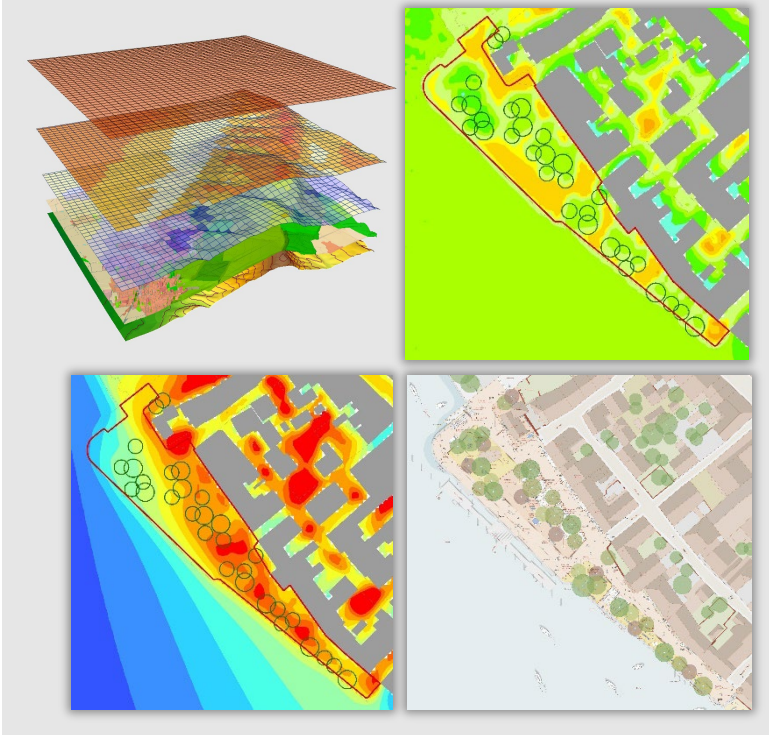


Mikroskalige Klimasimulation für die Neugestaltung des „Schiffländi“ in Stein am Rhein

Themenschwerpunkt thermische Situation



Auftraggeber:
Stadt Stein am Rhein
Bauverwaltung
Mühlenstrasse 4
8260 Stein am Rhein



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Grosse Pfahlstrasse 5a

30161 Hannover

Tel. (0511) 3887200

FAX (0511) 3887201

www.geo-net.de



Inhaltsverzeichnis

Seite:

Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	II

Inhaltsverzeichnis	I
---------------------------------	----------

1. Aufgabenstellung	1
2. Methode	3
2.1 Datengrundlage und Modellrechnung	3
3. Ergebnisse.....	5
3.1 Tagsituation: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) um 14 Uhr.....	5
3.2 Tagsituation: Lufttemperatur um 14 Uhr.....	9
3.3 Nachtsituation: Lufttemperatur um 04 Uhr	13
4 Fazit	18
5 Literatur	21

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Lageplan (Stand 06.11.2023)	1
Abb. 1.2: Gegenüberstellung des Baumbestands zwischen Ist-Zustand (Basisszenario) und dem Planszenario (Quelle: LINEA landscape architecture)	2
Abb. 3.1: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) im Basisszenario (14:00 Uhr, 1,1 m über Grund in °C)	6
Abb. 3.2: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) im Planszenario (14:00 Uhr, 1,1 m über Grund in °C)	7
Abb. 3.3: Differenz der PET zwischen Basis Plan- und Basisszenario	8
Abb. 3.4: Lufttemperatur im Basisszenario (14:00 Uhr, 2 m über Grund)	10
Abb. 3.5: Lufttemperatur im Planszenario (14:00 Uhr, 2 m über Grund)	11
Abb. 3.6: Differenz der Lufttemperatur zwischen Plan- und Basisszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund).....	12
Abb. 3.7: Lufttemperatur im Basisszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund in °C)	15



Abb. 3.8: Lufttemperatur im Planszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund in °C) 16

Abb. 3.9: Differenz der Lufttemperatur zwischen Plan- und Basisszenario
(4:00 Uhr, 2 m über Grund in °C) 17

Abb. 4.1: Flächenbilanz der PET für Basisszenario und Planszenario für den Gastronomiebereich 19

Abb. 4.2: Flächenbilanz der PET für Basisszenario und Planszenario für
das Gesamtareal Schiffländi 19

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET
während der Tagesstunden (nach VDI-RL 3787) 4

Tab. 4.1: Flächenmittelwerte der betrachteten Parameter für das gesamte Areal Schiffländi 18

Tab. 4.2: Flächenmittelwerte der betrachteten Parameter für den Gastronomiebereich..... 18



1. Aufgabenstellung

Das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen sind nicht zuletzt abhängig von den meteorologischen Verhältnissen in ihrem Lebensumfeld. Dabei wirkt sich die Gestaltung dieses Lebensumfeldes, also vornehmlich die des Siedlungsraumes, direkt auf die in ihm auftretenden Wärme- und Luftbelastungen aus. Klimatische und lufthygienische Aspekte sind somit durch den Menschen beeinflussbar und daher feste Bestandteile der räumlichen Planung. In der Stadt Stein am Rhein soll der an die Altstadt angrenzende Bereich Schiffländi umgestaltet und in seiner Aufenthaltsqualität aufgewertet werden. In diesem Zusammenhang wird in der vorliegenden Analyse der thermische Wirkungskomplex näher beleuchtet. Hier soll der Frage nachgegangen werden, inwieweit sich die Änderungen in der Bodenbedeckung sowie die Ergänzung von Bäumen auf die lokalklimatische Situation auswirken. Dies betrifft vor allem die Aufenthaltsqualität am Tage. Ausgangspunkt für die Ermittlung dieser Zusammenhänge ist eine austauscharme, sommerliche Hochdruckwetterlage, die häufig mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen am Tage und in der Nacht einhergeht.

Bei der Schiffländi handelt es sich um eine gegenwärtig intensiv besonnte und nur wenig verschattete versiegelte Fläche. Die Planungen sehen vor, das Areal mit seinen Wegebeziehungen umzugestalten und mit zusätzlichen Bäumen auszustatten. Anstelle des vorhandenen Asphalt werden hellere und teilweise auch versickerungsfähige Materialien (z.B. Wackel-/Natursteinpflaster) verwendet. Zudem soll die den Gebäuden vorgelagerte Aussengastronomie in die Platzmitte verlagert werden. Bäume und Sonnenschirme sowie ein Wasserspiel sollen dort die Aufenthaltsqualität steigern. Abbildung 1.1 zeigt einen Situationsplan für den Schiffländi.



Abb. 1.1: Lageplan (Stand 06.11.2023)



Die Lage der Baumstandorte im Ist-Zustand als Basisszenario und dem Planszenario zeigt Abb. 1.2. Durch die umfangliche Begrünung wird der mit verschattenden Baumkronen überdeckte Flächenanteil von gegenwärtig knapp 8 % auf ca. 31 % ansteigen.



Abb. 1.2: Gegenüberstellung des Baumbestands zwischen Ist-Zustand (Basisszenario) und dem Planszenario (Quelle: LINEA landscape architecture)

Die Untersuchung hat zum Ziel, für das überplante Areal die Effekte der Hitzeminderung auf die Aufenthaltsqualität am Tage abzuschätzen. Im Folgenden werden die zugrunde liegende Methodik sowie die Ergebnisse erläutert.



2. Methode

2.1 Datengrundlage und Modellrechnung

ASMUS_green (Ausbreitungs und Strömungs-Modell für Urbane Strukturen und Begrünung) ist ein numerisches Modell zur mikroskaligen Simulation der dreidimensionalen Wind- und Temperaturverteilung, sowie der thermischen Behaglichkeit innerhalb von Städten. Es gehört zu einer neueren mikroskaligen Modellgeneration und verbindet die Betrachtung der Strömung im Bereich von Gebäuden und Bäumen mit der Berechnung der Energiebilanz von begrünten und unbegrünten Oberflächen.

