

Auftraggeber: **Universitätsstadt Tübingen**
Fachbereich Planen Entwickeln Liegenschaften
Brunnenstraße 3
72074 Tübingen

Fachgutachterliche Stellungnahme
zur Planung des zentralen Lehr- und Lernzentrums
des Universitätsklinikums Tübingen Berg
– Analyse der Kaltluftverhältnisse –

Projekt-Nr.: **22-09-15-FR**

Umfang: **13 Seiten**

Datum: **28. Februar 2023**

Bearbeiter: **Dr. Tobias Gronemeier, M.Sc. Meteorologie**
Dr. Rainer Röckle, Diplom-Meteorologie

iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG

Eisenbahnstraße 43

79098 Freiburg

Tel.: 0761/ 380 915 21

Fax: 0761/ 202 1671

E-Mail: gronemeier@ima-umwelt.de

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Universitätsstadt Tübingen und der Landesvertrieb Vermögen und Bau Baden-Württemberg planen die Entwicklung des Universitätsklinikums Tübingen (UKT) Berg. Die Planung beinhaltet den Bau eines zentralen Lehr- und Lernzentrums (LLZ) im südlichen Bereich des UKT.

Im Planungsprozess ist festzustellen, ob das geplante LLZ einen relevanten Einfluss auf das vorherrschende Lokalklima ausüben wird. Insbesondere ist der Einfluss auf die Kaltluftabflüsse und die Belüftung der angrenzenden Siedlungsbereiche zu prüfen.

Um die Auswirkungen der Bebauung zu bewerten, wird zunächst die lokalklimatische Bestandssituation dargestellt. Die Effekte der geänderten Nutzung werden anschließend abgeschätzt und dargestellt.

2 Standort und örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet „LLZ“ liegt am südlichen Rand der Universitätsklinik auf dem Schnarrenberg, nordwestlich von der Innenstadt (Abbildung 2-1). Südlich des Plangebiets schließen Wiesen und Gärten und in etwa 150 m Entfernung Wohnbebauung an (Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2).

Das großräumige Geländere relief ist in Abbildung 2-3 dargestellt. Das Plangebiet liegt am südlichen Rand der Kuppe des Schnarrenbergs auf etwa 430 m ü. NHN. Nach Süden fällt das Gelände auf 330 m ab. Die südliche Wohnbebauung reicht am Otto-Erbe-Weg bis auf 380 m bzw. an der Straße „Ob der Grafenhalde“ auf 400 m Höhe.

Derzeit stehen auf dem Plangelände mehrere Gebäude mit einer Höhe von 4 m bis 13 m. Durch das Plangebiet verläuft die Ottfried-Müller-Straße, an die mehrere Kfz-Stellflächen grenzen. Die übrige Fläche besteht hauptsächlich aus Wiesen mit teilweise hohem Baumbestand.

