Die Darstellung und der Verlauf der Luftleitbahnen ist der Textkarte 3.4-3 „Klimatope des Stadtgebietes“ am Ende dieses Kapitels zu entnehmen.

Da die von Südsüdosten bis Ostnordosten advehierte Luft im Bereich Südostcelle/ Ostcelle sowie die von Westen und Nordwesten advehierte Luft im Bereich westliches Celle aufgrund der Flächennutzung im Umland verhältnismäßig schadstoffarm ist, kann die über die genannten Luftleitbahnen verfrachtete Luft zu einer Verbesserung der Luftqualität im Stadtgebiet von Celle beitragen.

Die drei genannten, von verschiedenen Seiten weit bis in den Kernbereich der Stadt zielenden Talräume stellen eine besonders günstige Situation für Celle dar. Aufgrund ihrer bioklimatischen Funktion bzgl. der kräftigen abendlichen Abkühlung, aber auch ihrer Funktion als Belüftungsbahnen sind sie von großer Bedeutung für das Stadtgebiet. Insbesondere eine hohe abendliche Abkühlungsrate ist aus bioklimatischer Sicht sehr positiv zu bewerten.

Die oben getroffenen Aussagen korrespondieren eindrucksvoll mit den Klimakarten für die Stadt Celle. In den Karten werden die drei Gebiete als Zonen höherer Windgeschwindigkeit und besserer Durchlüftung dargestellt und mit einem hohen bzw. mittleren Freiflächensicherungsgrad belegt. Sie sollten künftig frei von Bebauung bleiben; insbesondere sollten keine Schadstoffquellen in diesen Grünzügen angesiedelt werden.

Aufforstungen sollten ebenfalls unterbleiben. Wenn eine Bepflanzung mit Bäumen nicht zu umgehen ist, sollte diese parallel zum Verlauf der genannten Schneisen erfolgen, um die Belüftungsbahnen in ihrer Funktion nicht zu schwächen. Grundsätzlich sollten mögliche Änderungen der Flächennutzung im Hinblick auf ihre lokalklimatischen Auswirkungen untersucht werden. Die vorstehenden Ergebnisse sind in das Zielkonzept in Kapitel 4.4.6 eingeflossen.

3.4.5 Darstellung der klimaökologischen Verhältnisse

Um die Ergebnisse der Bestandsaufnahme für die einzelnen Klimaelemente aussagekräftiger zu machen, werden die einzelnen Bereiche des Stadtgebietes nach ihren charakteristischen klimatischen Funktionen dargestellt (siehe Tab. 3.4-4).

Klimatope sind räumliche Einheiten, die wesentlich durch die Faktoren Relief und Nutzung bestimmt sind und deren Lokalklima als annähernd homogen angenommen wird.

Zur Ermittlung dieser Klimatope wird die potenzielle Überwärmungsintensität von Siedlungsstrukturtypen bei gleichzeitiger Berücksichtigung der potenziellen mittleren bodennahen Durchlüftung in den verschiedenen Oberflächenstrukturen betrachtet. Die unterschiedliche Überwärmung der Siedlungsstrukturtypen resultiert nach MOISMANN et al. (1999) aus den spezifischen Oberflächeneigenschaften, Wärmeleitfähigkeit, Wärmespeicherkapazität und Abwärmeemissionen. Zusätzlich trägt in urban geprägten Räumen die nächtlich reduzierte effektive Ausstrahlung zu einem höheren Lufttemperaturniveau bei. Die ungefähre Überwärmungsintensität wird deshalb u.a. über die Struktureigenschaft „Versiegelungsgrad“ gemäß MOISMANN et al. (1999) abgeschätzt

Tab. 3.4-1: Potenzielle Überwärmungsintensität von Siedlungsstrukturtypen

Siedlungsstrukturtyp	potenzielle Überwärmungsintensität
Zentrum / Stadtteilzentrum	hoch – sehr hoch
Block- / Blockrandbebauung	hoch – sehr hoch
Industrie- und Gewerbefläche	mittel – hoch
Gemeinbedarfsfläche	mittel – hoch
Hochhausbebauung	gering – hoch
Zeilenbebauung	gering – mittel
Alte Ortskerne	gering – mittel
Einzel- / Reihenhausbauung	gering

Die Überwärmungsintensität kann durch bodennahe Strömungen bzw. bodennahe Durchlüftung zum Teil wieder ausgeglichen werden. Die bodennahe Durchlüftung ist dabei einerseits vom vorherrschenden Relief und andererseits von der Oberflächenrauigkeit abhängig. Die Reliefstruktur und –lage spielt nur im Berg- und Bergvorland eine Rolle, so dass die charakteristischen Durchlüftungsbedingungen durch die Strukturhöhe, Bebauungsdichte und Versiegelungsintensität bestimmt werden. Die Durchlüftungsverhältnisse werden ebenfalls nach MOISMANN et al. (1999) abgeschätzt (siehe hierzu auch Textkarte 3.4-1 „Potenzielle Überwärmungsintensität“ am Ende dieses Kapitels).

Tab. 3.4-2: Potenzielle mittlere Durchlüftungsverhältnisse in verschiedenen Oberflächenstrukturen, dargestellt in Textkarte 3.4-2 am Ende des Kapitels

Relevante Oberflächenstrukturen	potenzielle bodennahe Durchlüftung
Gewässer, Grün- und Parkanlagen, Spiel- und Sportanlagen, Wiesen / Weiden, Ackerflächen, Verkehrsflächen, Ruderalflächen, Brachflächen, Flächen mit einzelnen Gehölzen	sehr hoch
Einzel- / Reihenhausbauung, Einzelanwesen, Friedhöfe, Garten- und Obstbauflächen, Gehölze	hoch
Zeilenbebauung, Hochhausbebauung mit hohem Freiflächenanteil, Gemeinbedarfsfläche, alte Ortskerne	mittel
Industrie- und Gewerbeflächen, Einkaufszentren	gering – hoch (je nach Grad der Überbauung)
Block-, Blockrandbebauung, Wälder	gering
Dichte Hochhausbebauung, Stadtzentren	sehr gering

Tab. 3.4-3: Zuordnung der Faktoren Überwärmungsintensität und Durchlüftung zu Klimatopen

Klimatop	Überwärmungsintensität	Durchlüftung
Grünanlagenklimatop	sehr gering	sehr hoch / hoch
Kernstadtklimatop	sehr hoch	sehr gering
Stadtklimatop	mittel / hoch	mittel / gering je nach Dichte
Stadtrandklimatop	gering / mittel	hoch / mittel
Gewerbeklimatop	hoch / sehr hoch	mittel / gering
Verkehrsanlagenklimatop	hoch / sehr hoch	mittel / gering

Die Überlagerung beider Faktoren lässt nach „Stärke der Überwärmungsintensität“ und „Höhe der Durchlüftung“ die räumliche Bündelung zu Klimatopen zu. Dabei muss der tatsächlich vorherrschende Biotoptyp berücksichtigt werden. Freiland-, Wald- und Gewässerklimatop sind

nicht anthropogen verändert und werden nur nach der Nutzung bzw. den Struktureigenschaften unterschieden. Die übrigen Klimatope weisen die folgende Faktorenzusammensetzung auf:

Tab. 3.4-4: Beschreibung der Klimatope des Stadtgebietes

Bezeichnung / Nutzung, Struktureigenschaften	Klimatische Eigenschaften	Bewertung / Funktion	Räumliche Schwerpunkte
Freilandklimatop Stark landwirtschaftlich genutzte u. dementsprechend gegliederte Flächen: Weite Grünlandbereiche, feuchte Niederungen u. kultivierte Moorbereiche, Ackerflächen. Geringe Oberflächenrauigkeit.	Die Kaltluftproduktion ist veränderlich mit Entwicklung der Kulturpflanzen: Mit steigendem Deckungsgrad u. Bestandshöhe nimmt die Tendenz zur Kaltluftbildung zu, da der Strahlungsinput in den Boden in gleichem Maße abnimmt. Deshalb: Verminderter Strahlungsinput in den Bodenkörper als Folge der Abschirmung durch eine geschlossene Grasnarbe/Ackerfrüchte; bei höherer Feuchte leicht erhöhter Bodenwärmestrom und leicht erhöhte Wärmespeicherfähigkeit. Starke und rasche Abkühlung in den Abendstunden verbunden mit hoher Kaltluftproduktion während der Nacht; Akkumulation autochton gebildeter Kaltluft in ebenen Bereichen. An Strahlungstagen häufig starke Erwärmung der bodennahen Luftschichten und des oberflächennahen Untergrundes. Auf feuchten Standorten: Umsetzung der eingestrahnten Energie teilweise durch Verdunstung; deshalb auch an Strahlungstagen nur mittlere Erwärmung der bodennahen Luft u. des oberflächennahen Untergrundes, deshalb: meist höhere Luftfeuchte am Tage u Neigung zur Nebelbildung während der Nacht. Windoffen, weitgehend ungehinderter Luftaustausch.	• allgemein nicht belastet • stark ausgeprägter Tagesgang von Temperatur und Feuchte • windoffen, guter Luftaustausch • hohe Frisch-/Kaltluftproduktion	Aufgrund des einheitlichen Klimacharakters gilt die Bewertung für den überwiegenden Teil des Stadtgebietes. Ausnahmen bilden die durch KFZ-Emissionen belasteten Gebiete u. die bebauten Bereiche sowie Waldflächen.
Waldklimatop Größere Waldbereiche, häufig auf Anhöhen; hohe Oberflächenrauigkeit	Hohe Kaltluftproduktion, da die Energieumsatzfläche an der Oberfläche der Waldbestockung liegt. Die Einstrahlung in den Bodenkörper ist stark herabgesetzt; als Folge: geringe Ausstrahlung des Bodens, starke Temperaturabnahme an der Oberfläche des Waldes, Absinken der gebildeten Kaltluft in den Bestand, daher ist die autochton gebildete Kaltluft meist ortsfest und somit für den thermischen Ausgleich weniger relevant. Auch in Fernbereichen besteht bedeutsame Wirksamkeit größerer Waldgebiete in Hinblick auf die Regulation von Luftfeuchte (hohe Transpirationsleistung), Windgeschwindigkeit (kompakte, größere Bestände) und Lichtklima (Milderung der hellen Strahlung an Sonnentagen durch niedrige Lichtreflektion der Waldbereiche)	• allgemein nicht belastet • bedeutende Funktion als Frischluftproduktionsgebiete. • Windbarrieren, Lärmschutzfunktion und bedeutende Immissionsschutzfunktion • bedeutende Windbremswirkung in der freien Landschaft	Waldgebiet „Finkenherd/Sprache“ Waldgebiet „Neustädter Holz“ Waldgebiet nord westl. von Groß Hehlen Klosterforst Miele nördl. von Scheuen
Gewässerklimatop	hohe Umsetzung der eingestrahnten Sonnenenergie in Verdunstung, dadurch geringe Erwärmung am Tage, geringe nächtliche Abkühlung und höhere Luftfeuchte. Bei der Fuhse ist durch die herangerückte Bebauung eine Luftaustauschbarriere vorhanden, die einen Kaltlufttransport unterbindet: hier bildet sich ein großer Kaltluftsee.	• allgemein nicht bis gering belastet • allgemein ausgleichende Wirkung auf die Temperatur • Kaltluftbildung und -sammlung in Aller- und Fuhse-aue. Kaltlufttransport	Flusstäler von Aller, Fuhse und Lachte. Größere Stillgewässer wie Entenfang, Henneckenmoor u. Fischteiche Hustedt

Bezeichnung / Nutzung, Struktureigenschaften	Klimatische Eigenschaften	Bewertung / Funktion	Räumliche Schwerpunkte
		entlang der Tiefenlinie bei der Aller	
Grünanlagen-klimatop Größere zusammenhängende Grünanlagen; Parks; Friedhöfe. Sehr hoher Begrünungsgrad, hoher Rasenanteil, Baumbestand, Ziergehölze, größere Gehölzgruppen im bebauten Bereich	Verminderter Strahlungsinpust in den Bodenkörper durch die gute Abschirmung der Begrünung. Geringer Bodenwärmestrom und geringe Wärmespeicherung, daher starke, rasche Abkühlung in den Abendstunden verbunden mit hoher Kaltluftproduktion. Leichter Kaltluftabfluss in die angrenzenden Siedlungsbereiche. Höhere Luftfeuchte (Transpirationsleistung) als im bebauten Bereich. Luftbelastungen durch KFZ u. Hausbrand durch bebautes Umfeld vorhanden, aber teilweise durch hohen Grünanteil kompensiert (O ₂ -Produktion, Schadstofffilterung, CO ₂ -Aufnahme)	• allgemein nicht belastet • klimatische Ausgleichsfunktion • Erholungsfunktion für Kernstadt- und Stadtklimatopbewohner	Französischer Garten; Schlosspark; Triftanalgen; Thaer's Garten; Waldfriedhof; Stadtfriedhof, Ortsteilfriedhöfe; Grünverbindungen; Kiebitzsee; Kleingartenanlagen
Kernstadt-klimatop Eng bebaute Bereiche mit sehr hohem Versiegelungsgrad, und sehr geringem Durchgrünungsgrad. Vielfältige Nutzungen: Handel, Dienstleistungen, zentrale Einrichtungen	Starker Strahlungsinpust in die Baukörper Geringe und langsame Abkühlung in den Abendstunden verbunden mit geringer Kaltluftproduktion. Umsetzung der eingestrahnten Energie in Wärme, die zur Ausbildung einer Wärmeinsel führt. Geringe relative Luftfeuchte. Problematischer Luftaustausch, deshalb höhere Schadstoffbelastung der Luft durch Hausbrand. Starke Windfeldstörungen durch die Baukörper, u.a. Windböen als Ausgleichsströmungen zwischen stärker erwärmten (besonnten) und kühleren (beschatteten) Bereichen.	• stark eingeschränkt • Wärmeinseleffekt • starke Windfeldstörung • Schadstoffbelastung • geringe bis sehr geringe Kaltluftproduktion	Historische Innenstadt, verkehrsberuhigter Bereich.
Stadtklimatop Block- und Zeilenbebauung, hoher Anteil an Nebengebäuden, 1-2 geschossige Einzel-/Wohnhausbebauung, Gewerbebebauung. Mittlerer Durchgrünungsgrad durch kleinere Gärten, geringerer Baumbestand	In Teilbereichen starke Aufheizung der Luft während des Tages und geringe Temperaturabnahme während der Nacht durch Wärmespeicherfähigkeit von kompakten Baumaterialien. Bei hohem Versiegelungsgrad mit rascher Ableitung von Niederschlägen und geringer Durchgrünung ist die relative Luftfeuchte gering. Beeinträchtigungen des Windfeldes durch die Bebauung. Längeres Verbleiben von emittierten Schadstoffen als Folge der Behinderung der Austauschströmungen. Allgemein höhere Luftbelastung durch höhere KFZ- und Wohnungsdichte sowie gewerbliche Emissionen	• eingeschränkt • Lufthygienisch u. thermisch belastet, jahreszeitlich variierend (Heizperiode)	Kernbereiche von Celle (Klein Hehlen, Hehlentor, Blumlage, Altenhäusern, Neuenhäusern, Westercelle, Heese u. der südl. Teil der Neustadt. Zentrale Bereiche von Vorwerk und Altencelle.
Stadtrandklimatop Stark aufgelockerte, meist 1-2 geschossige Einzel-/Wohnhausbebauung z.T. mit Nebengebäuden. Sehr hoher Durchgrünungsgrad, viele Gärten mit hohem Rasenanteil; Nutzgärten; Zier- und Obstbäume sowie Gehölze.	allgemein mittlere Kaltluftproduktion, die überwiegend von Gärten und Grünflächen herrührt. Die Bebauung beeinflusst die Temperatur und die Feuchte, da sie die nächtliche Ausstrahlung z.T. einschränkt. Die Baukörper stören lokale Windsysteme nur bodennah und beeinträchtigen geringfügig den Luftaustausch; trotzdem guter Abtransport von Schadstoffen und Wirksamkeit von Kaltluftflüssen ist gegeben. Luftbelastungen durch KFZ u. Hausbrand vorhanden, aber teilweise durch hohen Grünanteil kompensiert (O ₂ -Produktion, Schadstofffilterung, CO ₂ -Aufnahme)	• gering eingeschränkt • Kaltluftweitergabegebiete für Stadtklimatop • Lufthygienisch u. thermisch gering belastet	Hustedt, Hustedt Jägerei, Hustedt Bahnhof, Waldkater, Scheuen, Freiherr-von-Fritsch-Kaserne, Garßen, Alvern, Bostel, Altenhagen, Lachtehausen Osterloh, Westercelle, Wietzenbruch, Altencelle und Burg