Das Modell basiert auf den üblichen meteorologischen Grundgleichungen: Navier-Stokes- und Kontinuitäts-Gleichung, 1. Hauptsatz der Thermodynamik und einer Gleichung für die spezifische Feuchte. Gebäude und Bäume werden vom Modell explizit als dreidimensionale Körper mit impermeablem beziehungsweise semipermeablem Gittervolumen dargestellt. Ihre Oberflächentemperaturen werden in Abhängigkeit von ihrer spezifischen Orientierung und ihren physikalischen Eigenschaften über eine Energiebilanz berechnet. ASMUS_green berechnet den kurz- und langwelligen Wärmestrom inklusive diffuser mehrfach Reflektion von Strahlung an Oberflächen und atmosphärischer Gegenstrahlung, den turbulenten fühlbaren Wärmestrom, den Wärmestrom aus der darunterliegenden Fläche (Erdboden bzw. Gebäude), sowie den turbulenten Verdunstungswärmestrom bei Bäumen und Oberflächenbegrünung. Die Verdunstung ist abhängig von der relativen Feuchte der Luft, der solaren Einstrahlung und insbesondere von dem den Pflanzen zur Verfügung stehendem Bodenwassergehalt. Dieser beeinflusst den Stomatawiderstand in Abhängigkeit von der Art der Vegetation.

ASMUS_green wird ausführlich in verschiedenen begutachteten wissenschaftlichen Publikationen beschrieben und in einem Forschungsprojekt angewendet. Beispielsweise:

- Gross, G. (2012): „Numerical simulation of greening effects for idealised roofs with regional climate forcing“, Meteorologische Zeitschrift, 21, pp. 173-181
- Gross, G. (2012): „Effects of different vegetation on temperature in an urban building environment. Micro-scale numerical experiments“, Meteorologische Zeitschrift, 21, pp. 399-412
- Günther, R. (2014): „The role of soil water content for microclimatic effects of green roofs and urban trees – a case study from Berlin, Germany“, Journal of Heat Island Institute International, 9-2
- KURAS – Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme, finanziert vom Bundesministerium für Forschung und Entwicklung (2013-2016)

Die Simulationen wurden auf einem kartesischen Gitter mit Gitterweiten von 2 m in der Horizontalen und in der Vertikalen bis in eine Höhe von 34 m durchgeführt, darüber erfolgte eine Streckung des Gitters in der Vertikalen.

Eingangsdaten und Randbedingungen

Als geographische Eingangsdaten gehen in das Modell ein gitterpunktweise die Nutzungsklassen, die Strukturhöhe von Gebäuden und Bäumen, die Stammraumhöhe von Bäumen sowie die unterschiedlichen Eigenschaften der Bodenbedeckung ein. Die erforderlichen Geodaten wurden vom Auftraggeber bereitgestellt. Das Untersuchungsgebiet hat eine Fläche von 330 m x 300 m, wobei die Modellierung der meteorologischen Parameter mit einer Zellengröße von 2 m x 2 m erfolgte. Mit dieser räumlichen Auflösung



können auch kleinräumige Strukturinformationen gut im Modell repräsentiert werden. Es wird ein heißer sommerlicher autochthoner Strahlungstag simuliert. Es gibt keine Wolkenbedeckung und die Vegetation, sowie Gebäudebegrünungen sind gut mit Wasser versorgt.

Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) - Grundlagen

Meteorologische Parameter wirken nicht unabhängig voneinander, sondern in biometeorologischen Wirkungskomplexen auf das Wohlbefinden des Menschen ein. Zur Bewertung werden Indizes verwendet (Kenngrößen), die Aussagen zur Lufttemperatur und Luftfeuchte, zur Windgeschwindigkeit sowie zu kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen kombinieren. Wärmehaushaltsmodelle berechnen den Wärmeaustausch einer „Norm-Person“ mit seiner Umgebung und können so die Wärmebelastung eines Menschen abschätzen¹. Beispiele für solche Kenngrößen sind die PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur), der PMV-Wert (Predicted Mean Vote) und der UTCI (Universal Thermal Climate Index).

In der vorliegenden Arbeit wird zur Bewertung der Tagsituation vor allem der humanbioklimatische Index PET um 14:00 Uhr betrachtet (vgl. Höppe und Mayer 1987). Gegenüber vergleichbaren Indizes hat dieser den Vorteil, aufgrund der °C-Einheit auch von Nichtfachleuten besser nachvollzogen werden zu können. Darüber hinaus handelt es sich bei der PET um eine Grösse, die sich in der Fachwelt zu einer Art „Quasi-Standard“ entwickelt hat, sodass sich die Ergebnisse mit denen anderer Städte vergleichen lassen. Wie die übrigen humanbiometeorologischen Indizes bezieht sich die PET auf außenklimatische Bedingungen und zeigt eine starke Abhängigkeit von der Strahlungstemperatur (Kuttler 1999). Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar und kann als die tatsächlich empfundene Temperatur angesehen werden.

Für die PET existiert in der deutschen VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden und die physiologischen Belastungsstufen quantifizieren (z.B. Starke Wärmebelastung ab PET 35 °C; Tab. 1; VDI 2004).

PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
4 °C	Sehr kalt	Extreme Kältebelastung
8 °C	Kalt	Starke Kältebelastung
13 °C	Kühl	Mässige Kältebelastung
18 °C	Leicht kühl	Schwäche Kältebelastung
20 °C	Behaglich	Keine Wärmebelastung
23 °C	Leicht warm	Schwache Wärmebelastung
29 °C	Warm	Mässige Wärmebelastung
35 °C	Heiss	Starke Wärmebelastung
41 °C	Sehr heiss	Extreme Wärmebelastung

Tab. 1: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET während der Tagesstunden (nach VDI-RL 3787)

¹ Energiebilanzmodelle für den menschlichen Wärmehaushalt bezogen auf das Temperaturempfinden einer Durchschnittsperson („Klima-Michel“ mit folgenden Annahmen: 1,75 m, 75 kg, 1,9 m² Körperoberfläche, etwa 35 Jahre; vgl. Jendritzky 1990).



3. Ergebnisse

3.1 Tagsituation: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) um 14 Uhr

Die PET kann als massgeblichen Parameter für die Einschätzung der Wärmebelastung am Tage angesehen werden, wobei deren Ausprägung stark von der solaren Einstrahlung abhängig ist. Dies zeigt sich deutlich im Basisszenario über den stark besonnten und versiegelten Flächenanteilen der Schiffländi, über denen eine PET von mehr als 39 °C zu beobachten ist (Abb. 3.1; Dunkelorange). Dies sind auch die höchsten Werte im Untersuchungsraum. Eine extreme Wärmebelastung von mehr als 41 °C liegt hingegen nicht vor. Die Lage der Bestandsbäume ist in Abb. 3.1 mit einem grünen Ring dargestellt. Hier führt die Verschattung lokal zu einer mässigen Wärmebelastung. In den Ergebnisse zeigt sich zudem auch der klimatische Einfluss der Wasserfläche des Rheins. Hier liegt verbreitet eine schwache bis mässige Wärmebelastung vor, die auch auf Teilbereiche der Schiffländi einwirkt (grüne Farben). Einen kühlenden Einfluss hat auch die Windströmung, welche sich zwischen der kühlen Wasserfläche und der sich stark erwärmten Schiffländi ausbildet. Diese führt im der PET zugrunde liegenden Wärmehaushaltsmodell des Menschen zu einer stärkeren Verdunstung auf der Haut mit einhergehender Abkühlung des Körpers.

Im Bereich der an die Gebäude angrenzenden Aussengastronomie ist die Wärmebelastung durch die Verschattung mit Sonnenschutz sehr schwach ausgeprägt (Türkis). In der Altstadt liegt am Tage eine vorwiegend schwache bis mässige Wärmebelastung vor, was auf die Verschattung des Aussenraums durch die Gebäude zurückzuführen ist. Lediglich in den direkt besonnten Flächenanteilen tritt eine starke Wärmebelastung auf (z.B. Metzgass, Undergass).

Im Planfall zeichnen die durch neu gepflanzte Bäume verschatteten Flächenanteile mit Werten von deutlich weniger als 32 °C deutlich ab. So geht die PET unter der grösseren Baumgruppe im Nordwesten der Schiffländi auf bis zu 26 °C zurück, was mit einer schwachen Wärmebelastung einher geht. Die Werte unter den übrigen Baumgruppen betragen 29 °C bis 32 °C. Somit entstehen grosse zusammenhängende Bereiche mit hoher Aufenthaltsqualität. Über den weiterhin besonnten Flächenanteilen ist eine PET von 36 °C bis 37 °C zu beobachten. Die im Basisszenario auftretenden hohen Werte von bis zu 39 °C werden im Planszenario nicht mehr erreicht, das Belastungsniveau nimmt durch die Massnahmen insgesamt ab. Es bleibt festzuhalten, dass insbesondere der zukünftige Gastronomiebereich davon profitieren wird und ein grosses zusammenhängendes Areal mit einer hohen Aufenthaltsqualität entsteht.