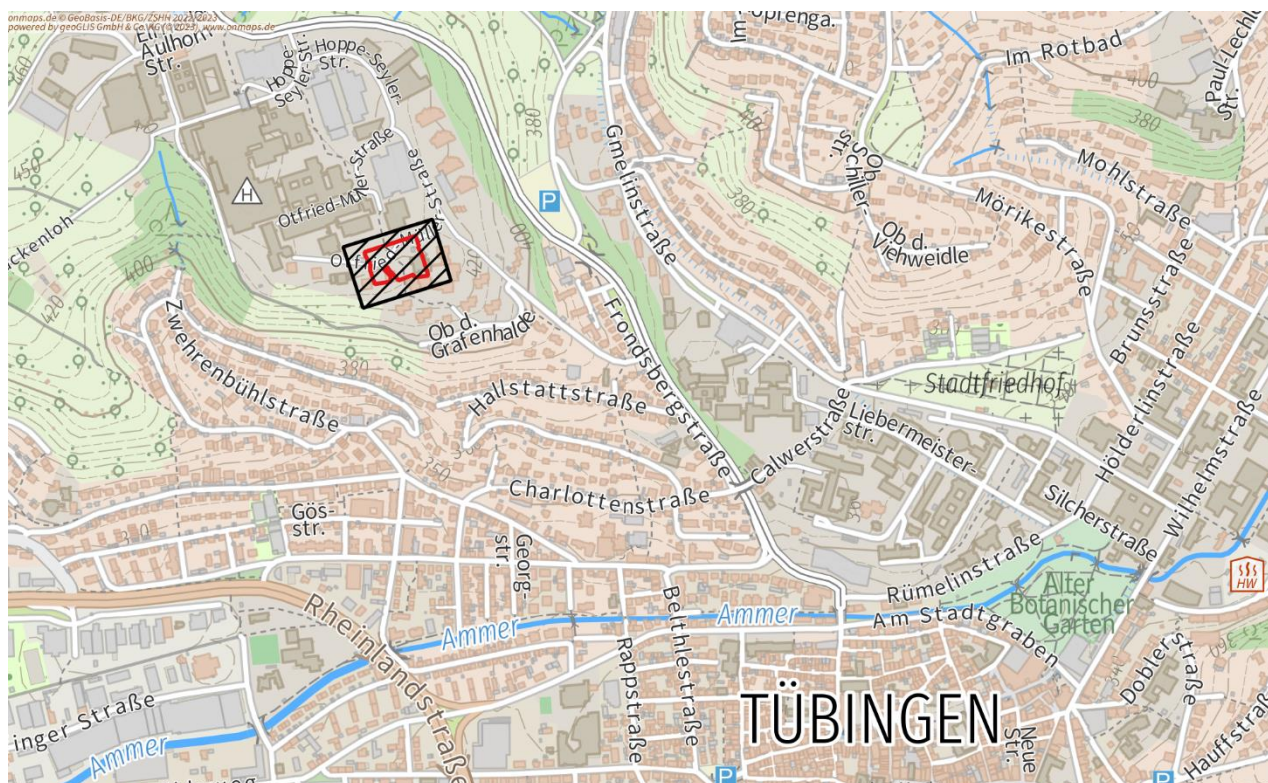


Abbildung 2-1: Ausschnitt aus der topografischen Karte mit Lage des Plangebiets (schwarz schraffierte Fläche) und geplantem Baukörper (rot umrandete Fläche; Karte: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022/2023).



Abbildung 2-2: Luftbild von Tübingen mit Lage des Plangebiets (schwarz schraffierte Fläche) und geplantem Baukörper (rot umrandete Fläche; DOP20 Luftbilder: © GeoBasis-DE/BKG 2023 (p) Hexagon).