Bezeichnung / Nutzung, Struktureigenschaften	Klimatische Eigenschaften	Bewertung / Funktion	Räumliche Schwerpunkte
Gewerbeklimatop Eng bebaute Bereiche mit sehr hohem Versiegelungsgrad, und sehr geringem Durchgrünungsgrad.	Starker Strahlungsinput in die Baukörper Geringe und langsame Abkühlung in den Abendstunden verbunden mit geringer Kaltluftproduktion. Umsetzung der eingestrahlten Energie in Wärme, die zur Ausbildung einer Wärmeinsel führt. Geringe relative Luftfeuchte. Problematischer Luftaustausch, deshalb höhere Schadstoffbelastung der Luft durch Hausbrand. Starke Windfeldstörungen durch die Baukörper, u.a. Windböen als Ausgleichsströmungen zwischen stärker erwärmten (besonnten) und kühleren (beschatteten) Bereichen.	• stark eingeschränkt • Wärmeinseleffekt • starke Windfeldstörung • Schadstoffbelastung • geringe bis sehr geringe Kaltluftproduktion	Altenhagen; Blumlage; Neuenhäuser; Westercelle; Altencelle
Verkehrsanlagenklimatop Nahezu vollständige Versiegelung weitgehend ebene Flächen mit geringer Oberflächenrauigkeit.	Geringe Kaltluftproduktion da sehr hoher Strahlungsinput in den Boden/Oberfläche und in den Abendstunden nur eine geringe und langsame Abkühlung erfolgt. Geringe relative Luftfeuchte. Windoffen, lokale Verwirbelung von Luftschichten durch den Zugverkehr. Als Luftleitbahn kaum Bedeutung, da Nord-Süd-Ausrichtung. Große Asphaltflächen ohne Baumbeschattung.	• stark eingeschränkt • sehr hohe thermische Belastung	Gleisanlagen zwischen Heese und Neuenhäuser inkl. Hauptbahnhof und Güterbahnhof Celle-Nord; Güterbahnhof Celle-Vorstadt; große Parkplätze; Fliegerhorst Wietzenbruch

Diese Klimatope sind in Textkarte 3.4-3 „Klimatope des Stadtgebietes“ am Ende des Kapitels dargestellt. Eine Ausnahme bildet das Gewerbegebiet „Kolkwiesen“, das von der Nutzung eigentlich ein Gewerbeklimatop darstellt, aber durch die geringe Bebauung derzeit nur eine geringe / mittlere Überwärmungsintensität und noch eine hohe Durchlüftung aufweist und daher als Stadtrandklimatop eingestuft ist. In dieser Karte sind auch die Luftleitbahnen, Kaltluftflüsse, Luftaustauschbarrieren und Kaltluftseen zu entnehmen.

3.4.6 Klimaänderung in Celle, eine Prognose

Das Niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz hat sich mit der möglichen Klimaänderung im Land Niedersachsen befasst, um Antworten auf die Fragen nach den Temperaturveränderungen und der Niederschlagsverteilung und -intensität in Niedersachsen zu erhalten. Es wurde das folgende Szenario ermittelt. SRES-Szenario A1B (gemäß 4. Sachstandsbericht) des Weltklimarates (IPCC) – Anstieg der CO₂-Konzentration von heutigen 380 ppm auf 710 ppm im Jahr 2100 – und gemäß Regional-Modell „Climate Local Model“ (CLM) des Deutschen Klimarechenzentrums und des Max-Planck-Instituts.

Tab. 3.4-5: Prognose künftiger Änderungen gemäß Emissionsszenario (MU 2009)

Kriterium		Durchschnitt bisher	Veränderung bisher	Veränderung bis 2100
Jahresmitteltemperatur		8,7 °C (1950-2000)	+ 1,4 °C (1950-2000)	+ 3 °C
Saisonale Verteilung der Temperaturen	letzter Spätfrost	22. April (1961-1991)		01. April (minus 21 Tage)
	erster Frühfrost	30. Oktober (1961-1991)		02. Dezember (minus 32 Tage)
	frostfreie Tage	191 (1961-1991)	+ 9,9 (1961-1991)	+ 50 – 55 Tage

Kriterium		Durchschnitt bisher	Veränderung bisher	Veränderung bis 2100
	mittlere thermische Vegetationsperiode	311 Tage (1961-1991)	+ 21 Tage (1961-1991)	+ 70 – 80 Tage
	Herbst und Winter			+ 3 – 4 °C
	Frühling			+ 1,8 °C
	Sommer			+ Hitzewellen
Niederschläge		736 mm (langjähriges Mittel)		+/-
Saisonale Verteilung der Niederschläge	Sommer			minus 60 – 70 mm (Weser-Aller-Flachland) + Starkniederschläge
		10 Tage (<0,1 mm)		+ Dürren
	Winter			+ (Überschwemmungsrisiko)
	Schneebedeckung	10 – 30 Tage		minus 20 – 40 Tage
mittlere Windgeschwindigkeit			minus Faktor 2 - 3	
Tage mit hoher Windgeschwindigkeit				+ 50 %

Entnommen aus: „Der Klimawandel als neue Herausforderung für Staat und Gesellschaft – Struktur für eine Anpassungsstrategie“, März 2009 (MU 2009).

Das o.a. Szenario hat für das Stadtgebiet von Celle natürlich auch Auswirkungen, denn eine Klimaänderung macht vor der Stadtgrenze nicht Halt und das Ministerium für Umwelt und Klimaschutz hat unter anderem in den Regionen Lüneburger Heide und Weser-Aller-Flachland die stärkste Dynamik des Klimageschehens prognostiziert.

Die Regierungskommission Klimaschutz hat in ihren „Empfehlungen für eine niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ Klimaänderungssignale für die einzelnen niedersächsischen Naturräume auf der Basis des Referenzzeitraums von 1971 bis 2000 über 9 Regional Modell-Simulationen (REMO) und 4 Climate Local Model-Simulationen (CLM) ermittelt. Unterschieden wird zwischen den Zeiträumen 2021-2050 und 2071-2100. Angegeben ist hier jeweils das Ensemblemittel für die Naturräume „Lüneburger Heide und Wendland“ und „Weser-Aller-Flachland“ sowie zum Vergleich das Gebietsmittel für Gesamtniedersachsen.

Tab. 3.4-6: Klimaänderungsszenarien für die Naturräumlichen Regionen 5 und 6

Änderungssignal	Lüneburger Heide	Weser-Aller-Flachland	Nds. Gesamt	Lüneburger Heide	Weser-Aller-Flachland	Nds. Gesamt
	2021 - 2050			2071 - 2100		
Mitteltemperatur in Grad Celsius im Winter	+1,4	+1,4	+1,3	+3,4	+3,3	+3,3
Mitteltemperatur in Grad Celsius im Sommer	+0,7	+0,7	+0,7	+2,2	+2,3	+2,3
Jahresmitteltemperatur in Grad Celsius	+0,9	+0,9	+0,9	+2,6	+2,6	+2,5

Änderungssignal	Lüneburger Heide	Weser-Aller-Flachland	Nds. Gesamt	Lüneburger Heide	Weser-Aller-Flachland	Nds. Gesamt
Mittlere Monatsniederschlagssumme in % im Winter	+6,6	+6,6	+6,8	+18,0	+16,8	+18,5
Mittlere Monatsniederschlagssumme in % im Sommer	+2,8	+4,7	+4,3	-10,5	-10,8	-10,7
Monatsniederschlagssumme im Jahresmittel in %	+6,9	+7,4	+7,3	+7,1	+6,7	+7,4
Jahressumme des Schneefalls in %	-26,4	-29,5	-29,1	-66,4	-68,7	-67,5
Länge der Dauer von Trockenperioden zwischen April und September in %	-0,6	-0,5	-0,3	+6,0	+8,4	+6,9
Länge der thermischen Vegetationsperiode in Tagen	+22,6	+24,3	+23,3	+61,3	+60,2	+59,4
Wärmeperiodendauer in %	+16,9	+15,5	+14,0	+50,6	+48,9	+46,9
Anzahl der Frosttage in %	-29,5	-30,9	-31,3	-64,3	-65,7	-66,2
Anzahl der Spätfröste nach dem 01.04. in %	-36,1	-41,4	-40,3	-91,2	-91,7	-90,2
Anzahl der Starkniederschläge über 20mm Tagessumme im Jahresmittel in %	+18,1	+21,2	+19,3	+39,3	+39,3	+37,1
Größte 5-Tages-Niederschlagssumme im Jahresmittel in %	+6,0	+7,8	+7,0	+9,4	+10,5	+10,2

3.4.6.1 Auswirkungen des Klimawandels auf die Schutzgüter

Wasserhaushalt

Grundwasserbildung

Die Grundwasserbildung erfolgt meist im Winter. In Bereichen mit durchlässigen Böden, wie sie im Stadtgebiet vorherrschen, könnte trotz geringerer Niederschläge im Sommer und einer höheren sommerlichen Verdunstungsrate ein Anstieg des Grundwasserdargebots erfolgen. Da jedoch die Böden im Celler Raum eine geringe Speicherkapazität aufweisen und im Sommer ein höherer Wasserbedarf bestehen wird, hebt die Intensivierung der landwirtschaftlichen Beregnung, d.h. Erhöhung der Anzahl der Beregnungsgaben und Ausweitung der Beregnungsfläche, das höhere Dargebot auf, so dass die Grundwasserneubildung effektiv sinken wird und erhebliche Grundwasserschwankungen gefördert werden.

Höhere Temperaturen führen zu Veränderungen der chemischen, physikalischen und biologischen Prozesse, wie Stofftransport und Stoffumsatz. In Trockenperioden könnte sich mehr Stickstoff im Boden anreichern, da Pflanzen aufgrund des eingeschränkten Wachstums weniger Nitrat aufnehmen, das dann durch erhöhte Winterniederschläge vom Boden ins Grundwasser verlagert wird.

Oberflächengewässer

Durch die steigende Sommertrockenheit steigt auch die Gefahr von Niedrigwasser in den Gewässern. So könnte das zeitweilige Trockenfallen von Bächen, wie dem Vorwerker Bach, verstärkt werden. Der vermehrte Wärmeeintrag durch Lufttemperatur und direkte Besonnung wird die Gewässergüte beeinträchtigen, indem die Erwärmung z.B. zu Sauerstoffmangel im Gewässer führt.

Häufigere Starkregenereignisse bzw. intensivere Winterniederschläge steigern das Hochwasserrisiko.

Boden

Die Änderung der klimatischen Rahmenbedingungen hat mittel- bis langfristig Auswirkungen auf die Filter- und Pufferfunktion, die Regulationsfunktion, die Lebensraumfunktion sowie die Wasserspeicherfunktion. Die erwartete Zunahme von Niederschlagsereignissen und deren Intensitäten führt zu steigendem Bodenabtrag durch Wassererosion im Berg- und Hügelland und damit zu erhöhten Einträgen von Schadstoffen in Gewässer. Nun ist der Celler Raum vom Relief her eher als flach zu bezeichnen, so dass die Erosion kaum zunehmen wird. Jedoch werden die Schadstofffrachten der Flüsse, wie Aller und Fuhse, die ihr Einzugsgebiet im Berg- und Hügelland haben, zunehmen.

Eine erhöhte Verdichtungsgefährdung des Bodens durch die erhöhten Niederschlagsmengen bei gleichzeitiger Abnahme der Frosttage ist im Celler Raum durch die vorherrschenden leichten Böden nicht zu erwarten.

Wassergeprägte (hydromorphe) Böden, wie Moore, Gleye und Auenböden, werden langfristig eine Abnahme des Humusgehalts aufweisen. Höhere Temperaturen und damit verbunden eine stärkere Verdunstung führt mittelfristig zu sinkenden Grundwasserständen, so dass der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff sinkt. Diese Kohlenstoff-Freisetzung wird erheblichen Anteil an der Erhöhung von Treibhausgasemissionen haben.

Luft

Gerade im städtischen Bereich, der einen vergleichsweise hohen Versiegelungsgrad und eine hohe Bebauungsdichte aufweist, spielt die Durchlüftung eine wichtige Rolle. Durch den Klimawandel und damit verbundenen höheren sommerlichen Temperaturen wird die Luftqualität in Städten negativ beeinträchtigt, was sich wiederum auch auf den Naturhaushalt auswirkt. Es kommt zudem zu höheren Ozonwerten in Bodennähe. Um die Frischluftproduktion und klimatische Regulationsprozesse zu erhalten, kommt dem Schutz und der Entwicklung luft- und klimarelevanter Landschaftsstrukturen besondere Bedeutung zu.

Landschaftsbild

Auswirkungen auf das Landschaftsbild ergeben sich voraussichtlich primär durch eine dem Klimawandel angepasste Landnutzung. Hierdurch können sich regional charakteristische Landschaftsbilder verändern oder verloren gehen. Klimaschutzmaßnahmen wie der Ausbau erneuerbarer Energien (besonders im Falle Flächen in Anspruch nehmender Solar- und Windenergieanlagen) sowie der Anbau von Energiepflanzen, aber auch eine veränderte Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften beeinflussen das Landschaftsbild nachhaltig.

3.4.6.2 Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und Lebensgemeinschaften

Bezüglich des Einflusses des Klimawandels auf gefährdete bzw. seltene Arten besteht nach wie vor großer Forschungsbedarf (STREITBERGER et al. 2017). Der Erhaltung aktuell natürlicherweise vorkommender Arten wird nach wie vor hohe Bedeutung beigemessen, jedoch sollten vorrangige Ziele die Erhöhung der Anpassungskapazität von Biotopen und Arten sein sowie der Erhalt ökosystemtypischer Funktionen und Eigenschaften. Für den Naturschutz bedeutet dies, dass die Ziele des Artenschutzes hinsichtlich des Klimawandels überprüft und

konkretisiert werden müssen. Voraussichtlich werden Anpassungen und veränderte Prioritäten notwendig sein. Studien zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Fauna Deutschlands liegen etwa in Form der BfN-Veröffentlichungen RABITSCH et al. (2011) sowie im Hinblick auf Anpassungsstrategien von REICH et al. (2012) vor.