Die Differenzkarte macht die Effekte noch deutlicher und zeigt die Abweichung der Absolutwerte zwischen den beiden Szenarien. Wie sich in Abb. 3.3 zeigt, beträgt im Planfall die Größenordnung der Abnahmen 0,5 bis 8,4 Kelvin (K). Am intensivsten tritt sie unter den geplanten Baumgruppen in Verbindung mit den Sonnenschirmen der Aussengastronomie auf. Eine Zunahme ist hingegen dort anzutreffen, wo Baumfällungen vorgesehen sind und es im Planszenario zu einem Entfall von Verschattung kommt. Dies ist vor allem im Südwesten der Schiffländi zu beobachten. Eine leichte Zunahme von 1 K bis 2 K tritt auch über den gegenüber dem Basisszenario nun helleren Bodenoberflächen auf (Beige).

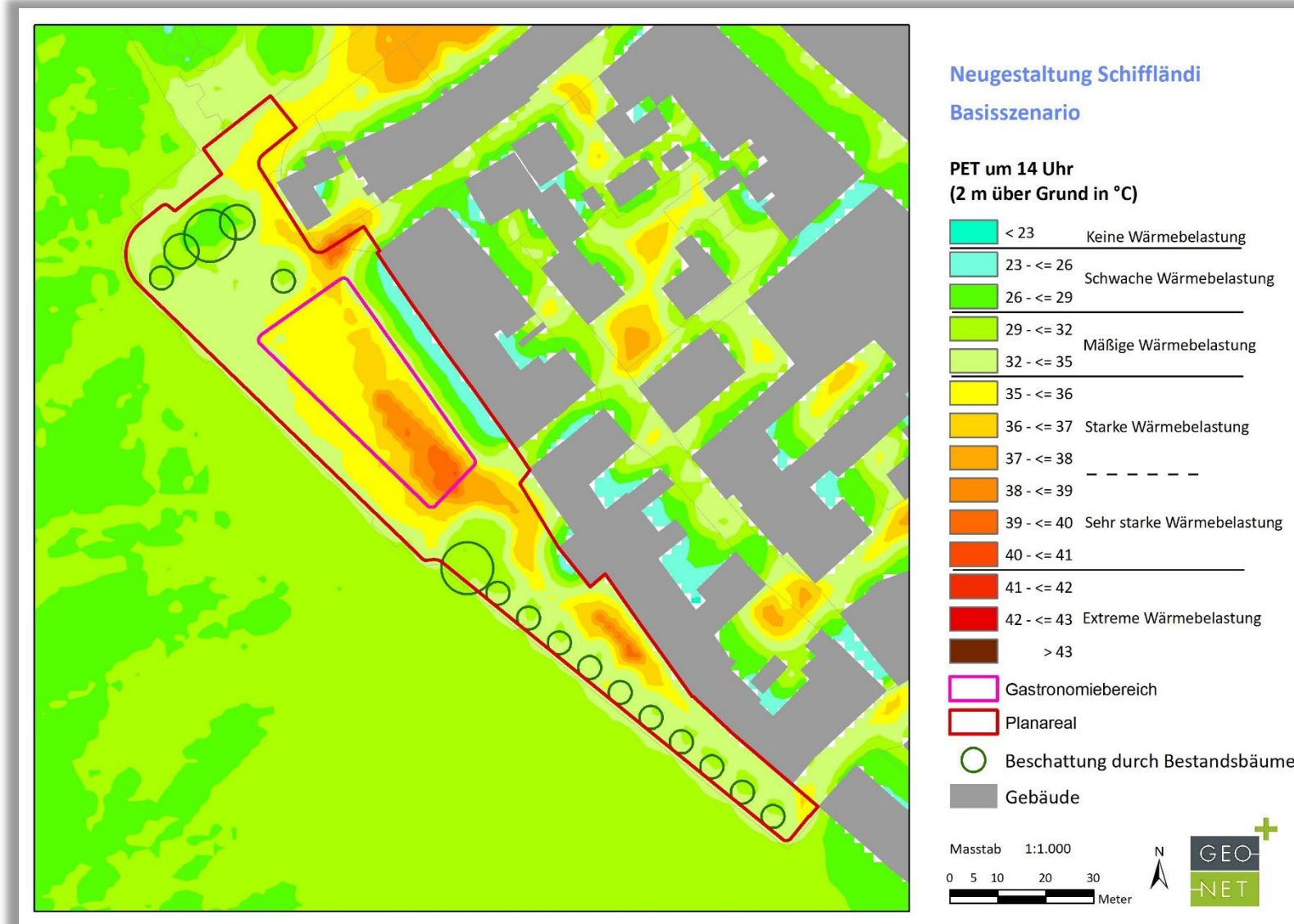


Abb. 3.1: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) im Basisszenario (14:00 Uhr, 1,1 m über Grund in °C)

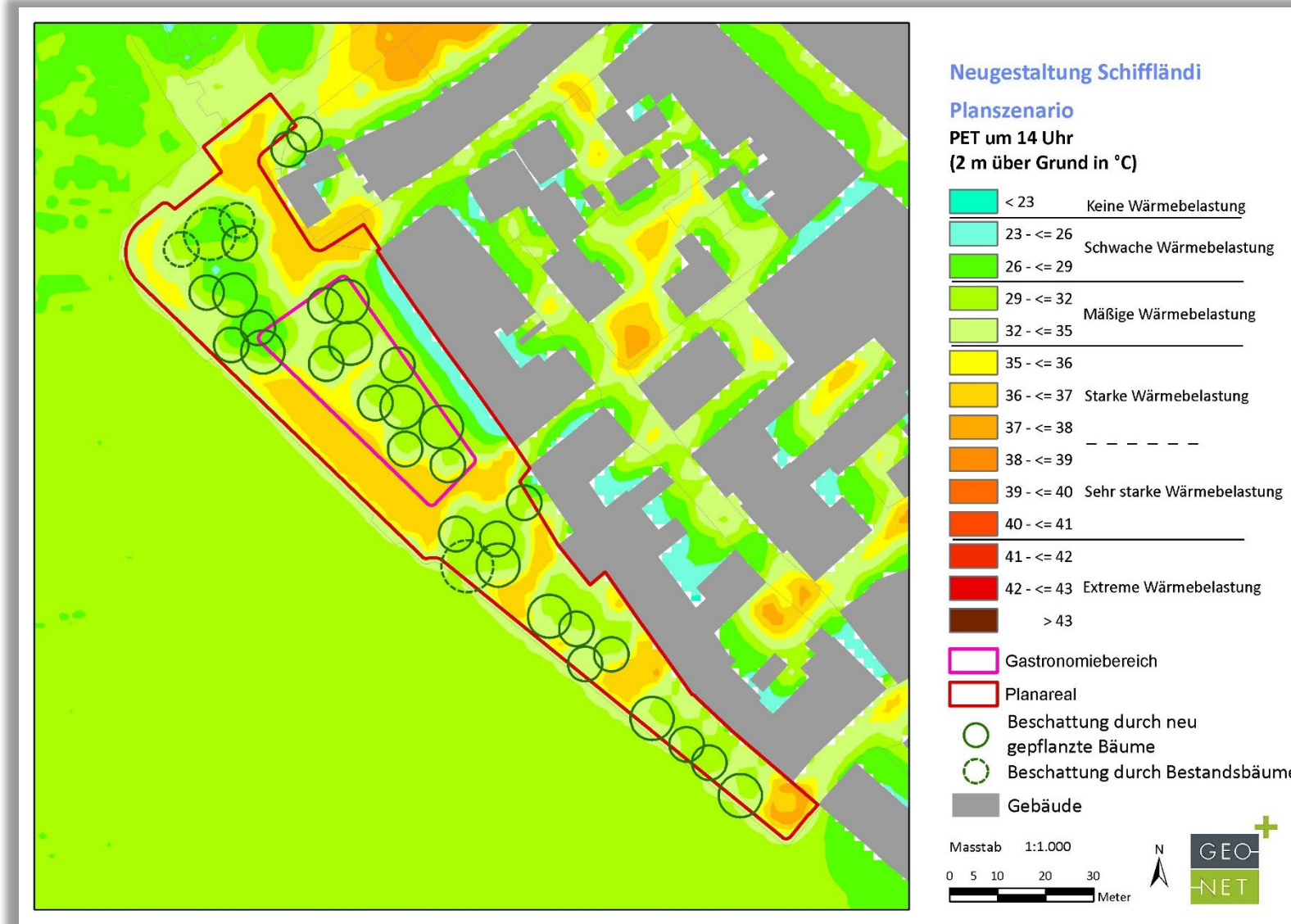


Abb. 3.2: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) im Planszenario (14:00 Uhr, 1,1 m über Grund in °C)