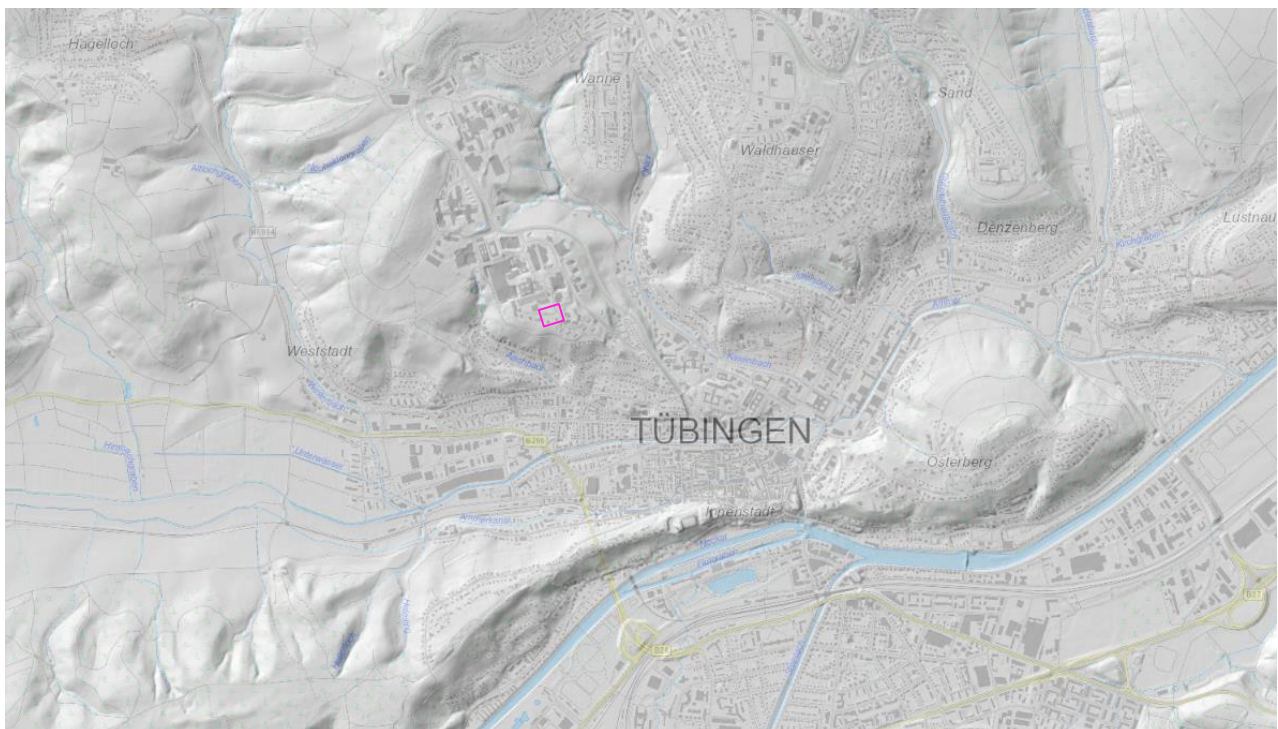


Abbildung 2-3: Geschummertes Relief mit Lage des Plangebiets (Quelle: Daten- und Kartendienst LUBW).

3 Planung

In Abbildung 3-1 ist der Planentwurf dargestellt. Das LLZ soll auf dem derzeitigen Verlauf der Ottfried-Müller-Straße errichtet werden. Dafür wird der Straßenverlauf geändert und einige Bestandsbauten werden entfernt. Für den Neubau werden einige Wiesenflächen versiegelt, an anderer Stelle durch Abriss von Bestandsbauten neue Wiesen- bzw. Vegetationsflächen geschaffen. Die



Abbildung 3-2: Masterplan zur Neugestaltung des Universitätsklinikums mit LLZ im Süden (Quelle: realgrün Landschaftsarchitekten; R+T Verkehrsplanung/Durth Roos Consulting; Heinle, Wischer und Partner Freie Architekten, Stand: 08.10.2021).

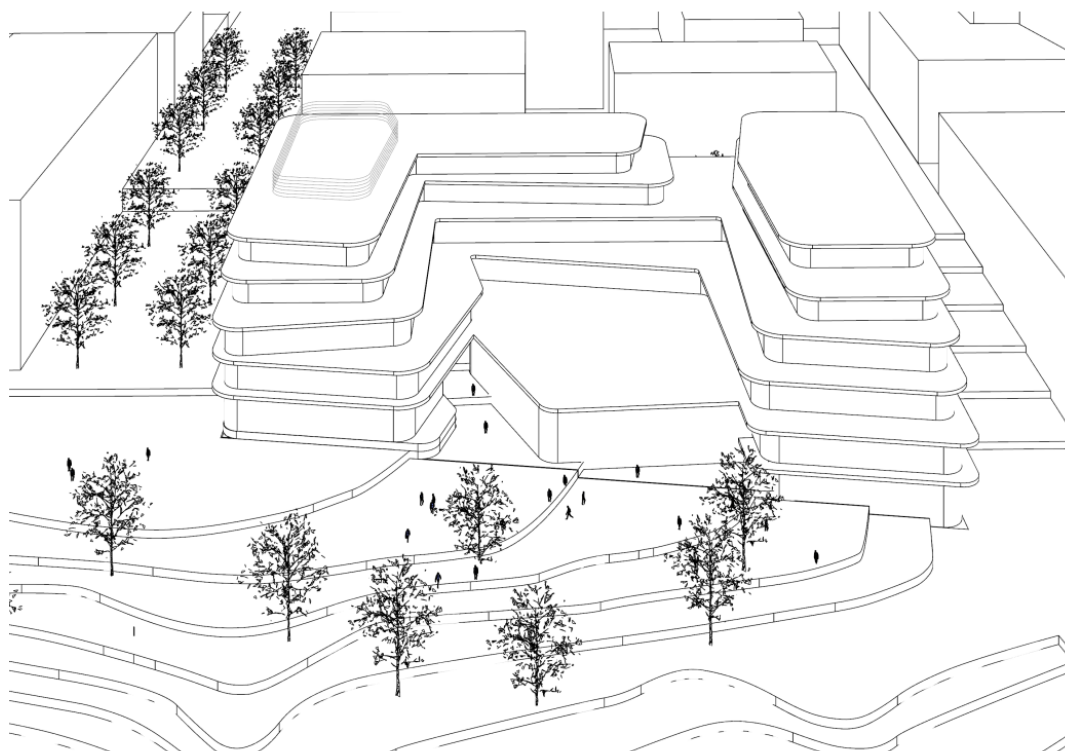


Abbildung 3-3: Schrägansicht des geplanten LLZ aus Süden (Quelle: HASCHER JEHLLE Architektur, Stand: 08.10.2021).