Landesweit prognostiziert POMPE et al. (2008) aufgrund von rasterbasierten Verbreitungsdaten eine Verschiebung der Gefäßpflanzenvorkommen. Eine Erwärmung um 2,2 Grad Celsius führt demnach zu einem lokalen Verschwinden von 15-19% des Artenpools (550 Arten). Dem würden bis zu 295 Gefäßpflanzenarten gegenüberstehen, die bis 2080 neu einwandern könnten. Da die Wandergeschwindigkeit von Arten unbekannt ist, ist eher von einer höheren Abnahme der Artenzusammensetzung von Lebensgemeinschaften auszugehen.

Veränderungen der klimatischen Bedingungen führen bei wildlebenden Pflanzen- und Tierarten zu Veränderungen im Jahresrhythmus sowie zu Änderungen im Verhalten, in der Fortpflanzung, Vitalität, Konkurrenzfähigkeit und in den Nahrungsbeziehungen von Arten. Daraus resultieren Konsequenzen für die geografische Verbreitung von Arten und Lebensräumen sowie für die Artenzusammensetzung und die Struktur von Lebensräumen.

So ist mit einer Ausbreitung Wärme toleranter Arten wie dem Ortolan (derzeitiger Schwerpunkt ist Westercelle) oder der Lorbeerkerse (*Prunus laurocerasus*), dem Rückgang Kälte toleranter Arten oder der Verdrängung durch invasiv wirkende einwandernde Arten zu rechnen. Für Arten, die sehr spezifische Lebensraumanprüche haben und denen nur ein kleines potenzielles Verbreitungsgebiet zur Verfügung steht oder die sich neue Lebensräume nicht oder nur schwer erschließen können, wie das Birkhuhn auf dem Standortübungsplatz Celle-Scheuen erhöht sich das Gefährdungspotenzial erheblich.

Wie sich die Folgen des Klimawandels tatsächlich auf Arten und Lebensgemeinschaften auswirken könnten, wurde für Niedersachsen bislang noch nicht tiefergehend untersucht. Für Nordrhein-Westfalen jedoch liegt eine Pilotstudie zu potenziellen Auswirkungen von Klimaänderungen auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten vor (BEHRENS et al. 2009), anhand derer auch für viele der im Stadtgebiet Celle vorkommenden Arten Aussagen getroffen werden können. Für Arten und Lebensgemeinschaften besonders relevant werden folgende Auswirkungen des Klimawandels angesehen:

- Auswirkungen auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt der Lebensräume, Folge: Entwässerung von Torfböden durch steigende Temperaturen und abnehmende Niederschläge bzw. zunehmende Dürrephasen
- Einfluss auf den Stoffwechsel der Arten durch veränderte Temperaturen und Wasserverfügbarkeit sowie durch Habitatveränderungen, Folge: z.B. Beeinflussung der Konkurrenzverhältnisse und eine veränderte Abundanz von Arten.

Im Folgenden tabellarisch aufgeführt sind die auf Klimasensitivität überprüften Arten aus den Artengruppen: Fledermäuse, Vögel, Reptilien, Amphibien, Fische und Rundmäuler, Libellen, Tag- und Nachtfalter, Heuschrecken, Weichtiere sowie Farn- und Blütenpflanzen.

Es ist jeweils der Gefährdungsgrad für Niedersachsen (Nds) bzw. das östliche Tiefland (öt) angegeben:

0 = ausgestorben oder verschollen; 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = extrem selten, L = regional auffallend selten, G = Gefährdung anzunehmen, V = Art der Vorwarnliste, u = unbeständiges Vorkommen, M = nicht bodenständige gebietsfremde Wanderfalter, ♦ = nicht bewertet, * = keine Gefährdung.

Sofern relevant, folgt die Angabe des Schutzes gemäß Anhang der FFH-Richtlinie, der Priorität in Niedersachsen (hP = höchstprioritäre Art mit vorrangigem Handlungsbedarf; P = prioritätäre Art mit dringendem Handlungsbedarf) sowie nach Bundesartenschutzverordnung (BartSchV):

§ = Besonders geschützte Art laut § 1 BartSchV

§§ = Streng geschützte Art laut § 1 BartSchV

Tab. 3.4-7 zeigt zunächst die potenziell negativ beeinflussten Tier- und Pflanzenarten.

Tab. 3.4-7: Tier- und Pflanzenarten, die vom Klimawandel potenziell *negativ* beeinflusst sind

Fledermäuse							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
<i>Myotis brandtii</i>	Große Bartfledermaus	2	---	IV	hP	---	Veränderungen im Lebensraum, insbesondere durch eine verringerte Nahrungsverfügbarkeit
<i>Myotis mystacinus</i>	Kleine Bartfledermaus	2	---	IV	hP	---	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Rauhautfledermaus	2	---	IV	P	---	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Zwergfledermaus	3	---	IV	P	---	
Vögel (Brutvogel, Brutnachweis, Brutverdacht, Brutzeitfeststellung)							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
<i>Acrocephalus palustris</i>	Sumpfrohrsänger	*	*	---	---	---	Lebensraumverlust
<i>Anas crecca</i>	Krickente	3	3	---	P	---	Arealregression
<i>Anthus pratensis</i>	Wiesenpieper	3	2	---	P	---	Lebensraumverlust
<i>Aythya fuligula</i>	Reiherente	*	*	---	P	---	Arealregression
<i>Carduelis spinus</i>	Erlenzeisig	*	*	---	---	---	Arealregression
<i>Certhia familiaris</i>	Waldbaumläufer	*	*	---	---	---	Arealregression
<i>Ciconia ciconia</i>	Weißstorch	3	3	---	P	---	Lebensraumverlust
<i>Ciconia nigra</i>	Schwarzstorch	2	2	---	P	---	Lebensraumverlust
<i>Crex crex</i>	Wachtelkönig	2	2	---	P	---	Arealregression
<i>Dryocopus martius</i>	Schwarzspecht	*	*	---	---	---	Arealregression
<i>Ficedula hypoleuca</i>	Trauerschnäpper	3	3	---	---	---	Arealregression
<i>Galerida cristata</i>	Haubenlerche	1	1	---	hP	---	Arealregression
<i>Gallinago gallinago</i>	Bekassine	1	1	---	hP	---	Lebensraumverlust
<i>Grus grus</i>	Kranich	*	*	---	P	---	Lebensraumverlust
<i>Hippolais icterina</i>	Gelbspötter	V	V	---	---	---	Arealregression

<i>Lanius excubitor</i>	Raubwürger	1	1	---	hP		Arealregression
<i>Locustella naevia</i>	Feldschwirl	3	3	---	P	---	Lebensraumverlust
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Waldlaubsänger	3	3	---	---	---	Arealregression
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Fitis	*	*	---	---	---	Arealregression
<i>Saxicola rubetra</i>	Braunkehlchen	2	2	---	P	---	Arealregression
<i>Sylvia curruca</i>	Klappergrasmücke	*	*	---	---	---	Arealregression
<i>Tetrao tetrix</i>	Birkhuhn	1	1	---	hP	---	Lebensraumveränderung; Rückgang Moore
<i>Turdus pilaris</i>	Wacholderdrossel	*	*	---	---	---	Arealregression
<i>Vanellus vanellus</i>	Kiebitz	3	3	---	hP	---	Arealregression
Reptilien							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öt	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
<i>Vipera berus</i>	Kreuzotter	2	---	---	P	---	Veränderungen im Lebensraum, evtl. erhöhte Wintermortalität
Amphibien							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öt	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
<i>Bufo calamita</i>	Kreuzkröte	2	---	IV	P	---	Veränderungen des Wasserhaushalts
<i>Pelobates fuscus</i>	Knoblauchkröte	3	---	IV	P	---	
<i>Pelophylax lessonae</i>	Kleiner Wasserfrosch	G	---	---	---	---	
<i>Rana arvalis</i>	Moorfrosch	3	---	IV	P	---	
<i>Salamandra salamandra</i>	Feuersalamander	V	---	---	---	---	
Fische und Rundmäuler							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öt	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
<i>Cottus gobio</i>	Groppe	3	---	II	P	---	Verbreitungsschwerpunkt im Epi- und Metarhithral (Forellenregion)
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistachliger Stichling	*	---	---	---	---	Konkurrenzschwach, meidet Temperaturen unter 20 Grad

Lampetra planeri	Bachneunauge	3	---	II	P	---	Verbreitungsschwerpunkt im Epi- und Metarhithral (Forellenregion)
Leucaspilus delineatus	Moderlieschen	4	---	---	---	---	Verbreitungsschwerpunkt in kleinen Stillgewässern oder Gräben
Lota lota	Quappe	3	---	---	P	---	Erhöhung durchschnittlicher Wassertemperaturen, Ausbleiben von Überschwemmungen
Misgurnus fossilis	Schlammpeitzger	2	---	II	hP	---	Verbreitungsschwerpunkt in kleinen Stillgewässern oder Gräben
Phoxinus phoxinus	Elritze	2	---	---	P	---	Verbreitungsschwerpunkt im Hyporhithral (Äschenregion)
Pseudorasbora parva	Blaubandbärbling	◆	---	---	---	---	Verbreitungsschwerpunkt in kleinen Stillgewässern oder Gräben
Salmo trutta f. fario	Bachforelle	3	---	---	---	---	Verbreitungsschwerpunkt im Epi- und Metarhithral (Forellenregion)
Thymallus thymallus	Äsche	2	---	V	hP	---	Verbreitungsschwerpunkt im Hyporhithral (Äschenregion)
Libellen							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
Aeshna juncea	Torf-Mosaikjungfer	*	*	---	---	---	Veränderungen im Lebensraum
Aeshna subarctica	Hochmoor-Mosaikjungfer	2	2	---	---	---	
Coenagrion hastulatum	Speer-Azurjungfer	3	*	---	---	---	
Lestes dryas	Glänzende Binsenjungfer	V	*	---	---	---	
Leucorrhinia dubia	Kleine Moosjungfer	3	V	---	---	---	
Leucorrhinia pectoralis	Große Moosjungfer	2	2	IV	hP	---	
Leucorrhinia rubicunda	Nordische Moosjungfer	V	V	---	---	---	
Somatochlora arctica	Arktische Smaragdlibelle	1	2	---	---	---	
Somatochlora flavomaculata	Gefleckte Smaragdlibelle	3	V	---	---	---	
Tag- und Nachtfalter							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
Boloria aquilonaris	Hochmoor-Perlmutterfalter	1	---	---	---	---	Rezente Arealregression

Nymphalis antiopa	Trauermantel	3	---	---	---	---	
Adscita statices	Ampfer-Grünwidderchen	3	---	---	---	---	
Heuschrecken							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öt	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
Chorthippus montanus	Sumpfgrashüpfer	3	3	---	---	---	Aufgrund hygrophiler Ei- und Larvalstadien
Metrioptera brachyptera	Kurzflügelige Beißschrecke	*	*	---	---	---	
Omocestus viridulus	Bunter Grashüpfer	*	*	---	---	---	
Pholidoptera griseoptera	Gewöhnliche Strauchschrecke	*	*	---	---	---	
Tettigonia cantans	Zwitscherschrecke	*	*	---	---	---	
Weichtiere							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öt	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
Anisus leucostoma	Weißmündige Tellerschnecke	*	---	---	---	---	Lebensraumverlust/Rückgang temporärer Kleingewässer
Anodonta anatina	Gemeine Teichmuschel	3	---	---	---	---	Hypertrophierung von Gewässern
Anodonta cygnea	Große Teichmuschel	3	---	---	---	---	Hypertrophierung von Gewässern
Bithynia leachii	Bauchige Schnauzenschnecke	2	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur
Hippeutis complanatus	Linsenförmige Tellerschnecke	3	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur
Musculium lacustre	Häubchenmuschel	*	---	---	---	---	Hypertrophierung von Gewässern
Omphiscola glabra	Längliche Sumpfschnecke	*	---	---	---	---	Lebensraumverlust/Rückgang temporärer Kleingewässer
Physa fontinalis	Quellblasenschnecke	*	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur
Pisidium amnicum	Große Erbsenmuschel	2	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur
Pisidium obtusale	Stumpfe Erbsenmuschel	3	---	---	---	---	Lebensraumverlust/Rückgang temporärer Kleingewässer
Planorbis carinatus	Gekielte Tellerschnecke	3	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur
Pseudanodonta complanata	Abgeplattete Teichmuschel	1	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur
Unio pictorum	Gemeine Malermuschel	3	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur

<i>Unio tumidus</i>	Aufgeblasene Flussmuschel	3	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur
<i>Valvata cristata</i>	Flache Federkiemenschnecke	*	---	---	---	---	Lebensraumverlust/Rückgang temporärer Kleingewässer
<i>Valvata piscinalis</i>	Gemeine Federkiemenschnecke	*	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur
<i>Viviparus viviparus</i>	Stumpfe Sumpfdeckelschnecke	2	---	---	---	---	Anstieg der Wassertemperatur
Farn- und Blütenpflanzen (nur Arten der Roten Liste und regional auffallend seltene Sippen)							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	ÖT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
<i>Andromeda polifolia</i>	Rosmarinheide	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Calla palustris</i>	Sumpf-Calla	3	3	---	---	---	Sommerliche Wasserspiegelabsenkungen
<i>Caltha palustris</i>	Sumpfdotterblume	3	3	---	---	---	Größere Schwankungsamplituden der Grundwasserstände
<i>Carex echinata</i>	Igel-Segge	V	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Carex elongata</i>	Walzen-Segge	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Carex lasiocarpa</i>	Faden_Segge	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Carex panicea</i>	Hirsen-Segge	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Cicuta virosa</i>	Wasserschierling	3	3	---	---	---	Sommerliche Wasserspiegelabsenkungen
<i>Corydalis intermedia</i>	Mittlerer Lerchensporn	*	3	---	---	---	Verdrängung durch zunehmende Wärme/Trockenheit
<i>Dactylorhiza sphagnicola</i>	Torfmoos-Knabenkraut	2	2	---	P	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Drosera intermedia</i>	Mittlerer Sonnentau	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundblättriger Sonnentau	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Dryopteris cristata</i>	Kammfarn	3	3	---	---	---	Längere und häufigere sommerliche Trockenphasen
<i>Isolepis setacea</i>	Borstige Schuppensimse	3	3	---	---	---	Abtrocknung trockenfallender Schlammböden
<i>Juncus filiformis</i>	Faden-Binse	3	3	---	---	---	Temperaturerhöhung vs. Verbreitungsschwerpunkt in kühlen Lagen
<i>Lycopodiella inundata</i>	Sumpf-Bärlapp	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Narthecium ossifragum</i>	Moorlilie	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Rhynchospora alba</i>	Weißes Schnabelried	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore

wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
<i>Senecio aquaticus</i>	Wasser-Greiskraut	3	3	---	---	---	Größere Schwankungsamplituden der Grundwasserstände
<i>Thalictrum flavum</i>	Gelbe Wiesenraute	3	3	---	---	---	Längere und häufigere sommerliche Trockenphasen
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	Gewöhnliche Moosbeere	3	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore
<i>Valeriana dioica</i>	Kleiner Baldrian	V	3	---	---	---	Veränderungen des Wasserhaushalts der Moore

Zu den „Gewinnern“ des Klimawandels könnten die im Folgenden aufgeführten Arten zählen. Es fehlen hier die Gruppe der Amphibien sowie Weichtiere, da für diese aufgrund bisher mangelnder Datengrundlagen keine positiven Einflüsse ermittelt werden konnten.