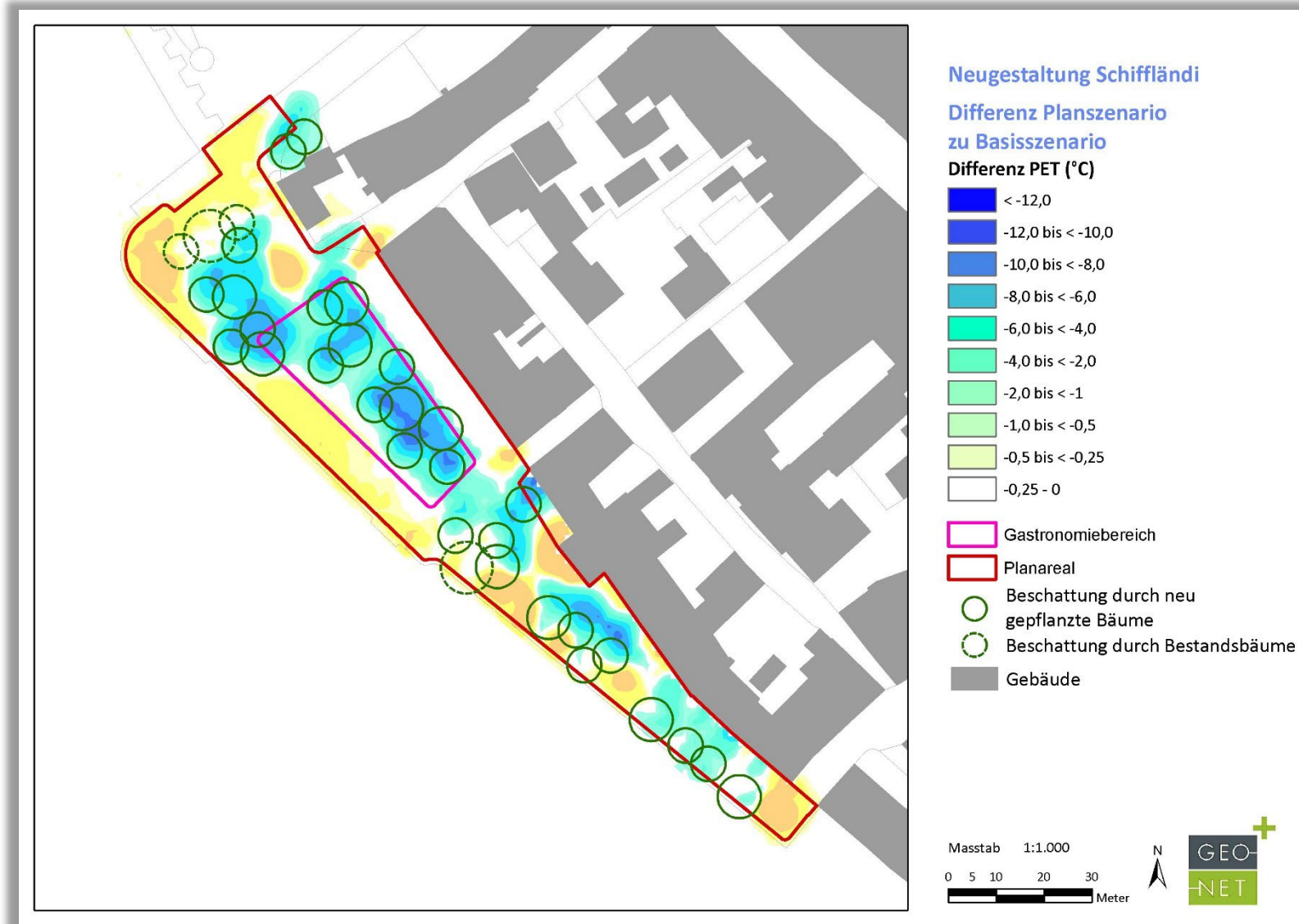


Abb. 3.3: Differenz der PET zwischen Basis Plan- und Basisszenario



Dies liegt in der stärkeren Reflexion des Sonnenlichts begründet, was zu einem höheren Strahlungsinput für den Menschen mit einhergehendem Anstieg der empfundenen Temperatur führt. Gleichzeitig erwärmen sich diese Oberflächenweniger stark, was zu einem Rückgang der nächtlichen Lufttemperatur führt (vgl. Kap. 3.4).

3.2 Tagsituation: Lufttemperatur um 14 Uhr

Die räumliche Verteilung der Lufttemperatur geht zwar im Wesentlichen mit der PET einher, ist aber weniger stark von der solaren Einstrahlung bzw. Schatten beeinflusst wird als die PET. Im Basisszenario treten vergleichsweise niedrige Werte von weniger als 25 °C vor allem über der Wasseroberfläche des Rheins auf (Blau; Abb. 3.4). Über den intensiv besonnten Arealen ist, abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und der jeweiligen Oberflächenart, ein Temperaturspektrum von 29 °C bis 31 °C anzutreffen (Orange/Rot). Analog zur PET treten höhere Lufttemperaturen bis 34,6 °C über den stark besonnten Flächenanteilen der Schiffländi auf (Rot). Ähnliche Werte sind auch in der angrenzenden Altstadt anzutreffen.

Die Situation im Planszenario zeigt Abb. 3.5, wobei analog zur PET durch die vorgesehenen Massnahmen die überwärmte Zone im zentralen Bereich der Schiffländi aufgelöst wird. Die Lufttemperatur nimmt nahezu flächendeckend ab. Nur über den weiterhin direkt besonnten Flächenanteilen kann sich die Luft bodennah auf mehr als 32 °C erwärmen.

Die Differenzendarstellung in Abb. 3.6 zeigt die absolute Veränderung der bodennahen Lufttemperatur. So erstreckt sich eine Zone mit signifikanter Abnahme bis -3,3 K quer über die Schiffländi (Blau). Dies ist vor allem auf die verschattende Wirkung der neu gepflanzten Bäume zurückzuführen. Zum Rhein hin ist die Abnahme mit -0,25 K bis -1 K geringer ausgeprägt, was im Zusammenhang mit der zunehmenden Entfernung vom Schattenwurf der Bäume steht.