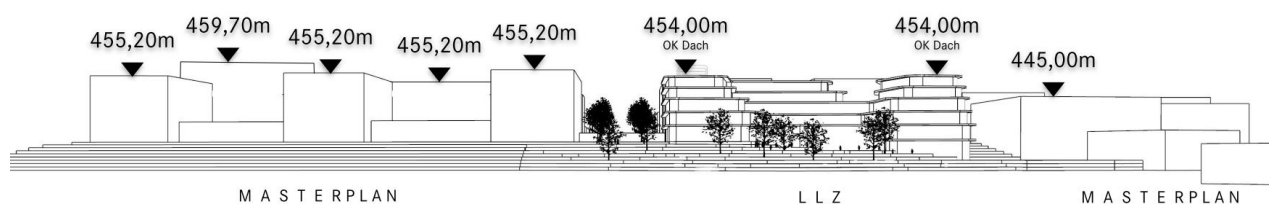


Abbildung 3-4: Einbettung des geplanten LLZ inklusive Dachhöhen über Normalnull in die bestehende Bebauung mit Blick aus Süden für zwei mögliche Varianten (Quelle: HASCHER JEHLLE Architektur, Stand: 08.10.2021).

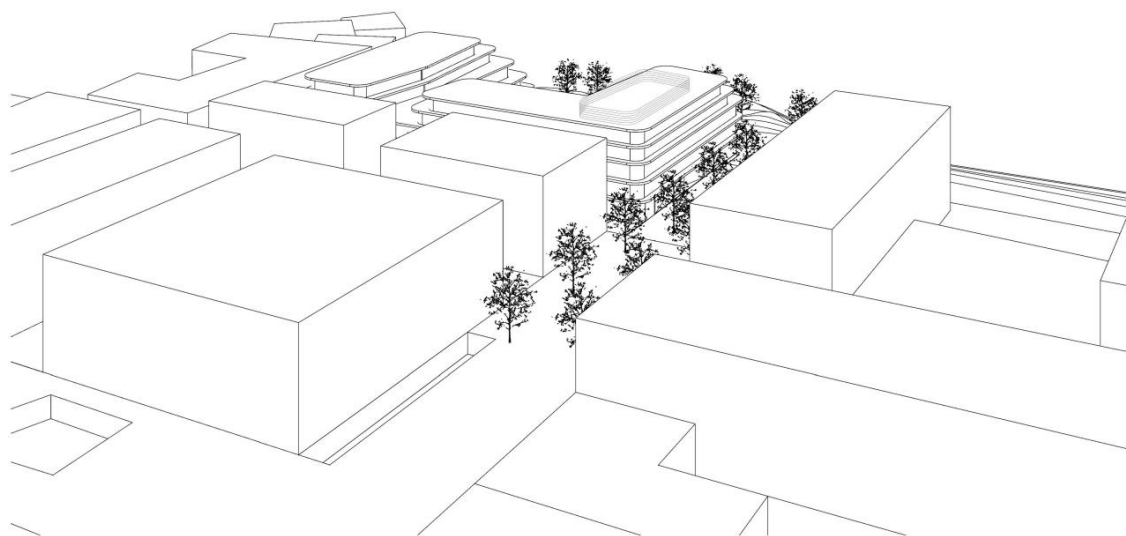


Abbildung 3-5: Schrägansicht auf das LLZ von Nordwesten (Quelle: HASCHER JEHLLE Architektur, Stand: 08.10.2021).

4 Lokale Kaltluftverhältnisse

4.1 Kaltluftabflüsse

Bei Wetterlagen, bei denen die Witterung durch die großräumige Verteilung der Tiefdruckgebiete geprägt ist, herrschen in der Regel gute Austauschbedingungen vor. Lokal führt im Wesentlichen die Orographie zu Strömungsbeeinflussungen; in Tallagen treten z.B. Kanalisierungen der Strömung auf. Temperaturunterschiede zwischen bebauten und unbebauten Flächen sind vergleichsweise gering.

Hochdruckwetterlagen können dagegen mit geringen übergeordneten Windgeschwindigkeiten und geringer Bewölkung verbunden sein. Bei dieser so genannten autochthonen Wetterlage stellt sich meist ein ausgeprägter Tagesgang der Lufttemperatur ein. Aufgrund des geringen großräumigen Luftaustausches prägen die lokalen topographischen Verhältnisse (sowohl das Geländere relief als auch die Realnutzung) das Geschehen.