Tab. 3.4-8: Tier- und Pflanzenarten, die vom Klimawandel potenziell *positiv* beeinflusst sind

Fledermäuse							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle negative Beeinflussung
<i>Eptesicus serotinus</i>	Breitflügelfledermaus	2	---	IV	P	---	Arealexpansion
Vögel (Brutvogel, Brutnachweis, Brutverdacht, Brutzeitfeststellung)							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle positive Beeinflussung
<i>Alcedo atthis</i>	Eisvogel	V	V	---	P	---	Geringe Wintermortalität
<i>Alopochen aegyptiacus</i>	Nilgans	♦	♦	---	---	---	Geringe Wintermortalität
<i>Anser anser</i>	Graugans	*	*	---	---	---	Geringe Wintermortalität
<i>Branta canadensis</i>	Kanadagans	♦	♦	---	---	---	Geringe Wintermortalität
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Ziegenmelker	3	3	---	hP	×	Langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen
<i>Cygnus olor</i>	Höckerschwan	*	*	---	---	---	Geringe Wintermortalität
<i>Emberiza hortulana</i>	Ortolan	2	2	---	P	---	Langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen
<i>Fulica atra</i>	Blässhuhn	V	V	---	---	---	Langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen
<i>Gallinula chloropus</i>	Teichralle	*	*	---	---	---	Langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen
<i>Jynx torquilla</i>	Wendehals	1	1	---	hP	---	Langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen
<i>Milvus migrans</i>	Schwarzmilan	*	*	---		---	Langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen
<i>Oriolus oriolus</i>	Pirol	3	3	---	P	---	Langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen
<i>Phasianus colchicus</i>	Jagdfasan	♦	♦	---	---	---	Geringe Wintermortalität
<i>Phylloscopus collybita</i>	Zilpzalp	*	*	---	---	---	Geringe Wintermortalität
<i>Podiceps cristatus</i>	Haubentaucher	*	*	---	Pt	---	Langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen
<i>Rallus aquaticus</i>	Wasserralle	3	3	---	P	---	Geringe Wintermortalität

<i>Streptopelia turtur</i>	Turteltaube	2	2	---	hP	---	Langfristig verbesserte Lebensraumbedingungen für Brutvögel lichter Wälder
<i>Strix aluco</i>	Waldkauz	V	V	---	---	---	Geringe Wintermortalität
<i>Sylvia atricapilla</i>	Mönchsgrasmücke	*	*	---	---	---	Geringe Wintermortalität
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zwergtaucher	V	V	---	P	---	Geringe Wintermortalität
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Zaunkönig	*	*	---	---	---	Geringe Wintermortalität
<i>Tyto alba</i>	Schleiereule	*	*	---	---	---	Geringe Wintermortalität
Reptilien							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öt	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle positive Beeinflussung
<i>Anguis fragilis</i>	Blindschleiche	V	---	---	---	---	Im Lebenszyklus und über den Lebensraum positiv beeinflusst
<i>Coronella austriaca</i>	Schlingnatter	2	---	IV	P	---	
<i>Lacerta agilis</i>	Zauneidechse	3	---	IV	P	---	
<i>Natrix natrix</i>	Ringelnatter	3	---	---	---	---	
<i>Zootoca vivipara</i>	Waldeidechse	*	---	---	---	---	
Fische und Rundmäuler							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öt	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle positive Beeinflussung
<i>Ameiurus nebulosus</i>	Zwergwels	◆	---	---	---	---	Arten größerer Gewässer, die wärmeliebend oder zumindest wärmetolerant und gleichzeitig nicht besonders konkurrenzschwach sind
<i>Rhodeus amarus</i>	Bitterling	1	---	II	hP	---	
<i>Squalius cephalus</i>	Döbel	*	---	---	---	---	
Libellen							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öt	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle positive Beeinflussung
<i>Aeshna affinis</i>	Südliche Mosaikjungfer	R	*	---	---	---	Arealexpansion
<i>Aeshna cyanea</i>	Blaugrüne Mosaikjungfer	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Anax imperator</i>	Große Königslibelle	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Ceriagrion tenellum</i>	Scharlachlibelle	G	V	---	---	---	Arealexpansion

<i>Coenagrion puella</i>	Hufeisen-Azurjungfer	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Cordulia aenea</i>	Falkenlibelle	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Crocothemis erythraea</i>	Feuerlibelle	R	R	---	---	---	Arealexpansion
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Gemeine Becherjungfer	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Erythromma viridulum</i>	Kleines Granatauge	*	*	---	---	---	Arealexpansion
<i>Gomphus pulchellus</i>	Westliche Keiljungfer	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	Gemeine Keiljungfer	V	*	---	---	---	Arealexpansion
<i>Ischnura elegans</i>	Große Pechlibelle	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Lestes barbarus</i>	Südliche Binsenjungfer	*	*	---	---	---	Arealexpansion
<i>Lestes virens</i>	Kleine Binsenjungfer	V	V	---	---	---	Arealexpansion
<i>Libellula depressa</i>	Plattbauch	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Grüne Flussjungfer	3	V	II, IV	hP	---	Arealexpansion
<i>Orthetrum brunneum</i>	Südlicher Blaupfeil	R	R	---	---	---	Arealexpansion
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Großer Blaupfeil	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Frühe Adonislibelle	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Frühe Heidelibelle	R	R	---	---	---	Arealexpansion
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Blutrote Heidelibelle	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
<i>Sympetrum striolatum</i>	Große Heidelibelle	*	*	---	---	---	Verlängerte Flugzeit durch höhere Temperaturen
Tag- und Nachtfalter							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	ÖT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle positive Beeinflussung
<i>Colias hyale</i>	Goldene Acht	V	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion (Binnen- und Saisonwanderer)
<i>Hesperia comma</i>	Komma-Dickkopffalter	3	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion
<i>Issoria lathonia</i>	Kleiner Perlmutterfalter	V	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion (Binnen- und Saisonwanderer)
<i>Lasiommata megera</i>	Mauerfuchs	V	---	---	---	---	Arealexpansion/Einwanderung wahrscheinlich
<i>Lycaena phlaeas</i>	Kleiner Feuerfalter	*	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion (Binnen- und Saisonwanderer)

<i>Lycaena tityrus</i>	Brauner Feuerfalter	V	---	---	---	---	Arealexpansion/Einwanderung wahrscheinlich
<i>Melanargia galathea</i>	Schachbrett	*	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion
<i>Melitaea cinxia</i>	Wegerich-Schneckenfalter	1	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion
<i>Papilio machaon</i>	Schwalbenschwanz	2	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion (Binnen- und Saisonwanderer)
<i>Pararge aegeria</i>	Waldbrettspiel	*	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion
<i>Thymelicus lineola</i>	Schwarzkolbiger Dickkopffalter	*	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion
<i>Thymelicus sylvestris</i>	Ockergelber Dickkopffalter	*	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion
<i>Vanessa atalanta</i>	Admiral	M	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion (Binnen- und Saisonwanderer)
<i>Vanessa cardui</i>	Distelfalter	M	---	---	---	---	Rezente Arealexpansion (Binnen- und Saisonwanderer)
Heuschrecken							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	ÖT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle positive Beeinflussung
<i>Chorthippus biguttulus</i>	Nachtigall-Grashüpfer	*	*	---	---	---	Abundanzzunahme
<i>Chorthippus brunneus</i>	Brauner Grashüpfer	*	*	---	---	---	
<i>Chorthippus dorsatus</i>	Wiesen-Grashüpfer	3	3	---	---	---	
<i>Chorthippus mollis</i>	Verkannter Grashüpfer	V	*	---	---	---	
<i>Chorthippus parallelus</i>	Gemeiner Grashüpfer	*	*	---	---	---	
<i>Chrysochraon dispar</i>	Große Goldschrecke	*	*	---	---	---	
<i>Conocephalus dorsalis</i>	Kurzflügelige Schwertschrecke	*	*	---	---	---	
<i>Grillus campestris</i>	Feldgrille	1	2	---	P	---	
<i>Metrioptera roeselii</i>	Roesels Beißschrecke	*	*	---	---	---	
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	Gefleckte Keulenschrecke	*	*	---	---	---	
<i>Stenobothrus lineatus</i>	Heide-Grashüpfer	3	3	---	---	---	
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	Kleiner Heidegrashüpfer	2	2	---	P	---	
<i>Stethophyma grossum</i>	Sumpfschrecke	3	3	---	---	---	

Farn- und Blütenpflanzen (nur Arten der Roten Liste und regional sehr seltene Sippen)							
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Nds	öT	FFH -RL	Prio	S	Potenzielle positive Beeinflussung
<i>Acinos arvensis</i>	Feld-Steinquendel	V	2				Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Allium oleraceum</i>	Kohl-Lauch	*	3	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Apium inundatum</i>	Flutender Sellerie	2	2	---	P	---	Ozeanisches Klima mit milden Wintern
<i>Aristolochia clematitis</i>	Gewöhnliche Osterluzei	2	2	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Dianthus deltoides</i>	Heide-Nelke	3	3	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Filago vulgaris</i>	Deutsches Filzkraut	2	2	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Genista anglica</i>	Englischer Ginster	3	3	---	---	---	Ozeanisches Klima mit milden Wintern
<i>Helichrysum arenarium</i>	Sand-Strohblume	3	3	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Holosteum umbellatum</i>	Doldige Spurre	V	V	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Illecebrum verticillatum</i>	Knorpelkraut	3	3	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Misopates orontium</i>	Acker-Löwenmaul	2	u	---	P	---	Wärmeliebende Art
<i>Myosotis discolor</i>	Buntes Vergissmeinnicht	V	V	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Myosotis stricta</i>	Sand-Vergissmeinnicht	V	V	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Poa bulbosa</i> ssp. <i>Bulbosa</i>	Knolliges Rispengras	3	3	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Thymus serpyllum</i> ssp. <i>Serpyllum</i>	Sand-Thymian	3	3	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen
<i>Tulipa sylvestris</i> ssp. <i>Sylvestris</i>	Wilde Tulpe	3	3	---	---	---	Wärmeliebende Art
<i>Veronica praecox</i>	Früher Ehrenpreis	2	2	---	---	---	Wärmeliebende Art
<i>Veronica triphyllos</i>	Dreiteiliger Ehrenpreis	3	3	---	---	---	Wärmeliebende Art
<i>Veronica verna</i>	Frühlings-Ehrenpreis	2	2	---	---	---	Wärmeliebende Art
<i>Vicia lathyroides</i>	Platterbsen-Wicke	3	3	---	---	---	Höhere Temperaturen und vermehrte sommerliche Trockenphasen

Bei der Betrachtung der negativen und positiven Einflüsse des Klimawandels auf Tier- und Pflanzenarten fällt auf, dass sich nur bei den Vogelarten sowie den Farn- und Blütenpflanzen die Zahl der „Gewinner“ und „Verlierer“ annähernd die Waage hält. In allen anderen Artengruppen gibt es deutlichere Ungleichgewichte. Zu den Verlierern zählen, etwa aufgrund mangelnder Nahrungsverfügbarkeit, erhöhter Temperaturen und Rückgang von kleineren Gewässern, zahlreiche Arten der Fledermäuse, Amphibien, Fische und Rundmäuler, Weichtiere sowie die Farn- und Blütenpflanzen. Vom Klimawandel und damit einhergehenden steigenden Temperaturen und Trockenheit profitieren hingegen ein Großteil der Reptilien, Libellen, Tag- und Nachtfalter sowie Heuschrecken.

3.4.6.3 Auswirkungen des Klimawandels auf Schutzgebiete

Gleichsam wie für Arten und Lebensgemeinschaften sind auch Aussagen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Schutzgebiete mit hohen Unsicherheiten verbunden.

Das Bundesamt für Naturschutz hat das Projekt „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“ ins Leben gerufen: Wissenschaftler des UFZ Halle, der Johannes Gutenberg Universität Mainz, der FH Eberswalde und des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) haben untersucht, wie sich der Klimawandel auf Schutzgebiete und deren Schutzgüter auswirkt. Die Berechnungen erfolgten auf Grundlage des am PIK entwickelten regionalen Klimamodells „STAR“. Die Projektionen gründen auf dem globalen Atmosphären-Zirkulationsmodell ECHAM5 und dem Emissionsszenario A1B des Weltklimarates. Bezüglich der prognostizierten Erderwärmung um etwa 2,1° C bis zur Mitte des Jahrhunderts ergeben sich nur geringe Abweichungen für die Schutzgebiete. Bei Niederschlag und Wasserverfügbarkeit jedoch lassen sich größere Unterschiede ableiten. Daher wurden hier mit der trockensten und der niederschlagsreichsten zwei extreme Projektionen dargestellt.

Für die Stadt Celle liegen Aussagen zu Walterdiagrammen und Kenntagen, Temperatur und Niederschlag (Absolutwerte und Differenzen) sowie zur klimatischen Wasserbilanz (Monate und Jahre) für die folgenden fünf FFH-Gebiete vor:

- Aller (mit Barnbruch), Untere Leine, Untere Oker
- Breites Moor
- Entenfang Boye und Bruchbach
- Henneckenmoor bei Scheuen
- Lachte (Lutter, Lachte, Aschau)

Klimadiagramme nach Walter und Kenntage

Den Daten aus dem Referenzzeitraum 1961-1990 wurden zwei Zukunftsprojektionen für den Zeitraum 2026-2055 gegenübergestellt: einem feuchten und einem trockenen Szenario.

Die Kenntage bezeichnen die durchschnittliche Anzahl der

- Sommertage: Die Tagestemperatur steigt über 25° C.
- Heiße Tage: Die Tagestemperatur steigt über 30°C.
- Frosttage: Die Tagestemperatur sinkt unter 0°C.
- Eistage: Die Tagestemperatur steigt nicht über 0°C.

Die Trends aus den Klimadiagrammen und hinsichtlich der Kenntage ähneln sich innerhalb der Schutzgebiete stark. Das feuchte Szenario geht von einer Zunahme von Sommertagen sowie Hitzetagen aus. Die Zahl der Frost- und Eistage hingegen ginge demnach zurück. Auch das trockene Szenario geht von einer Zunahme der Sommertage sowie heißen Tage aus, ein wenig ausgeprägter als beim feuchten Szenario. Die Zahl der Frosttage nimmt ähnlich stark ab wie beim feuchten Szenario und die Eistage gehen um ca. zwei Drittel zurück.

Abweichungen ergeben sich lediglich durch die etwas höhere Zahl der Frost- und Eistage im Fließgewässersystem der Aller sowie den Mooregebieten.