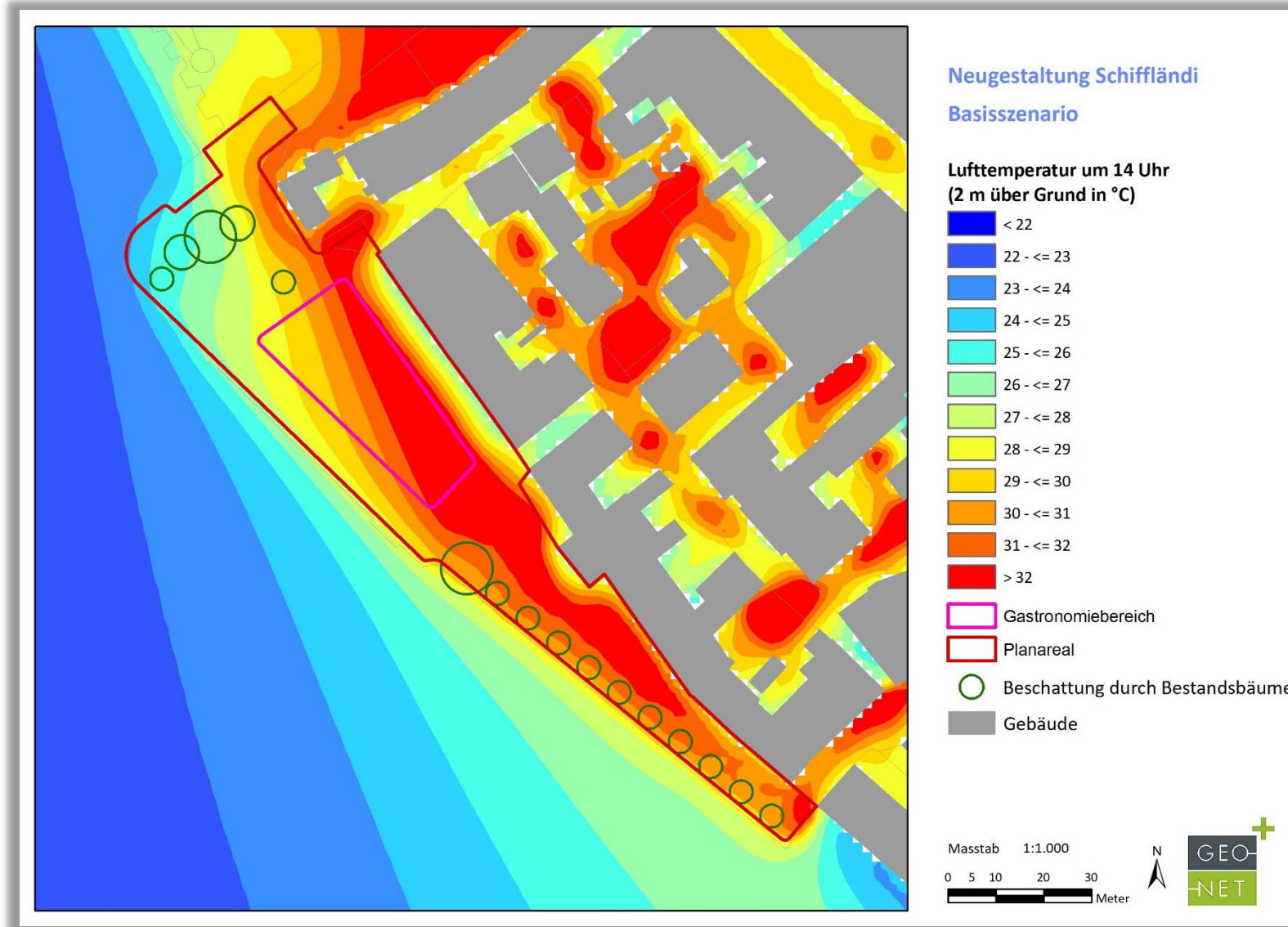


Abb. 3.4: Lufttemperatur im Basisszenario (14:00 Uhr, 2 m über Grund)

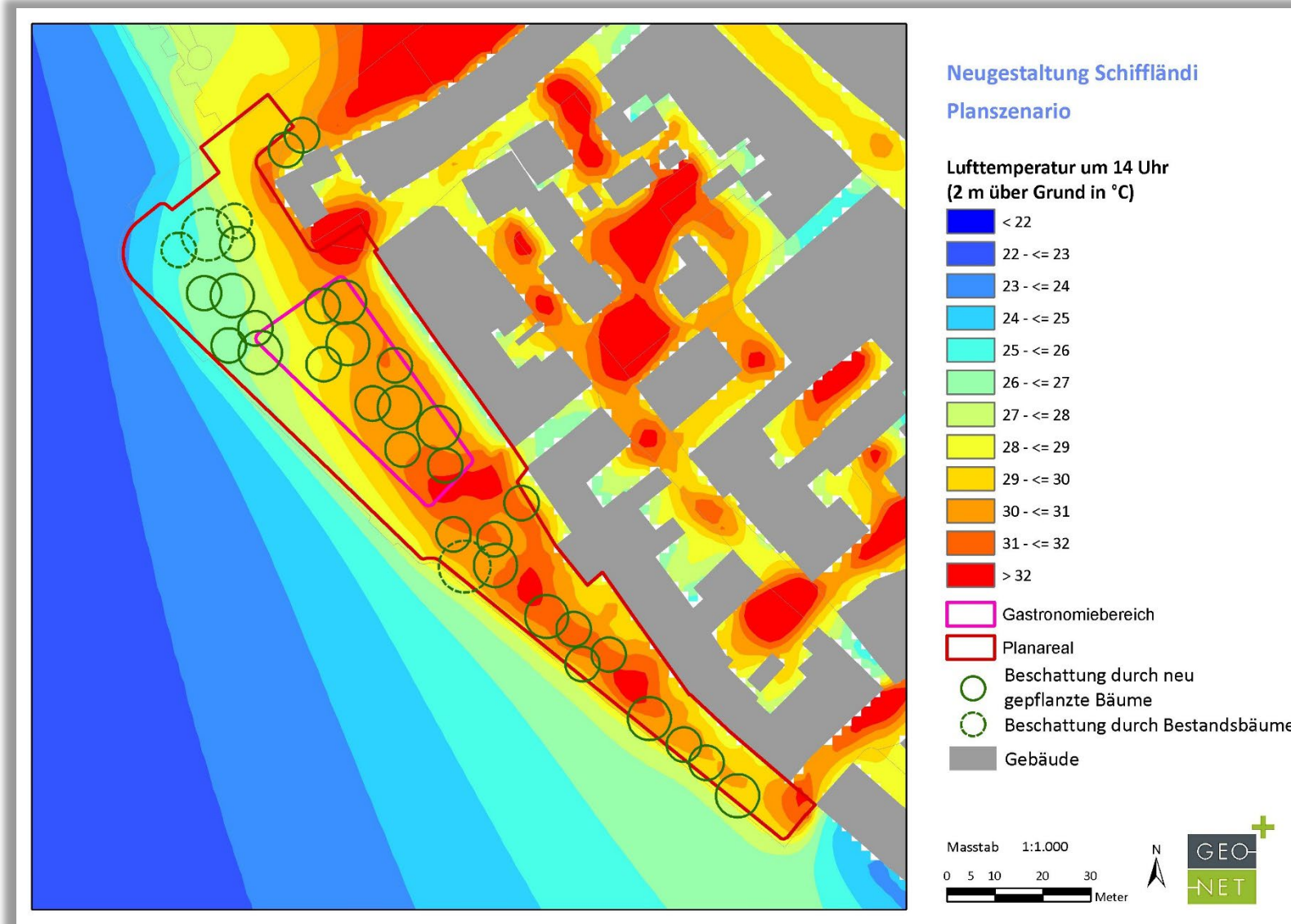


Abb. 3.5: Lufttemperatur im Planszenario (14:00 Uhr, 2 m über Grund)