In reliefiertem Gelände bilden sich tagesperiodische Windsysteme aus. In den Tagstunden tal- und hangaufwärtsgerichtete, meist böige Winde, in den Nachtstunden dagegen Kaltluftabflüsse. In Ebenen sind insbesondere nachts nur geringe Strömungsgeschwindigkeiten vorhanden. Deshalb zählen Kaltluftabflüsse in gegliedertem Gelände zu den klimatischen Gunstfaktoren einer Region.

4.2 Gesamtstädtische Kaltluftströmungsanalyse

Für die Universitätsstadt Tübingen hat die iMA Richter und Röckle GmbH & Co. KG eine Untersuchung der Kaltluftströmung im Stadtgebiet erstellt (iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG (2019)). In dieser Untersuchung wurden die Strömungsverhältnisse entlang der Täler in Tübingen mit Hilfe des prognostischen Mesoskalenmodells FITNAH bestimmt.

Im Bereich des Plangebiets ergaben sich nach dieser Untersuchung keine relevanten Kaltluftströmungen (siehe Abbildung 4-1).

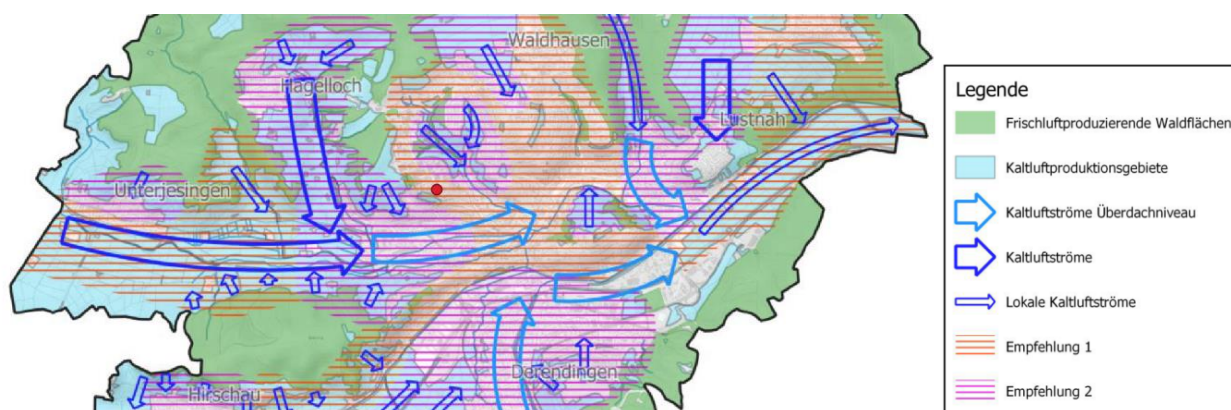


Abbildung 4-1: Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte für die Kaltluftströmungen und deren Belüftungsfunktionen für Tübingen (iMA 2019). Das Plangebiet ist rot markiert.

Das Plangebiet wurde nicht als Kaltluftproduktionsgebiet eingestuft. Durch die Kuppenlage und die Nähe zum Stadtkern wurde allerdings für das Plangebiet die Empfehlung 1 ausgesprochen:

„Bei Überplanung sollten die Auswirkungen der Planung auf das Kaltluftströmungsgeschehen und damit auf die Belüpfungsfunktionen in Form einer fachgutachterlichen Stellungnahme wenigstens auf Basis vorliegender Erkenntnisse abgeschätzt werden.“

Durch die Lage des Plangebiets auf der Kuppe des Schnarrenbergs weist dieses nur ein geringes Gefälle auf. Daher ist auf dem Gelände keine ausgeprägte Kaltluftströmung zu erwarten. Dies ergab sich auch in der gesamtstädtischen Kaltluftströmungsanalyse. Abbildung 4-2 oben zeigt die abendliche Kaltluftströmung in Bodennähe aus der stadtweiten Kaltluftströmungsuntersuchung. Auf den Plangebiet selbst herrscht nur eine geringe Strömung vergleichbar mit der Strömung im übrigen Klinikgelände nordwestlich des Plangebiets. Südlich des Plangebiets fällt das Gelände nach Süden ab und es entsteht bodennah eine schwache Kaltluftströmung oberhalb der südlich an das Plangebiet angrenzenden Wiesenflächen. Die Wiesenflächen bilden durch ihre im Vergleich zur Bebauung geringe Oberflächentemperatur Kaltluft und sind daher auch als Kaltluftproduktionsgebiete gekennzeichnet (Abbildung 4-1).