Tab. 3.4-9: Kenntage in den FFH-Gebieten

FFH-Gebiet	Referenzdaten 1961-1990	Feuchtes Szenario 2026-2055	Trockenes Szenario 2026-2055
„Aller (mit Barnbruch), Untere Leine, Untere Oker“			
Sommertage	26.53	47.80	53.43
Heiße Tage	4.30	11.00	12.43
Frosttage	74.73	38.17	42.77
Eistage	21.00	7.13	7.00
„Breites Moor“			
Sommertage	25.73	48.63	52.97
Heiße Tage	4.57	11.30	12.17
Frosttage	84.60	48.87	53.03
Eistage	22.53	7.43	8.24
„Entenfang Boye und Bruchbach“			
Sommertage	26.60	49.70	53.93
Heiße Tage	4.57	11.67	12.77
Frosttage	79.23	44.43	47.67
Eistage	20.90	6.96	7.28
„Henneckenmoor bei Scheuen“			
Sommertage	25.77	48.80	52.97
Heiße Tage	4.40	11.10	11.90
Frosttage	82.20	46.57	50.30
Eistage	22.03	7.21	7.97
„Lachte (Lutter, Lachte, Aschau)“			
Sommertage	25.57	47.63	52.30
Heiße Tage	4.47	11.17	11.87
Frosttage	86.33	51.13	55.23
Eistage	23.13	7.72	8.83

Temperatur und Niederschlag (Absolutwerte)

Das feuchte wie auch das trockene Szenario gehen gegenüber den Referenzdaten von 1951-2006 von einem Anstieg der Jahresmitteltemperatur aus. Beim feuchten Szenario steigt die Jahresmitteltemperatur wellenförmig von 9-10° C bis knapp unter 11-12° C an; beim trockenen Szenario von knapp unter 10° C bis leicht über 12° C.

Die Jahresniederschlagssumme erhöht sich beim feuchten Szenario leicht gegenüber dem Referenzzeitraum; beim trockenen Szenario nimmt sie deutlich ab.

Temperatur und Niederschlag (Differenzen)

Die Differenzen zwischen dem Referenzzeitraum 1961-1990 und dem Szenario-Zeitraum 2026-2055 zeigen sich bei der Monatsmitteltemperatur wie folgt: beim feuchten Szenario sind die Differenzwerte im Winter und Frühling am höchsten; das trockene Szenario zeigt eine ähnliche, insgesamt aber etwas homogenere Verteilung. Die monatliche Niederschlagssumme erhöht sich beim feuchten Szenario von Herbst bis in den Frühling hinein, während sie in den Sommermonaten abnimmt. Demgegenüber zeigt sich beim trockenen Szenario dieser Trend mit weniger starken Schwankungen, aber einer umso deutlicheren Abnahme der Niederschläge im Sommer.

Klimatische Wasserbilanz

Die klimatische monatliche Wasserbilanz verändert sich im Zeitraum 2026-2055 beim feuchten Szenario wiederum dergestalt, dass einer kontinuierlichen Zunahme zum Winter hin und Abnahme zum Frühling ein sommerlicher „Einbruch“ folgt. Beim trockenen Szenario zeigt sich dies noch deutlicher ausgeprägt, und auch die Differenzen zum Referenzzeitraum 1951-2006 fallen hier stärker ins Gewicht als beim trockenen Szenario.

Auf ganze Jahre bezogen folgt die klimatische Wasserbilanz beim feuchten Szenario in etwa dem bisherigen Trend, beim trockenen Szenario hingegen ist ein starker Rückgang zu verzeichnen.

Die beschriebenen Trends werden aller Wahrscheinlichkeit dazu führen, dass Schutzgebiete unter dem Einfluss des Klimawandels zukünftig nicht mehr allein den Erhalt der vorhandenen Arten und ihrer Lebensräume zum Ziel haben können. Vielmehr sollten sie als Entwicklungsraum entsprechende (Anpassungs)Optionen für Populationen bereithalten und sich auf Veränderungen – wie etwa die Verschiebung von Blühzeitpunkten und veränderte Arealgrenzen – einstellen können (et al. 2009). Die Arealgrenzen zahlreicher Arten werden sich verschieben; in Deutschland überwiegend in nördlicher oder östlicher Richtung, bei kontinentalen Steppenpflanzen auch in westlicher Richtung. Höhere mittlere Januartemperaturen und weniger extreme Frostereignisse machen eine Arealerweiterung kälteempfindlicher Arten möglich, wärmeliebende Arten werden durch längere Vegetationsperioden begünstigt. Näheres hierzu findet sich in Kapitel 3.4.6.2 Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und Lebensgemeinschaften. Es können neue Biotoptypen submediterraner oder subkontinentaler Prägung entstehen, während bereits gegenwärtig gefährdete Biotoptypen verschwinden (DRÖSCHMEISTER & SUKOPP 2009).

Aufgrund der geringen Abweichungen der Projektionen unter den fünf berücksichtigten FFH-Gebieten kann davon ausgegangen werden, dass für die übrigen Landschafts- und Naturschutzgebiete im Stadtgebiet Celle sehr ähnliche Aussagen gelten dürften.

3.4.6.4 Auswirkungen des Klimawandels auf Nutzergruppen

Landwirtschaft

Durch die erhöhte Klimavariabilität ist mit einer abnehmenden Ertragssicherheit zu rechnen. Gerade unkalkulierbare Wetterextreme, wie Spätfröste, Sturm, Hagel und Hitze lassen das landwirtschaftliche Produktionsrisiko steigen. Höhere Temperaturen im Winter und weniger Spätfröste im Frühjahr begünstigen einen früheren Beginn der Vegetationsperiode, so dass Wärme liebende Arten wie Mais mehr Ertrag bringen können. Längere Wachstumsperioden bedingen veränderte Reifezeiten, verbesserte Qualitäten und die Anbaumöglichkeit neuer Sorten. Ein Temperaturanstieg mit längeren Trockenperioden führt zum Anstieg von Beregnungshäufigkeit und Ausweitung der Beregnungsareale um den Ertrag zu sichern. Weiterhin ist mit einem veränderten Auftreten von Schädlingen bzw. neuartigen Tierseuchen zu rechnen.

Steigende Kohlendioxid-Gehalte in der Atmosphäre haben erheblichen Einfluss auf die Qualitäten der Nahrungs- und Futtermittel. So verändern sich die Inhaltstoffe z.B. von Weizen (der Eiweißgehalt nimmt ab) und Obst (die Zuckergehalte steigen).

Forstwirtschaft

Der Anstieg der Temperaturen (wärmere Sommer und Winter, verlängerte Vegetationszeiten), veränderte Niederschlagsverteilung (trockenere Sommer, feuchtere Winter), häufigere Witterungsextreme (Dürren, Starkregen, Stürme) sowie Änderungen des chemischen Klimas (Kohlendioxid-Anstieg, Stickstoff-Eutrophierung, Ozonbelastung) hat für den Waldbestand erhebliche Folgen. Vitalität und Produktivität werden massiv beeinträchtigt. Durch die Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse kann sich die Artenzusammensetzung des Waldes verändern. Auf eine Verschlechterung der klimatischen Wasserbilanz unflexibel reagierende Baumarten, wie z.B. die Fichte ist als labil anzusehen. Weiterhin ist von einer Zunahme von biotischen Risiken, wie das Auftreten neuer Schaderreger und die erhöhte Anfälligkeit der Bäume gegenüber von

Schaderregern auszugehen. Mit der Zunahme von Dürreperioden steigt das Waldbrandrisiko erheblich.

Mensch

Die wichtigste Auswirkung der Klimaänderung ist die Belastung durch Hitze. Längere Hitzeperioden ohne ausreichende nächtliche Abkühlung sind ein starker gesundheitlicher Stressfaktor. Zusätzlich führen Hitzeperioden zu einem Anstieg der Ozonwerte.

Die zunehmende Erwärmung kann zu einer verstärkten Ausbreitung von Infektionskrankheiten führen. Dies gilt besonders für über Wirtstiere verbreitete Krankheiten, wie Lyme-Borreliose und Frühsommer-Meningoenzephalitis (Zecken), Malaria, Dengue-Fieber, West-Nil-Fieber und Chikungunya-Fieber (Mücken) oder Hanta-Fieber (Nagetiere).

Ansteigende Wassertemperaturen können zu einer höheren bakteriellen Belastung von Badegewässern und damit zu einer gesundheitlichen Gefährdung der Badenden führen.

3.4.6.5 Beitrag zum Klimaschutz der Stadt Celle

Am 10. Juni 2010 beschloss der Rat der Stadt Celle die Erarbeitung des „Integrierten Klimaschutzkonzepts mit Aktionsplan“, in engem Dialog mit der Metropolregion, die als Impulsgeber fungiert. Die Kommunen haben zudem am 18.05.2011 auf ihrer Mitgliederversammlung den Beschluss gefasst, das Gebiet um die Städte Hannover, Braunschweig, Göttingen und Wolfsburg bis Mitte des Jahrhunderts vollständig mit Energie aus erneuerbaren Energiequellen zu versorgen.

Das Klimaschutzkonzept der Stadt Celle, das seit März 2012 vorliegt, soll nicht als statisches Konzept, sondern als Grundlage für einen dynamischen Entwicklungsprozess im Austausch mit der Metropolregion und dem erweiterten Wirtschaftsraum Hannover verstanden werden.

Die Energie- und CO₂-Bilanzierung, die für den Zeitraum 1990-2010 von der Projektgruppe Klimaschutz und unterstützt durch die EcoRegion Software erstellt worden ist, führte zu folgendem Ziel: Die Stadt Celle strebt an, den CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2020 um 40% zu reduzieren und bis zum Jahr 2050 die in der Stadt benötigte Energie weitgehend aus regionalen und erneuerbaren Energiequellen zu schöpfen. Zur Erreichung dieses Ziels wurde eine Vielzahl von Maßnahmen und Projekten beschlossen, die einerseits den Energieverbrauch reduzieren, andererseits die Nutzung erneuerbarer Energien ausbauen und erhöhen. Dies lehnt sich an die Ziele des Internationalen Klimabündnisses an, dem die Stadt Celle 2010 beigetreten ist.

Die Klimaschutzmaßnahmen des Aktionsplans „Klimaschutz in Celle“ werden im Maßnahmenkatalog unterschiedlichen Funktionen zugeordnet – der Stadt Celle als „Verbraucher und Vorbild“, „Versorger und Anbieter“, „Berater und Unterstützer“ sowie „Planer und Regulierer“. Zudem wird jede Maßnahme auf ihren individuellen Beitrag zum Klimaschutz / zur CO₂-Reduktion hin bewertet sowie eine Priorität 1 oder 2 vergeben.

Unter „Verbraucher und Vorbild“ gelistet sind Maßnahmen zur Verkehrsreduzierung und Kraftstoffeinsparung, zum stadtweiten Einsatz von Geothermie, Solarenergie und Wasserkraft sowie zur Energieeinsparung in städtischen Einrichtungen.

„Versorger und Anbieter“ ist die Stadt bei allen Maßnahmen der Abwasser- und Abfallwirtschaft, beim städtischen Wohnungsbau sowie bei der Stromversorgung und Straßenbeleuchtung. „Beratend und unterstützend“ wirkt die Stadt in Bezug auf Förderprogramme, Kampagnen zur Reduktion des Verkehrsaufkommens, Energiesparwettbewerbe u.v.m.

Als „Planer und Regulierer“ sieht sich die Stadt Celle primär bei bauleit- und verkehrsplanerischen Maßnahmen wie

- Vorschrift der Nutzung erneuerbarer Energien in Bebauungsplänen
- Berücksichtigung und Festsetzung von Geothermienutzung
- Ausweisung von Vorrangflächen für die Windenergienutzung
- Repowering vorhandener Windkraftanlagen
- Ausbau und Optimierung des Fuß- und Radverkehrs

- Ausbau der ÖPNV- Infrastruktur unter stärkerer Einbindung der Bevölkerung
- Ausbau der Beschleunigungsmaßnahmen und Vorrangschaltungen für ÖPNV Fahrzeuge
- Freies oder kostenreduziertes Parken für neu zugelassene verbrauchsarme Fahrzeuge (etwa Elektrofahrzeuge)

Aufgeführt sind weitere Maßnahmen mit zweiter Priorität, hierunter auch die Konzepterstellung zur Entwicklung und Regeneration von Mooren als wirksamer Beitrag zur Kohlenstoffspeicherung.

3.4.6.6 Maßnahmen und Reaktionen auf die prognostizierte Klimaänderung

Boden

- Steigerung des Kohlenstoffvorrats im Boden durch Wiedervernässung von hydromorphen Böden und damit Bindung von Kohlenstoff.
- Erhaltung von Mooren und Feuchtgebieten als Kohlenstoffspeicher und ihrer ausgleichenden Funktion in Bezug auf den Landschaftswasserhaushalt und das regionale Klima.
- Schutz natürlicher Überschwemmungsgebiete.

Arten und Lebensgemeinschaften

- Erhaltung und Entwicklung sowie die weitere Erhöhung der Durchlässigkeit von Landschaften durch Vernetzung von Lebensräumen und Lebensstätten zur Unterstützung der ökologischen Flexibilität und damit das natürliche Anpassungspotenzial von Arten und Lebensräumen.
- Optimierung von Lebensraumfunktionen, die Erhöhung der Strukturvielfalt in nicht geschützten Landschaftsteilen sowie Erhalt und Entwicklung von Feuchtgebieten, Fließgewässern und naturnahen Wäldern zur Erhöhung der ökologischen Stabilität durch Schaffung bzw. Erhaltung intakter Lebensräume.
- Verwirklichung von Naturschutzzielen als kostengünstige Synergiepotenziale für den Klimaschutz (Kohlenstoffminderung) und die Anpassung an den Klimawandel.

Landwirtschaft

- Anpassung und Umstellung der Fruchtfolgen, gezielte Stabilisierung der Humusgehalte durch z.B. Zwischenfruchtanbau sowie Einsatz wassersparender Beregnungs- und Bewässerungstechniken.
- Anbau von Sorten mit hoher Trockenheits- und Stresstoleranz.
- Einsatz von Bodenbearbeitungsverfahren, die unproduktive Wasserverdunstung verringert und die Infiltrationseigenschaften sowie das Wasserhaltevermögen der Böden verbessert.

Forstwirtschaft

- Begründung bzw. Entwicklung von Mischbeständen, die die Elastizität der Bestände erhöhen.
- Verwendung von trockenheitstoleranteren Baumarten wie Eiche, Hainbuche, Eschen- und Ahornarten.
- Umbau von Fichtenbeständen.

Mensch

- Anlage und Entwicklung von klimagerechten Grünzügen gegen den Hitzeinseleffekt durch Erhöhung des Grünvolumens mit einer Mischung aus Rasen-, Wiesen-, Strauch- und freiwachsendem Baumbestand, Pflanzung von Gehölzinseln und Baumhainen in Abwechslung mit offenen Flächen, Planung von Frischluftschneisen – keine massive Randeingrünung, kein Absenken von Grünanlagen und Erhöhung der Baumartendiversität.