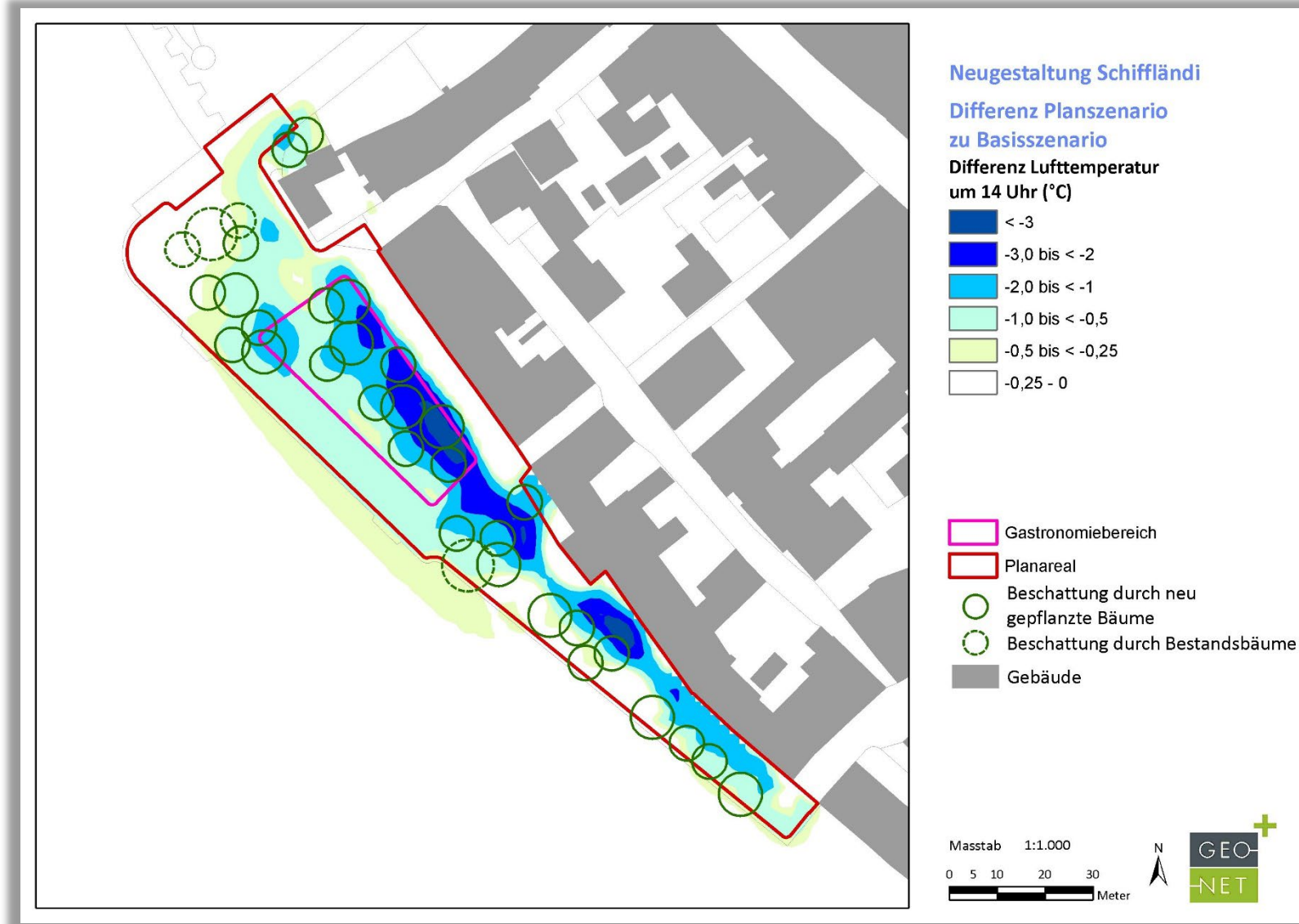


Abb. 3.6 Differenz der Lufttemperatur zwischen Plan- und Basisszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund)



3.3 Nachtsituation: Lufttemperatur um 04 Uhr

Der Tagesgang der Lufttemperatur ist direkt an die Strahlungsbilanz eines Standortes gekoppelt und zeigt daher in der Regel einen ausgeprägten Abfall während der Abend- und Nachtstunden. Die Lufttemperatur erreicht kurz nach Sonnenaufgang des nächsten Tages ein Minimum. Das Ausmaß der Abkühlung kann dabei – je nach den meteorologischen Verhältnissen, der Lage des Standorts und den landnutzungsabhängigen physikalischen Boden- und Oberflächeneigenschaften – große Unterschiede aufweisen, so dass sich bereits auf kleinem Raum ein differenziertes Temperaturfeld mit mehr als 8 °C Temperaturabweichung einstellen kann. Besonders auffällig dabei ist das thermische Sonderklima der Siedlungsräume. Die in Städten gegenüber dem Umland modifizierten klimatischen Verhältnisse lassen sich auf einige wesentliche Faktoren zurückführen. Hierzu gehören:

- die erhöhte Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit der Boden- und Oberflächeneigenschaften
- die durch die Geometrie der städtischen Baukörper vergrößerte strahlungsabsorbierende Oberfläche
- die herabgesetzte Verdunstung durch die direkte Einleitung des Niederschlagswassers in die Kanalisation oder die Vorflut
- die über die vermehrte Emission von Gasen und Aerosolen zugunsten eines langwelligen Strahlungsgewinns veränderte Strahlungsbilanz (lokaler Treibhauseffekt)
- die Wirkung der Stadt als Strömungshindernis mit hoher aerodynamischer Rauigkeit und die damit verbundene Behinderung der Durchlüftung und des Luftaustausches mit dem Umland
- die erhöhte anthropogen bedingte Wärmeproduktion

Damit ist das Ausmaß der Temperaturabweichung im Siedlungsbereich vor allem abhängig von deren Grösse und der Dichte der Überbauung. Doch auch die Luftvolumina über grüneprägten Flächen weisen untereinander keinen einheitlichen Wärmezustand auf. Die Abkühlungsrate von natürlichen Oberflächen wird insbesondere von ihren thermischen Bodeneigenschaften (u.a. ihrer Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität) sowie von eventuell vorhandenen Oberflächenbedeckungen (Bewuchs, Laubstreu usw.) bestimmt.

Das sich um 4:00 Uhr in der Nacht einstellende Temperaturfeld im Untersuchungsraum umfasst zwischen Minimalwerten von ca. 17,0 °C und Maximalwerten von 22 °C eine Spannweite von etwa 5 °C. Die mittlere Temperatur des gesamten Untersuchungsgebietes liegt unter den angenommenen meteorologischen Rahmenbedingungen bei etwa 17,6 °C. Die Temperaturverteilung ist räumlich differenziert, da Areale mit Bebauung, Verkehrsanlagen sowie Grünflächen unterschiedliche Boden- und Oberflächeneigenschaften aufweisen.

Abbildung 3.7 zeigt das simulierte Temperaturfeld in 2 m über Grund zum Zeitpunkt 4:00 Uhr für das Basisszenario. Die höchsten Temperaturen von bis zu 22 °C treten innerhalb der Altstadt auf (Dunkelrot). Dies geht mit dem überdurchschnittlichen Bauvolumen und der vergleichsweise hohen Oberflächenversiegelung einher, da hier die nächtliche Abkühlung durch die Wärme speichernden Materialien wie Asphalt und Stein deutlich reduziert wird. Ähnliche Werte treten aber auch im Nahbereich der Gebäude am Schiffländi auf.

Ein mit 17,0 °C bis 18,0 °C niedrigeres Temperaturniveau liegt dagegen über dem Wasserkörper des Rheins sowie den angrenzenden Arealen wie der Schiffländi vor (Hellgrün). Lokale Kaltluft aus dem Umland trägt



darüber hinaus zu einer weiteren Abkühlung bei. Somit liegt in der Altstadt eine deutliche Überwärmung der Siedlungsfläche vor, wobei im Temperaturfeld ein grüngerprägter Innenhof westlich Metzgass mit Werten von weniger als 18 °C hervortritt.

Im Planszenario (Abb. 3.8) liegt über der Schiffländi ein reduziertes Temperaturniveau vor, was auf die Massnahmen zur Hitzeminderung zurückzuführen ist. Durch Verschattung mit zusätzlichen Bäumen und helleren Oberflächenbelägen wird am Tage weniger Wärme aufgenommen bzw. in den Nachtstunden an die darüber lagernde Luft abgegeben. Die Differenz der Temperaturwerte zwischen Plan- und Basisszenario zeigt Abb. 3.9, wobei sich eine ähnliche räumliche Ausprägung wie bei der Lufttemperatur am Tage erkennen lässt. Die höchste Abnahme von -2,1 K tritt in Höhe der Metzgass auf.

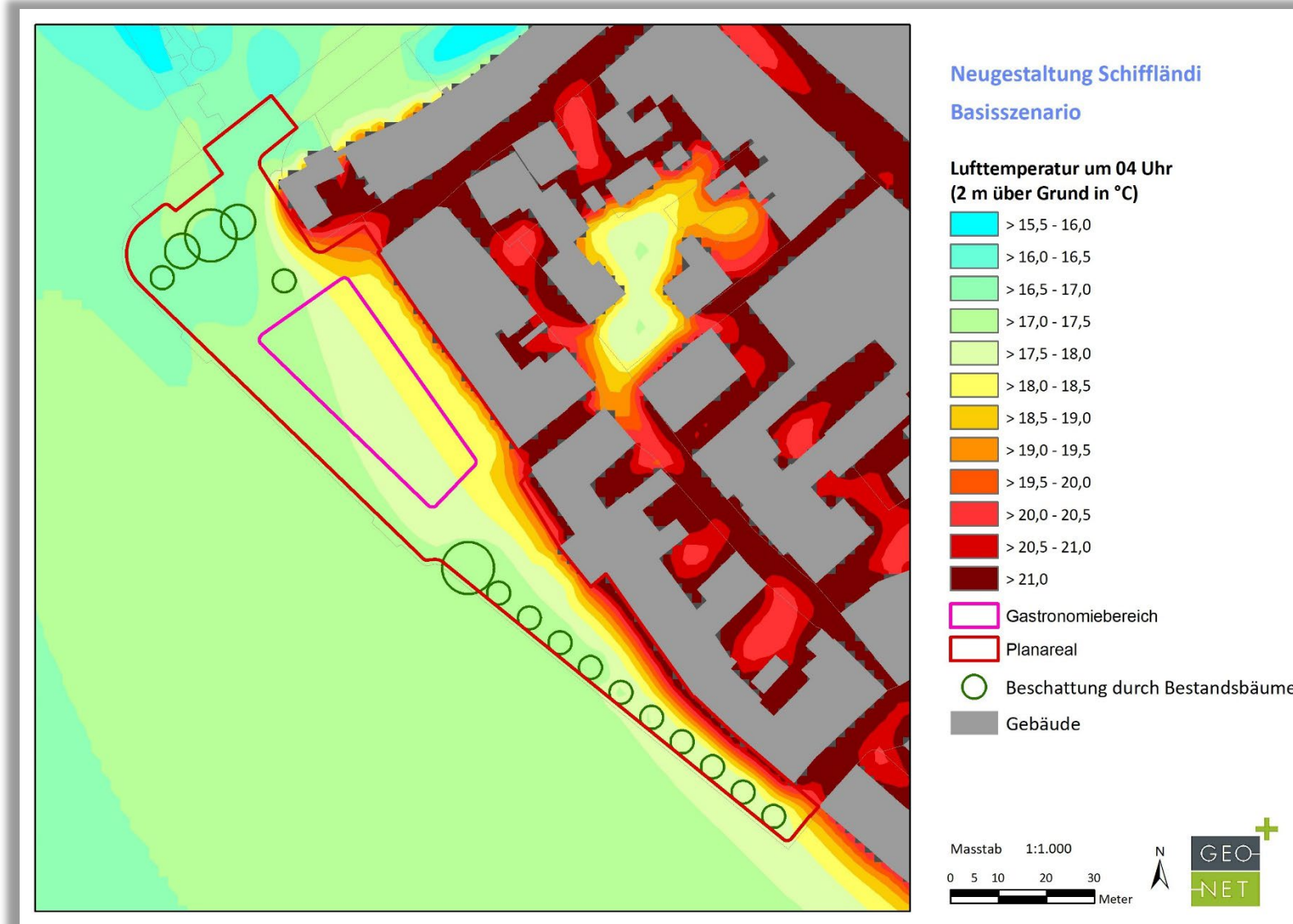


Abb. 3.7: Lufttemperatur im Basisszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund in °C)



Abb. 3.8: Lufttemperatur im Planszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund in °C)

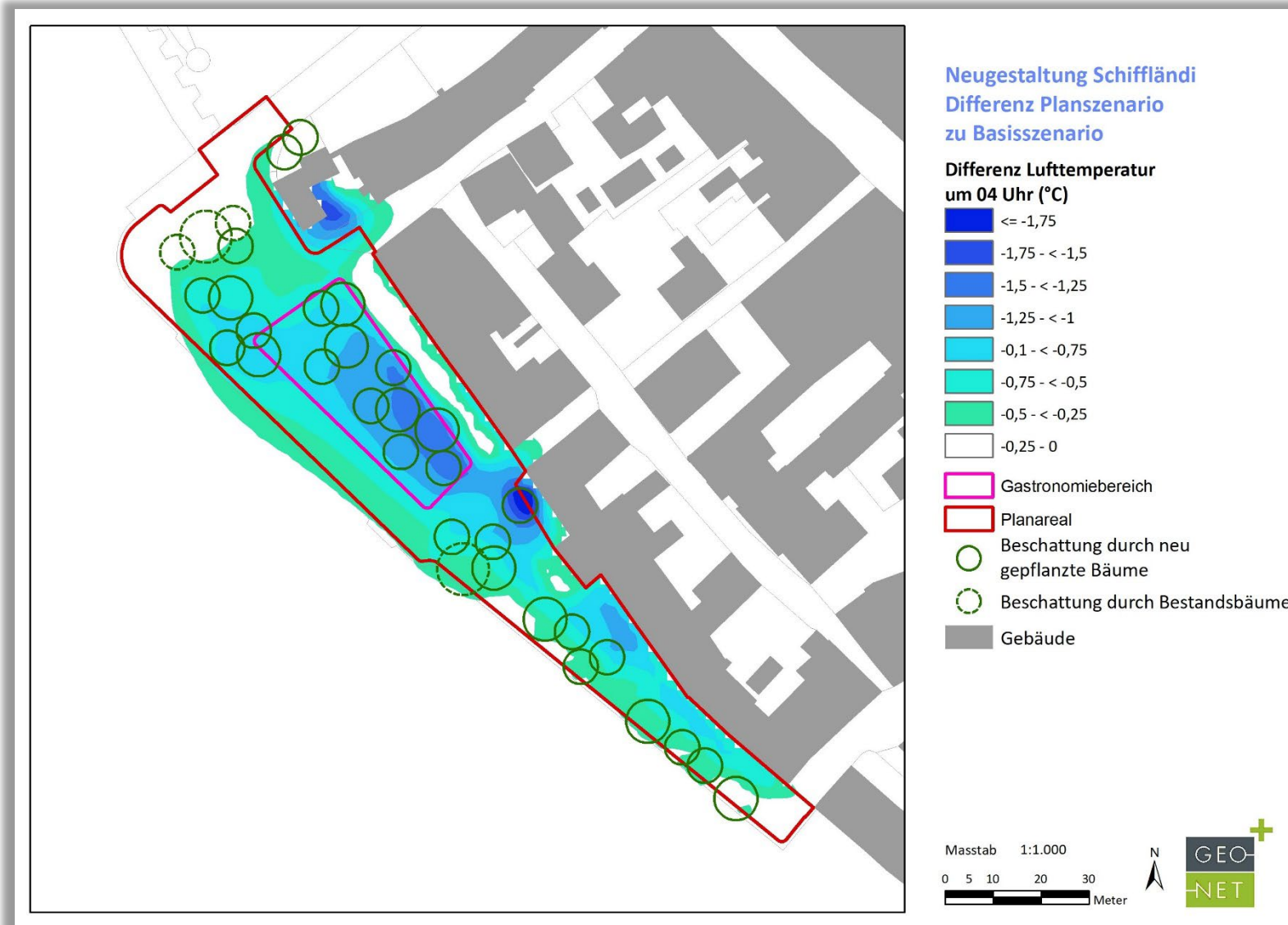


Abb. 3.9: Differenz der Lufttemperatur zwischen Plan- und Basisszenario (4:00 Uhr, 2 m über Grund in °C)



4 Fazit

Die modellgestützte Analyse der für die Schiffländi vorgesehenen Massnahmen zur Hitzeminderung macht die Auswirkungen auf die thermische Situation am Tage und in der Nacht deutlich. So führt die Realisierung zu einer Abnahme der Wärmebelastung sowohl am Tage als auch in der Nacht. Dies wird bei Gegenüberstellung der Flächenmittelwerte für PET und Lufttemperatur um 14 Uhr sowie der Lufttemperatur um 04 Uhr sichtbar (Tab. 4.1). Die mittlere PET im Planszenario ist mit 32,4 °C um 1,8 K niedriger als im Basisszenario. Bei der Lufttemperaturen am Tage und in der Nacht sind die Abnahmen mit -0,7 K bzw. -0,6 K ähnlich ausgeprägt.

Parameter	Basisszenario	Planszenario	Differenz
PET 14 Uhr	34,1 °C	32,3 °C	-1,8 K
Lufttemperatur 14 Uhr	30,2 °C	29,5 °C	-0,7 K
Lufttemperatur 04 Uhr	17,8 °C	17,2 °C	-0,6 K

Tab. 4.1: Flächenmittelwerte der betrachteten Parameter für das gesamte Areal Schiffländi

Die Fokussierung auf den zukünftigen Gastronomiebereich zeigt die Effekte noch deutlicher. Es zeigt sich, dass die Umgestaltung hier zu einer bedeutsamen Verbesserung der Aufenthaltsqualität führt. So führt der Baumhain in Verbund mit dem Brunnen sowie den Sonnenschirmen zu einem Rückgang der gefühlten Temperatur um mehr als 5 °C (Tab. 4.2). Die Lufttemperatur wird um 1,8 °C reduziert.