3.4.7 Klimaschutzfunktion

3.4.7.1 Klimaschutzfunktion von Böden und Bodennutzungen

Die Kohlenstoffspeicherfunktion von Böden ist von hoher Bedeutung für den Klimaschutz. Böden speichern weltweit 1.500 Gigatonnen (Gt) organischen Kohlenstoff. Durch die Landnutzung, insbesondere die landwirtschaftliche Bodennutzung, entstehen in Deutschland Treibhausgas(THG-)emissionen in Höhe von 7-8% der THG-Gesamtemissionen. Dabei wird durch die Bewirtschaftung kohlenstoffreicher Böden sehr viel mehr THG freigesetzt als durch die Bewirtschaftung mineralischer Böden mit einem eher geringen Anteil an organischer Substanz.

Die Kohlenstoffgehalte der Böden in Niedersachsen sind im Auftrage des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz durch das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) detailliert ausgewertet worden. Die erarbeitete Kulissee der „Kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz“ beinhaltet die räumliche Verortung der unterschiedlichen Moore (Torfmächtigkeit von mindestens 30 cm) sowie der sonstigen kohlenstoffreichen Böden. Als besonders kohlenstoffreich erweisen sich Moore, gefolgt von hydromorphen Böden. Letztere haben in Niedersachsen einen Anteil von 892.000 ha (Moore, Außenböden, Organo- und Knickmarschen, Gleye, Anmoore, Marschen und Pseudogleye mit mindestens mittlerem Vernässungsgrad).

Da die Gesamtkulissee kohlenstoffreicher Böden ca. 534.000 ha umfasst, trägt Niedersachsen eine bundesweit besondere Verantwortung für den Moor- und Klimaschutz (GROTHE et al. 2017). Etwa 70% der Moore und der sonstigen kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen werden landschaftlich genutzt. Sie bergen somit ein hohes Klimaschutzpotenzial, da durch eine angepasste Bodennutzung THG-Emissionen gemindert werden können.

Die Freisetzung oder Einlagerung von Treibhausgasen ist abhängig von den Wasserverhältnissen und nicht zuletzt von der Nutzung des Bodens bzw. von der Nutzungsintensität. Da die Treibhausgasemissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden nicht direkt umfassend und abschließend messbar sind, werden zur Ermittlung der Emissionen deshalb andere Herangehensweisen benötigt.

Im Wesentlichen basiert das Vorgehen auf folgenden Grundlagen:

- Biotopkartierung (Geometrien)
- Bodenkundliche Kulissee (Geometrien)
- CO² Äquivalente je Bodenart und Biotoptyp (Tabelle)

Emissionsklassen und Emissionswerte

Innerhalb der genutzten Moorböden sowie zwischen Moorböden und nassen mineralischen Böden (NMB) bestehen hinsichtlich der Emissionsintensität Unterschiede, die beim weiteren Vorgehen zu berücksichtigen sind.

Zunächst erfolgt die Einordnung der Bedeutung anhand der Wertangaben zu den zugeordneten Emissionen je Boden- und Biotoptyp für die Moorböden und die NMB gemäß der unterschiedlichen Werte und der damit verbundenen Relevanz. Auf den Moorböden reicht das Spektrum der Treibhausgasäquivalente je Hektar und Jahr von 0 für „Naturnahes Hochmoor des Tieflandes“ über 11 für „Sonstiges Nährstoffreiches Feuchtgrünland“ zu 34 für „Acker“ auf Niedermoor. Auf den NMB ist das Spektrum sehr eng und reicht hinsichtlich der Treibhausgasäquivalente je Hektar und Jahr von 0 für „Sonstiges Nährstoffreiches Feuchtgrünland“ bis 2 für „Acker“. In der Einordnung der Bedeutung und der Bearbeitung wird hier deshalb in der Vorgehensweise unterschieden und im Folgenden erläutert. Der Zustand des Wasserhaushalts wird anhand der Biotoptypen und der daraus ableitbaren Nutzungsintensität indirekt einbezogen. So sind die Emissionen auf Moorböden angesichts des weiten Spektrums eingeteilt in Emissionsklassen, auch weil die angegebenen Emissionswerte nicht die Genauigkeit von

Messwerten haben. Die Einteilung der Emissionsklassen (CO₂-Äquivalente/ha/a) für die Moorböden ist aus fachlichen und praktischen Erwägungen dreistufig in einem Ampelschema erfolgt (siehe Tabelle 3.4-10)

Tab. 3.4-10: Emissionsklasse anhand der CO₂-Äquivalente/ha/a mit Bewertung bei Moorböden

Emissions-klasse	CO ₂ -Äquivalente/ha/a	Bedeutung CO ₂ Freisetzung	Bewertung Schutzgut Klima (gem. bestehendem Bewertungsrahmen)
A	<= 6	Einlagerung/geringe Freisetzung	sehr hohe - hohe Bedeutung
B	7 – 19	mittlere Freisetzung	hohe - geringe Bedeutung
C	>= 20	hohe Freisetzung	hohe - geringe Bedeutung

Bei den nassen mineralischen Böden ist diese Klassenbildung nicht zielführend, da die Emissionswerte so eng zusammenliegen, dass sie ohne weitere Einordnung eine Unterscheidung in ihrer Bedeutung für den Klimaschutz aufweisen. Aufgrund der deutlich geringeren Dimension der Emissionen erfolgt die Einordnung lediglich zweistufig über den absoluten Emissionswert und tritt in der Visualisierung mit blasser Farbgebung im Vergleich zum Ampelfärbung eher in den Hintergrund (siehe Tabelle 3.4-11)

Tab. 3.4-11: Emissionswert CO₂-Äquivalente/ha/a mit Bewertung bei nassen mineralischen Böden

Emissionswert CO ₂ -Äquivalente/ha/a	Bedeutung CO ₂ Freisetzung	Bewertung Schutzgut Klima (gem. bestehendem Bewertungsrahmen)
0	Einlagerung/keine Freisetzung	hohe Bedeutung
1, 2	Freisetzung	mittel - geringe Bedeutung

Als Zwischenergebnis liegt damit sowohl für Moorböden/organische Böden als auch für nasse bzw. feuchte mineralische Böden zunächst eine pauschale Angabe/Einordnung zur Freisetzung/zum Freisetzungspotenzial von CO₂ Äquivalenten pro Hektar und Jahr anhand der jeweiligen Nutzung vor.

Kohlenstoffvorräte

In einem nächsten Schritt werden die Flächen, den mittels der Biotop- und Moorbodentypen Emissionsklassen zugeordnet sind, mit der Torfmächtigkeit überlagert und dadurch weiter differenziert. Auf diese Weise lässt sich das CO₂-Freisetzungspotenzial dieser Flächen abschätzen/einordnen. Tabelle 3.4-12 zeigt die Mächtigkeitsstufen des Torfkörpers mit der Zuordnung der Bedeutung als Kohlenstoffvorrat bzw. dem Potenzial für Freisetzung.

Tab. 3.4-12: Torfmächtigkeit und Kohlenstoffvorräte mit Bedeutung

Torfmächtigkeit	Kohlenstoffvorräte	Bedeutung
>= 80 cm	sehr hoch - hoch	+++
> 40 - 80 cm	mittel	++
< 40 cm	gering	+

Um die Dimension des Beitrags zum Schutz des globalen Klimas bestimmen zu können, wird die Verbindung von Emissionsklasse (Dimension der Freisetzung von CO₂) und Torfmächtigkeit (Kohlenstoffvorräte) für die Moorböden und sonstigen kohlenstoffreichen Böden herangezogen und die NMB anhand der tatsächlichen Emissionswerte eingeordnet, was Tabelle 3.4-13 veranschaulicht.

Tab. 3.4-13: Emissionsklasse in Verbindung mit Torfmächtigkeit sowie NMB-Emissionswerte

Moorböden		NMB	Kartendarstellung
Emissions-Klasse	Kohlenstoffvorräte (Torfmächtigkeit)	CO ₂ -Äquivalent	
A	+++		Bereiche mit besonderer Funktionsfähigkeit für Klima/Luft
	++		
	+	0 (neutral)	
B	+++		Beeinträchtigte / gefährdete Bereiche mit besonderer Funktionsfähigkeit für Klima/Luft
	++		
	+		
C	+++		
	++		
	+	1 bzw. 2	

Die Bodenkundliche Kulisse mit den Geometrien der kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz, die Angabe zur Torfmächtigkeit und die zugeordneten CO₂ Äquivalente je Bodenart und Biotoptyp ist vom NLWKN erzeugt und in Karte 3.4-4 am Ende des Kapitels dargestellt.

Für das Gebiet der Stadt Celle ergibt sich neben dem Schutz der mit den Emissionsklassen A+++ bis A+ bewerteten Bereiche mit naturnaher Nutzung im Entenfang Boye, Henneckenmoor, Breiten Moor, Im kleinen Kolke in Wietzenbruch und im Schweinebruch besonderer Handlungsbedarf bezüglich der Ackernutzung auf Hoch- und Niedermoorböden. Sehr hoch emittierende Bereiche mit Emissionsklasse C+++ finden sich überwiegend im Weißen und Schwarzen Moor südlich von Hustedt und im Schweinebruch östlich von Bostel. Mittlere bis hohe Freisetzung sind zusätzlich in allen Moorbereichen zu finden. Den Flächen der Emissionsklasse A kommt neben dem Kohlenstoffbehalt auch eine Funktion als CO₂-Senke zu; ihr Schutz stellt einen aktiven Beitrag gegen eine weitere Klimaveränderung dar. Beeinträchtigte Bereiche der Emissionsklassen B und C sollten durch entsprechende Maßnahmen, wie Veränassung, Humusbildung und Nutzungsänderung, vom Emittenten durch Verminderung der Freisetzung schließlich zum CO₂-Einlagerer werden.

3.4.8 Anmerkungen zur Lufthygiene und Luftbelastung

Die Luftschadstoffbelastung im Stadtgebiet setzt sich aus drei Komponenten zusammen: dem regionalen Hintergrund, dem urbanen Hintergrund und lokale Quellen.

3.4.8.1 Feinstaub- und Stickoxidbelastung

Feinstaub

Als Feinstaub oder „Particulate Matter“ (PM) bezeichnet man Teilchen in der Luft, die nicht sofort zu Boden sinken, sondern gewisse Zeit in der Atmosphäre verweilen. Die Feinstaubteilchen werden je nach Korngröße in Fraktionen unterteilt. Unter PM₁₀ versteht man alle Staubteilchen, deren aerodynamischer Durchmesser kleiner als 10 Mikrometer ist. Die Feinstaubkonzentrationen in der Luft stammen zum Teil aus direkten PM₁₀-Emissionen, wie Kraftfahrzeugverkehr – direkt aus den Motoren, aber auch Bremsen- und Reifenabrieb sowie Aufwirbelung des Staubes von der Straßenoberfläche – sowie Heizkraftwerke, Öfen und Heizungen

in Wohnhäusern. Daneben bildet sich PM_{10} sekundär durch chemische Reaktion der anorganischen und organischen Vorläuferstoffe Ammoniak (NH_3), Stickstoffoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO_2) und flüchtigen Nichtmethan-Kohlenwasserstoffen (NMVOC) während des Transports über größere Entfernungen. Damit trägt die landwirtschaftliche Tierhaltung nicht unerheblich mit den dort auftretenden Ammoniakemissionen zur sekundären Aerosolbildung bei.

Stickoxide NO_x

NO_x ist eine Sammelbezeichnung für Stickstoffoxide und fasst Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2) zusammen. Stickoxide (NO_x) entstehen fast ausschließlich bei Verbrennungsvorgängen in Anlagen und Motoren durch Oxidation des in Brennstoff und Verbrennungsluft enthaltenen Stickstoffs. Sie werden überwiegend als Stickstoffmonoxid (NO) emittiert und anschließend atmosphärisch zu Stickstoffdioxid (NO_2) oxidiert. Verbrennungsmotoren (Straßenverkehr) und Verbrennungsprozesse in Industrie- und Energieerzeugungsanlagen (Kraft- und Fernheizkraftwerke) sind Hauptquellen von Stickstoffoxiden.

3.4.8.2 Regionaler Hintergrund

Der regionale Hintergrund ist die regionale Grundbelastung mit Schadstoffen als Überdachkonzentration. Er schließt außerhalb des Stadtgebietes emittierende Quellen wie Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, Hausbrand und Verkehr ein.

Tab. 3.4-14: Abschätzung des regionalen Hintergrundes als Jahresmittelwert in $\mu g/m^3$

Celle	NO_2	PM_{10}	NO_x	PM_{10} in %	NO_x in %
UBA-Karte 2010/2011	13	15	17	71,2	27,6
UBA-Karte 2015	11	15	14		

Bezugsjahr 2010 und 2015 (isoliert betrachtet)

Entnommen aus: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffbelastung; Celle, 2012.

3.4.8.3 Urbaner Hintergrund

Der urbane Hintergrund setzt sich aus Emissionen des Verkehrs, industrieller und gewerblicher Quellen und Hausbrand des bebauten Bereiches im Stadtgebiet zusammen.

Hauptstraßennetz: Die Gesamtfahrleistung beträgt rund 1,5 Mio.km/Tag. Aus der Fahrleistung und den spezifischen Emissionen ergeben sich für das Stadtgebiet Celle im Bezugsjahr 2010 absolute Emissionen des Straßennetzes für NO_x von ca. 325 t/a und für PM_{10} von ca. 39 t/a. Im Bezugsjahr 2015 ergeben sich im Hauptstraßennetz Emissionen von ca. 242 t/a NO_x und ca. 33 t/a PM_{10} .

Nebenstraßennetz: Die Nebenstraßen im Stadtgebiet wurden mit durchschnittlich 363 Kfz/Tag berücksichtigt. Damit ergibt sich eine Fahrleistung von ca. 107.000 km/Tag, was rund 17% der Fahrleistung des gesamten Straßennetzes entspricht. Damit ergeben sich im Bezugsjahr 2010 Emissionen von 20 t/a NO_x und ca. 2 t/a PM_{10} . Im Bezugsjahr 2015 vermindern sich die Emissionen im Nebenstraßennetz bei NO_x auf ca. 15 t/a und bleiben bei PM_{10} mit 2 t/a gleich.

Tab. 3.4-15: Quellgruppenanteile 2010 (isoliert betrachtet)

Quellgruppe	PM_{10} in $\mu g/m^3$	NO_x in $\mu g/m^3$	PM_{10} in %	NO_x in %
Hausbrand	0,3	3,5	1,2	5,8
Industrie	0,0	0,0	0,0	0,1
Nebennetz Verkehr	0,1	0,5	0,3	0,8
Hauptnetz Verkehr	1,2	8,4	5,5	13,6

Entnommen aus: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffbelastung; Celle, 2012.

3.4.8.4 Lokale Quellen

Lokale Quellen sind lokale Zusatzbelastungen wie enge Straßenschluchten mit hoher Verkehrsfrequenz. So wurde im Nordwall von 2006 bis 2008 durch das LÜN kontinuierlich die Luftschadstoffbelastung gemessen und modellgestützt für das Hauptstraßennetz berechnet.

Tab. 3.4-16: Angabe der gemessenen Konzentrationen im Abschnitt Nordwall

	Jahresmittelwert			Anzahl der Tagesmittelwert Überschreitungen
	NO ₂ in µg/m ³	NO _x in µg/m ³	PM 10 in µg/m ³	
Messung 2007	39	84	20	4
Messung 2008	36	76	20	4
Grenzwert 2010	40	-	40	35

Angegeben ist der Grenzwert für das Bezugsjahr 2010.