Parameter	Basisszenario	Planszenario	Differenz
PET 14 Uhr	36,7 °C	31,4 °C	-5,3 K
Lufttemperatur 14 Uhr	31,9 °C	30,1 °C	-1,8 K
Lufttemperatur 04 Uhr	17,8 °C	16,7 °C	-1,1 K

Tab. 4.2: Flächenmittelwerte der betrachteten Parameter für den Gastronomiebereich

Zur Verdeutlichung der Ausprägung der PET als massgeblichen Parameter für die Einschätzung der Wärmebelastung am Tage lassen sich die in Kap. 3.1 beschriebenen Belastungskategorien in Form von Balkendiagrammen darstellen. Abgebildet wird der prozentuale Anteil der Klasse an der Bilanzfläche, welche in Summe 100 % ergibt. Die Flächenbilanz für das Basis- und Planszenario zeigt Abb. 4.1 für den Gastronomiebereich. So sind gegenwärtig ca. 96 % der Fläche einer starken bzw. sehr starken Wärmebelastung zuzuordnen, was auf die intensive Sonneneinstrahlung zurückzuführen ist. Auf lediglich 3,6 % der Fläche liegt eine mässige Belastung vor.

Im Planszenario steigt der Flächenanteil mit hoher Aufenthaltsqualität auf ca. 76 % an, was vor allem auf die Verschattung zurückzuführen ist. Die Massnahmen zeigen somit eine hohe Wirksamkeit und verbessern die bioklimatische Situation signifikant.



Mikroskalige Klimasimulation für die Neugestaltung des „Schiffländi“ in Stein am Rhein

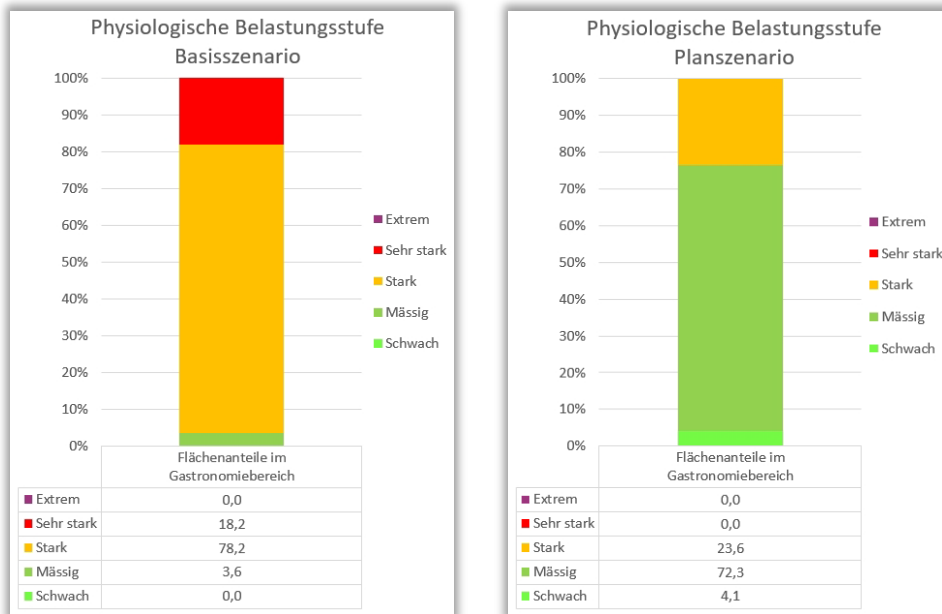


Abb. 4.1: Flächenbilanz der PET für Basisszenario (links) und Planszenario (rechts) für den Gastronomiebereich

Betrachtet man die Situation über den unbebauten Aussenraum über der gesamten Schiffländi, zeichnen sich aufgrund der intensiven solaren Einstrahlung vor allem die versiegelten Areale im zentralen Bereich der Schiffländi mit hohen Werten von bis zu 39 °C ab (sehr starke Belastung). Dies spiegelt sich in einem Flächenanteil von 4,6 % im Basisszenario wider (Rot). Im Planszenario tritt diese Belastungskategorie nicht mehr auf. Der Bereich mit starker Belastung (Orange) geht von 37,5 % im Basisszenario auf 34,1 % im Planszenario zurück.

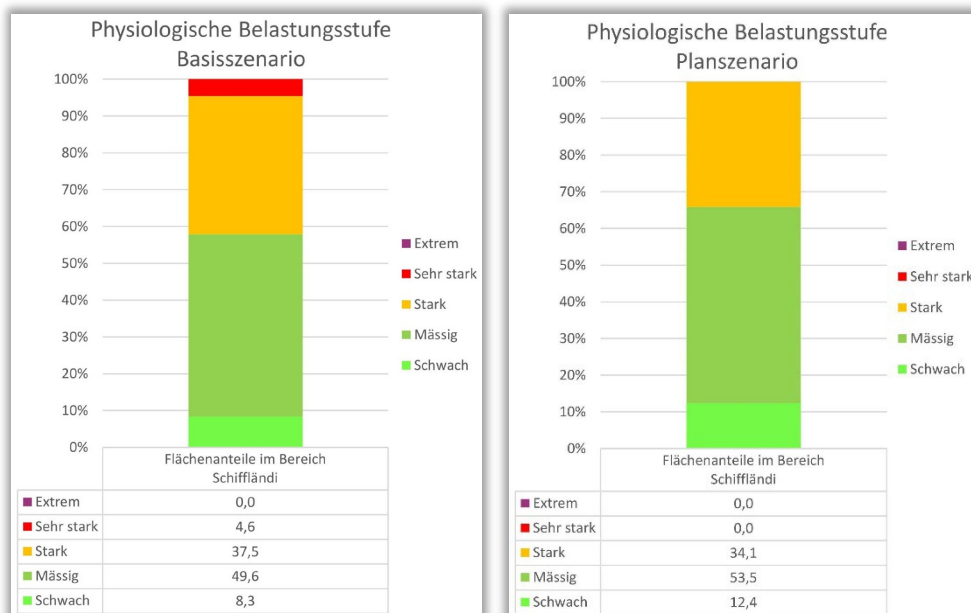


Abb. 4.1: Flächenbilanz der PET für Basisszenario (links) und Planszenario (rechts) für das Gesamtareal Schiffländi

Der Flächenanteil mit einer mässigen bzw. schwachen Wärmebelastung steigt um 8 Prozentpunkte von 57,9 % auf 65,9 % an. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die vorgesehenen Massnahmen zur Hitzeminderung einen substantziellen Beitrag zur Steigerung der Aufenthaltsqualität auf der Schiffländi vor allem im Bereich der Gastronomiefläche leisten werden.



Insbesondere die Baumgruppen schaffen zusammenhängende Aufenthaltsbereiche mit moderater Wärmebelastung und führen zu einer sinnvollen Neugliederung und Gestaltung der Aufenthaltsräume.

GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Hannover, den 15. Januar 2024

Dipl.-Geogr. Dirk Funk



5 Literatur

GROSS, G. (2010): NUMERICAL SIMULATION OF THE DIURNAL VARIATION OF WAKES BEHIND WIND TURBINES.
METEOROLOGISCHE ZEITSCHRIFT, VOL.19.

GROSS, G. (2011): VALIDIERUNG VON ASMUS. WERKSTATTBERICHT. INSTITUT FÜR METEOROLOGIE UND KLIMATOLOGIE,
LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER

GROSS, G. (2014): ON THE ESTIMATION OF WIND COMFORT IN A BUILDING ENVIRONMENT BY MICROSCALE SIMULATION,
METEOROL. ZEITSCHRIFT, VOL. 23.

KUTTLER, W. (2013): KLIMATOLOGIE. KAPITEL: LOKALE MAßNAHMEN GEGEN DEN GLOBALEN KLIMAWANDEL. PADERBORN:
SCHÖNINGH (2. AUFLAGE).

UBA 2016: HEIZEN, RAUMTEMPERATUR, UMWELTBUNDESAMT, DESSAU-ROßLAU,
WWW.UMWELTBUNDESAMT.DE/THEMEN/WIRTSCHAFT-KONSUM/UMWELTBEWUSSTLEBEN/HEIZEN-RAUMTEMPERATUR (13.10.2020).

VDI 2008: VDI-RICHTLINIE 3787 BLATT 2. UMWELTMETEOROLOGIE. METHODEN ZUR HUMAN-BIOMETEOROLOGISCHEN
BEWERTUNG VON KLIMA UND LUFTHYGIENE FÜR DIE STADT- UND REGIONALPLANUNG. TEIL I: KLIMA, VEREIN
DEUTSCHER INGENIEURE, DÜSSELDORF.

VDI 2004: RICHTLINIE VDI 3787 BLATT 9 UMWELTMETEOROLOGIE – BERÜCKSICHTIGUNG VON KLIMA UND LUFTHYGIENE IN
RÄUMLICHEN PLANUNGEN. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, DÜSSELDORF.