Entnommen aus: Modellgestützte Abschätzung der Luftschadstoffbelastung; Celle, 2012.

Das Screening im Bezugsjahr 2010 zeigt, dass bei NO₂ für 5 Straßenabschnitte (3 Abschnitte des Nordwalls, je ein Abschnitt der Harburger Straße und Lüneburger Straße) eine Überschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m³ ermittelt wurde. Die berechnete Prognose für 2015 zeigt, dass die Immissionen zurückgehen, jedoch auf einem Abschnitt des Nordwalls trotzdem der Grenzwert nicht eingehalten wird und Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung erforderlich sind.

3.4.8.5 Sonstige Schadstoffe

Weitere Schadstoffe, die eine Luftschadstoffbelastung hervorrufen, für die aber überwiegend keine quantitativen Aussagen für das Stadtgebiet vorliegen:

Schwefeldioxid

Schwefeldioxid (SO₂) entsteht weit überwiegend bei Verbrennungsvorgängen durch Oxidation des im Brennstoff enthaltenen Schwefels. Die wesentlichen Emittenten sind Kraft- und Fernheizkraftwerke sowie Industrieheizungen. Es liegen für Celle keine quantitativen Messungen vor. An allen Stationen in Niedersachsen liegen die Werte aber deutlich unter dem Grenzwert von 20 µg/m³.

Ammoniak und Ammonium

Ammoniak (NH₃) entsteht zum weit überwiegenden Teil durch Tierhaltung (Stallemissionen, Mist- und Güllelagerung sowie -ausbringung) und die Verwendung mineralischer Düngemittel in der Landwirtschaft. Von Intensivtierhaltungsanlagen gehen Ammoniakemissionen aus, deren Umfang von der Größe des Viehbestandes und der Art der Viehhaltung abhängt. Vielfach sind diese Intensivtierhaltungsanlagen mit Anlagen zur Lagerung von Gülle verbunden. Bei der Befüllung, der Entnahme und der Ausbringung der Gülle treten ebenfalls Ammoniakemissionen auf. Ammoniakemissionen sind i.d.R. mit Geruchsbelästigungen verbunden.

Dem Boden zugeführtes Ammoniak (NH₃) wird dort weitgehend zu Ammonium (NH₄⁺) umgesetzt. Die ländliche Hintergrundbelastung für NH₃ betrug 2012 als Jahresmittelwert 4,2 µg/m³ (Station Walsrode).

Ozon

Da die Bildung von Ozon – dreiatomiger Sauerstoff (O₃) - außer von der Menge der zur Bildung erforderlichen Vorläuferstoffe (Stickoxide (NO_x) und Kohlenwasserstoffe (C_mH_n)) stark von der Sonnenstrahlung abhängt, variiert die Ozonbelastung mit den wechselnden Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr. Hohe Lufttemperaturen und intensive Sonneneinstrahlung, die bei

sommerlichen Hochdruckwetterlagen vorherrschen, begünstigen die Entstehung von bodennahem Ozon in der Atmosphäre.

An der Station Allertal wurden folgende Werte gemessen:

Tab. 3.4-17: Ozonmesswerte der Station Allertal

Jahr	Jahresmittelwert (JMW)	Max. 8-Stunden-Mittelwert	Anzahl Überschreitungen (Grenzwert: 120 µg/m³)
2007	45		20 mal
2009	43	139	13 mal
2012	44	154	17 mal

Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid (CO) entsteht überwiegend bei unvollständiger Verbrennung in Motoren und kleinen Feuerungsanlagen. Die weitaus größten Emissionen sind dem Straßenverkehr zuzurechnen; weitere Emittenten sind Industriefeuerungen, Haushalte und Industrieprozesse. 2007 wurde in Celle ein Jahresmittelwert von 0,5 µg/m³ gemessen. Der höchste 8-Stunden-Wert betrug 2,5 µg/m³ (bei einer Verfügbarkeit von 95%). Als Grenzwert (seit 2005) darf der höchste 8-Stunden-Wert eines Tages 10 mg/m³ nicht überschreiten.

Kohlendioxid

Kohlendioxid (CO₂) entsteht fast ausschließlich bei den Verbrennungsvorgängen in Anlagen und Motoren durch Oxidation des im Brennstoff enthaltenen Kohlenstoffes. Die wesentlichen Emittenten sind Kraft- und Heizkraftwerke, Industriefeuerungen, Straßenverkehr und Haushalte.

Flüchtige organische Verbindungen

Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (ohne Methan) entstehen zu mehr als der Hälfte aus der Freisetzung bei Verwendung von Lösemitteln, wie Farben, Lacke, Klebstoffe und Reinigungsmittel. Andere erhebliche Emissionen dieser Verbindungen stammen aus unvollständig ablaufenden Verbrennungsvorgängen, insbesondere in Kraftfahrzeugen. Aus dem Verkehr stammen neben den Abgasemissionen noch weitere Emissionen durch Verdunstung am Fahrzeug aufgrund der Tankbelüftung und von (Vergaser-)Undichtigkeiten sowie bei der Verteilung des leicht flüchtigen Otto-Kraftstoffes (Lagerung, Umschlag und Betankung). So wurde 2007 in Celle für Benzol ein Jahresmittelwert von 1,5 µg/m³ (bei einer Verfügbarkeit von 100%) gemessen. Der Grenzwert für Benzol beträgt ab 2010 europaweit 5 µg/m³ im Jahresmittel.

Methan

Methan (CH₄) entsteht zum weit überwiegenden Teil durch die Tierhaltung in der Landwirtschaft sowie durch die Gewinnung, Förderung und Verteilung von Brennstoffen (u.a. Gasverteilung). Eine dritte Hauptquelle ist die Methanbildung in Abfalldeponien. Darüber hinaus entsteht Methan u.a. durch die Abwasserbehandlung, Klärschlammstabilisierung sowie durch die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft.

Hinweis zu dieser Stoffgruppe:

Die oberen und unteren Beurteilungsschwellen zur Einstufung der Gebiete und Ballungsräume für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel (PM₁₀ und PM_{2,5}), Benzol, Kohlenmonoxid und Blei sind in der 39. BImSchV in der Anlage 2 und für Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren in der Anlage 15 jeweils im Abschnitt A festgelegt. Die Einstufung der Gebiete und Ballungsräume ist spätestens alle fünf Jahre gemäß den in den Abschnitten B der Anlagen 2 und 15 festgelegten Verfahren zu überprüfen.

3.4.8.6 Fazit

Aufgrund der allgemein guten Austauschbedingungen und des Fehlens industrieller Emittenten, liegt im Stadtgebiet Celle flächendeckend keine signifikante Belastung der Luft mit Schadstoffen vor. Lokal sind jedoch durch mikro- und mesoklimatische Besonderheiten sowie aufgrund örtlicher und zeitlicher Konzentration von Emissionen kritische Schadstoffgehalte in der Luft möglich. Als in dieser Hinsicht wichtige Areale sind die Siedlungsbereiche entlang der stark befahrenen Straßen (Nordwall) zu verstehen. In Bereichen mit einem hohen Viehbesatz ist mit erhöhten Konzentrationen an Ammoniak, Schwefelwasserstoff sowie organischen Verbindungen in der Luft und mit zeitweiliger Geruchsbelästigung zu rechnen.

3.4.8.7 Exkurs Waldschäden

Wälder sind stärker durch anthropogen verursachte Stoffeinträge wie Sulfatschwefel und Stickstoff belastet als alle anderen Landnutzungsformen, da ihre Kronen zusätzlich zu den im Niederschlag gelösten Stoffen beträchtliche Mengen gas- und partikelförmiger Stoffe aus der Luft filtern.

Zur Erfassung der Belastung der Waldökosysteme durch Stoffeinträge werden diese in Niedersachsen im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings auf vier Fichten-, drei Buchen-, sowie je einer Eichen- und Kiefernfläche erfasst. Nachfolgende Aussagen und Werte sind dem Waldzustandsbericht 2013 entnommen.

Schwefel: Durch die Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung seit Mitte der 1980er Jahre ging der Schwefeleintrag, der im Ökosystem eine stark versauernde Wirkung entfaltet, in beispielhafter Weise zurück. Die höchsten Einträge pro Hektar wurden 2012 mit 9 kg unter Fichte im Solling gemessen, die geringsten mit 3,9 kg in einem Buchenbestand in Lüss. Im Freiland betrug der Schwefeleintrag zwischen 2,3 kg (Göttinger Wald) und 3,5 kg (Solling).

Stickstoff ist der Nährstoff, der in unbeeinflussten Ökosystemen das Pflanzenwachstum am stärksten begrenzt. Durch anthropogen verursachte Stoffeinträge wird den Wäldern Stickstoff in Form von Nitrat (oxidiertes Stickstoff aus Verbrennungsprozessen) und Ammonium (reduzierte Form aus landwirtschaftlichen Quellen) zugeführt. In Augustendorf im nordwestdeutschen Tiefland beträgt das Verhältnis Ammonium zu Nitrat im langjährigen Mittel 70 zu 30, im Göttinger Wald 50 zu 50.

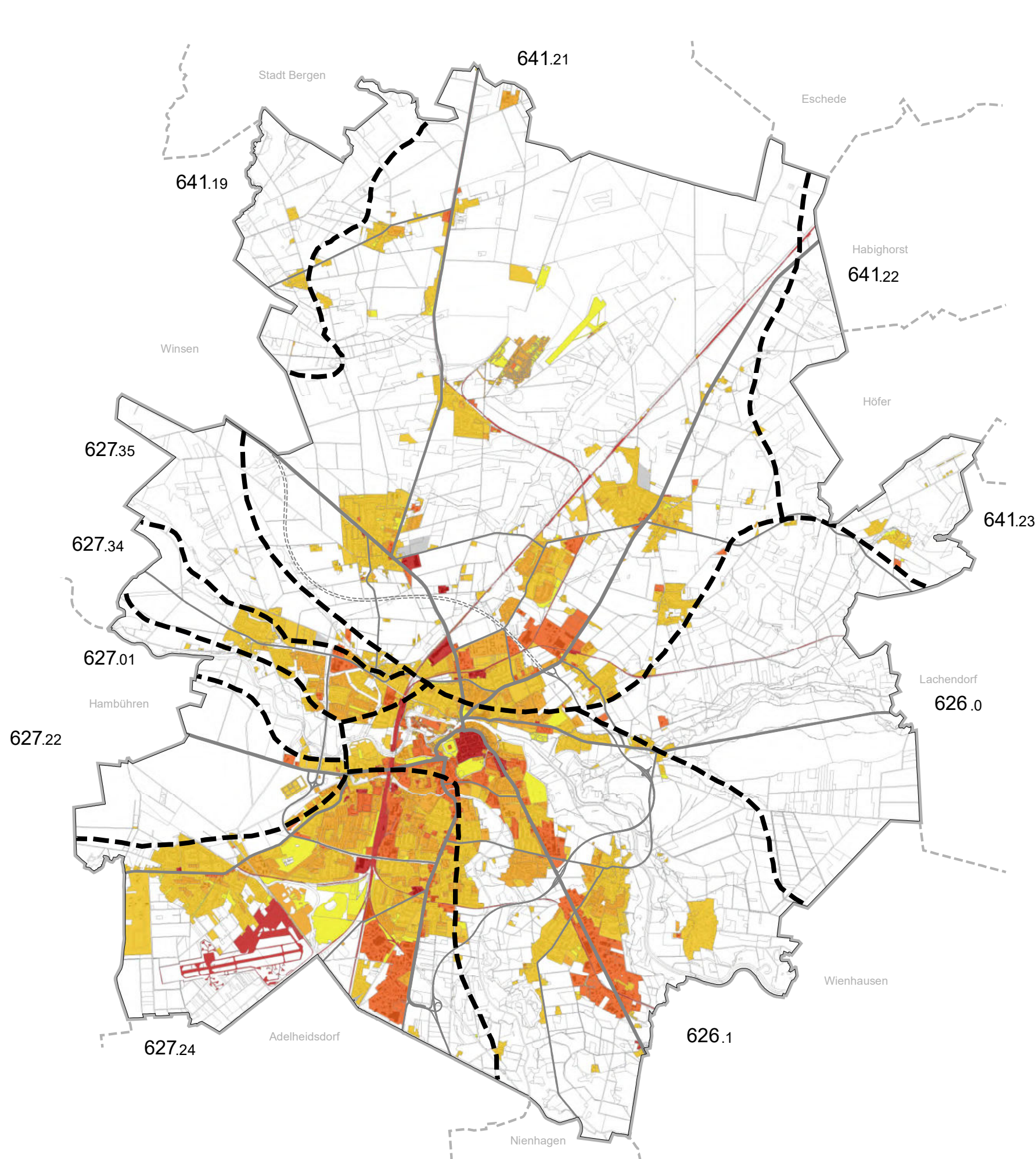
Da die Wälder seit vielen Jahren höheren Stickstoffeinträgen ausgesetzt sind, als sie nachhaltig für ihr Wachstum benötigen, kommt es zu einer Stickstoffanreicherung im System mit zahlreichen negativen Auswirkungen wie Nährstoffungleichgewichten, Nitrataustrag mit dem Sickerwasser oder Veränderung der Bodenvegetation.

Die Fichtenfläche im Solling (27,7 kg) weist 2012 den höchsten Stickstoffeintrag auf, gefolgt von Augustendorf (Kiefer) im nordwestdeutschen Tiefland mit 19,6 kg pro anno. Unter Buche betrug der Stickstoffeintrag 2012 pro Hektar zwischen 14 kg (Lüss) und 16,8 kg (Solling) und unter Eiche 14,5 kg. Im Freiland lag der Stickstoffeintrag zwischen 6,2 kg (Göttinger Wald) und 11,4 kg (Augustendorf).

Der aktuelle Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der mit dem Niederschlag eingetragenen Basen Calcium, Magnesium und Kalium. 2012 betrug er unter Kiefer und Eiche 1,5 kmolc, unter Buche zwischen 1,1 kmolc und 1,4 kmolc und unter Fichte zwischen 1,0 kmolc und 2,3 kmolc pro Hektar.

Durch Säureeinträge in dieser Größenordnung wird das nachhaltige Puffervermögen vieler Waldstandorte weiterhin überschritten. Eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung zum Schutz der Waldböden vor weiterer Versauerung bleibt notwendig.

Zusätzlich sind Wälder durch den Klimawandel erhöhten Belastungen und Risiken ausgesetzt. Dennoch sind Wälder ein Teil der Strategie zum Klimaschutz, denn in Wäldern und in langlebigen Holzprodukten wird Kohlenstoff gespeichert und Holz kann z. T. energieaufwendige Materialien (Aluminium, Stahl, Beton etc.) und fossile Energieträger (Öl, Kohle etc.) ersetzen. Der niedersächsische Wald ist mit Kohlenstoffvorräten im Boden von 82 t ha⁻¹ in Laubholzbeständen und 134 t ha⁻¹ in Nadelholzbeständen eine wichtige Kohlenstoffsенке, wobei eine naturnahe Bewirtschaftung der Wälder ein besonders günstiges Verhältnis zwischen Kohlenstoffspeicherung im Wald und der Erzeugung von Klima schonenden Holzprodukten erzielt.



Legende

- Stadtgrenze
- Gemeindegrenzen
- 627.34 Alte naturräumliche Einheiten
- Straßen
- geplante Straßen

Potenzielle Überwärmungsintensität

- sehr hoch
- hoch
- mittel
- gering
- sehr gering

Stadt Celle
Der Oberbürgermeister
Abt. Stadtplanung



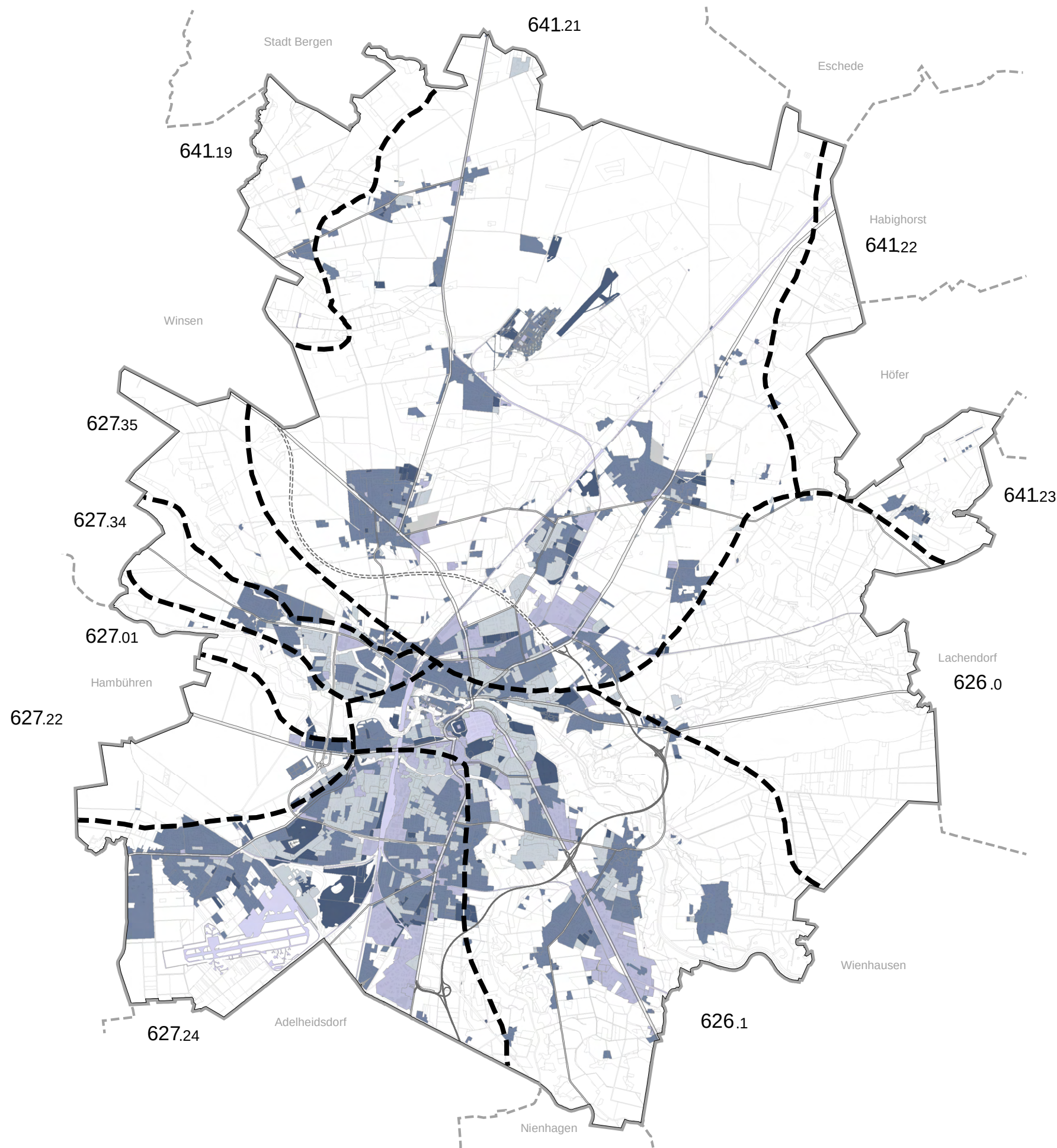
Landschaftsrahmenplan 2022

Textkarte 3.4-1: Potenzielle Überwärmungsintensität

M. 1:75.000



Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für
Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, © 2020



Legende

- Stadtgrenze
- Gemeindegrenzen
- 627.34 Alte naturräumliche Einheiten
- Straßen
- geplante Straßen

Potenzielle mittlere Durchlüftungsverhältnisse

- sehr hoch
- hoch
- mittel
- gering
- sehr gering

Stadt Celle
Der Oberbürgermeister
Abt. Stadtplanung



Landschaftsrahmenplan 2022

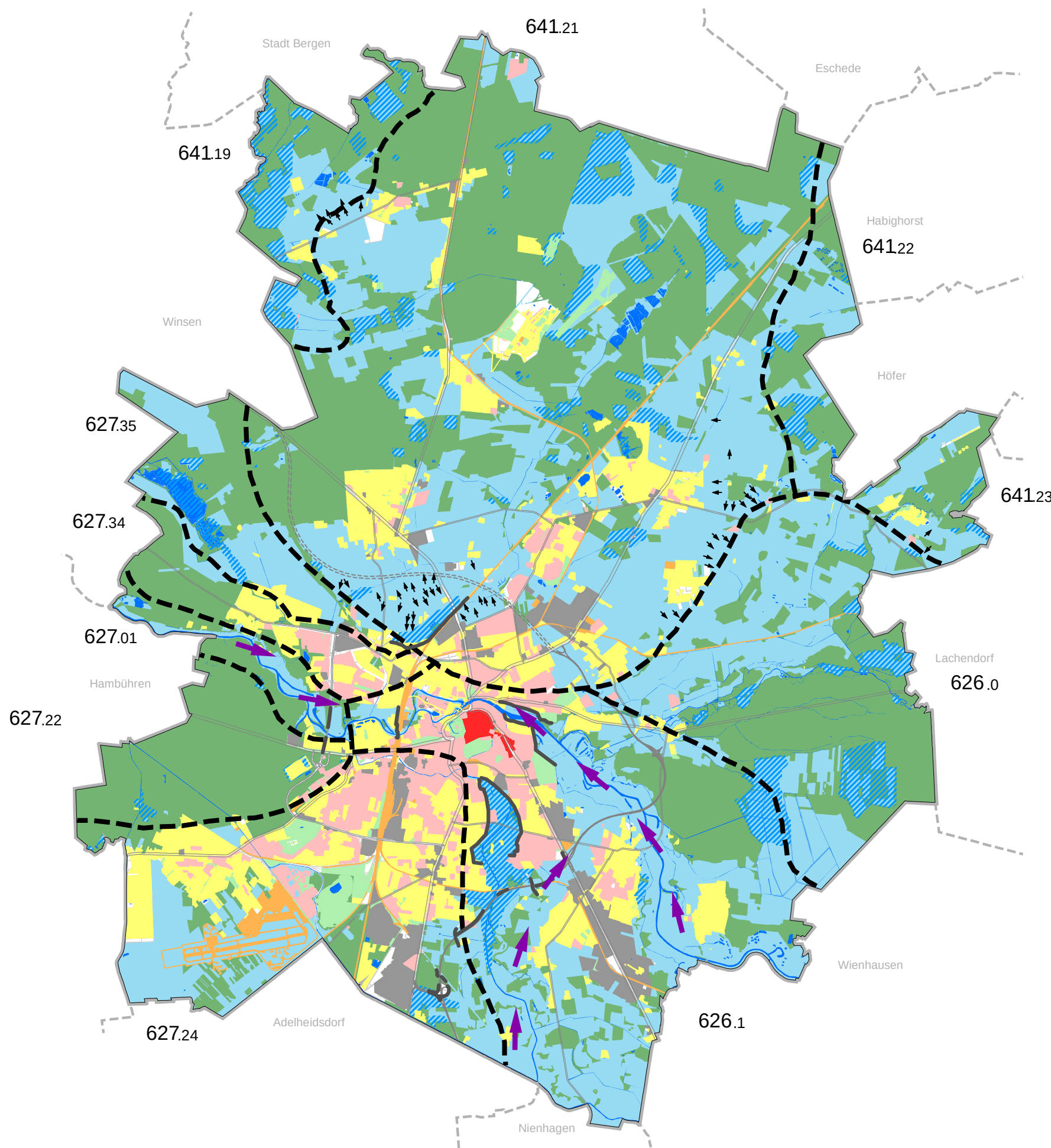
Textkarte 3.4-2: Potenzielle mittlere
Durchlüftungsverhältnisse

M. 1:75.000

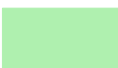


Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für
Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, © 2020





Legende

-  Stadtgrenze
-  Gemeindegrenzen
-  627.34 Alte naturräumliche Einheiten
-  Straßen
-  geplante Straßen
-  Luftleitbahn
Transport von unbelasteter Kaltluft
-  Kaltluftfluss
flächenhafter Kaltluftabfluss
-  Luftaustausch-Barriere
Störungshindernis, Verengung des Talraumes
-  Kernstadtklimatop
Wärmeineffekt, geringe Feuchte, starke Windfeldstörung, Problematischer Luftaustausch
-  Stadtklimatop
starke Beeinflussung von Temperatur und Feuchte, Störung lokaler Windsysteme
-  Stadtrandklimatop
Beeinflussung von Temperatur, Feuchte und Wind
-  Grünanlagenklimatop
ausgeprägter Tagesgang der Temperatur und Feuchte, klimatische Ausgleichsfläche in der Bebauung
-  Waldklimatop
stark gedämpfter Tagesgang von Temperatur und Feuchte, Filterfunktion
-  Gewässerklimatop
thermisch ausgleichend, hohe Feuchtigkeit, windoffen
-  Freilandklimatop
ungestört, stark ausgeprägter Tagesgang von Temperatur und Feuchte, windoffen, starke Frisch-/Kaltluftproduktion
-  Bahnanlagenklimatop
extremer Temperaturtagesgang, trocken, windoffen
-  Kaltluftsee
Kaltluftstau durch Gebäude, Dämme, Waldriegel in der freien Landschaft

Stadt Celle
Der Oberbürgermeister
Abt. Stadtplanung



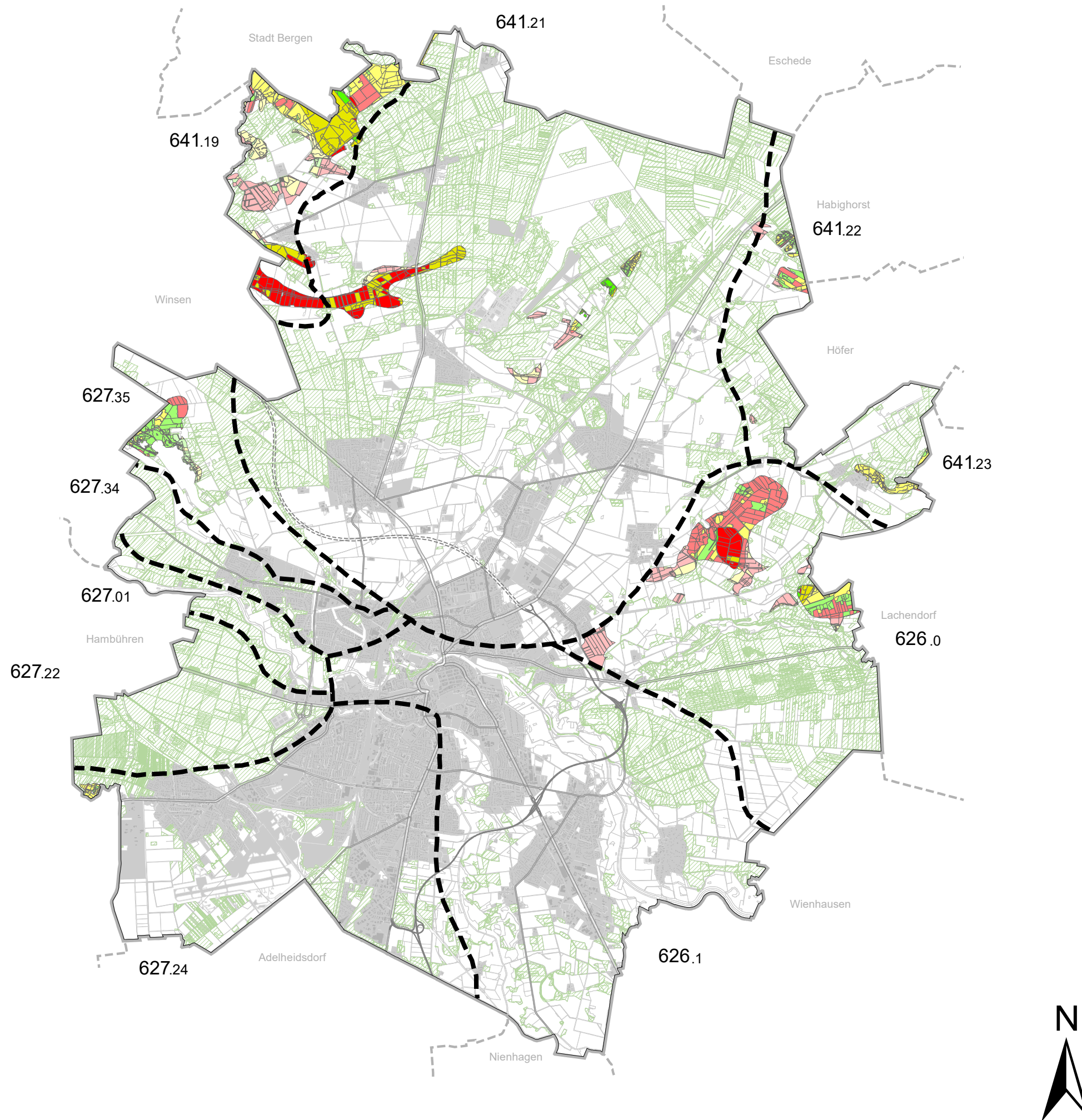
Landschaftsrahmenplan 2022

Textkarte 3.4-3: Klimatope des Stadtgebietes

M. 1:75.000



Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, © 2020



Legende

- Stadtgrenze
- Gemeindegrenzen
- Alte naturräumliche Einheiten
- Straßen
- geplante Straßen

CO₂-Emissionsklassen

- A+ Bereiche mit besonderer Funktionsfähigkeit von Klima und Luft < = 6 CO₂-Äquivalente/ha/a
- A++
- A+++
- B+ Bereiche mit beeinträchtigter/gefährdeter Funktionsfähigkeit von Klima und Luft 7-19 CO₂-Äquivalente/ha/a
- B++
- B+++
- C+ Bereiche mit beeinträchtigter/gefährdeter Funktionsfähigkeit von Klima und Luft > = 20 CO₂-Äquivalente/ha/a
- C++
- C+++
- Potenzialflächen zur CO₂-Minderung (Klimafolgenanpassung) durch Waldumbau/- bzw. Waldentwicklung gemäß hpnV

Stadt Celle
Der Oberbürgermeister
Abt. Stadtplanung



Landschaftsrahmenplan 2022

Textkarte 3.4-4: Klimawirksamkeit von Bodennutzungen

M. 1:75.000