In der Nacht (Abbildung 4-2 unten) ist die Situation vergleichbar mit der in den Abendstunden. Die lokale Kaltluftströmung am Südhang des Schnarrenbergs beginnt erst südlich der Bebauung des Klinikgeländes im Bereich der Wiesenflächen. Auf dem Plangebiet selbst gibt es keine signifikante Kaltluftströmung.

Die Überdachströmung (Abbildung 4-3) wird durch die Bebauung des Klinikums auf dem Schnarrenberg weder am Abend noch in der Nacht beeinträchtigt.

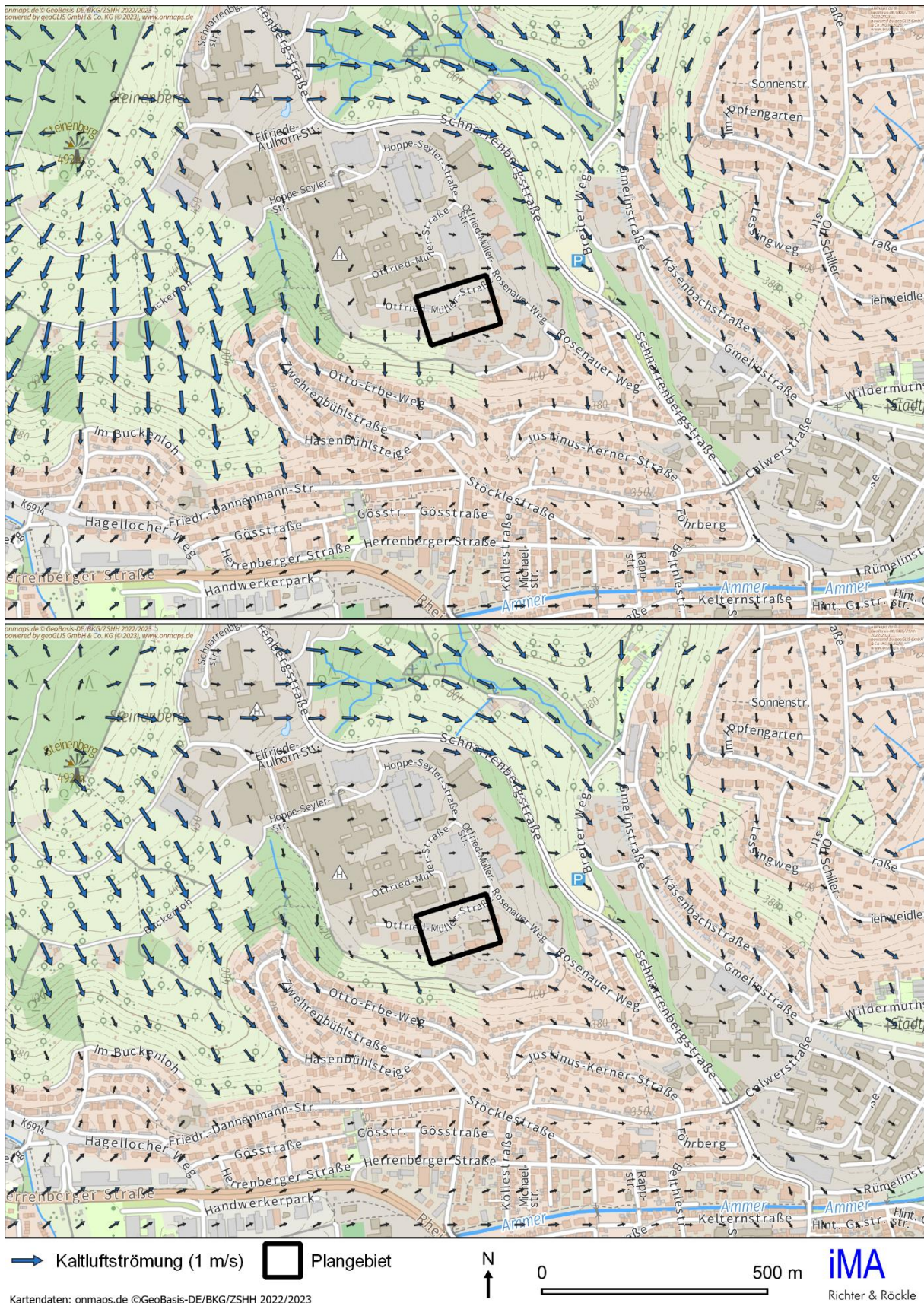


Abbildung 4-2 Bodennahe Kaltluftströmung am Abend (oben) und in der Nacht (unten). Das Plangebiet ist rot markiert.

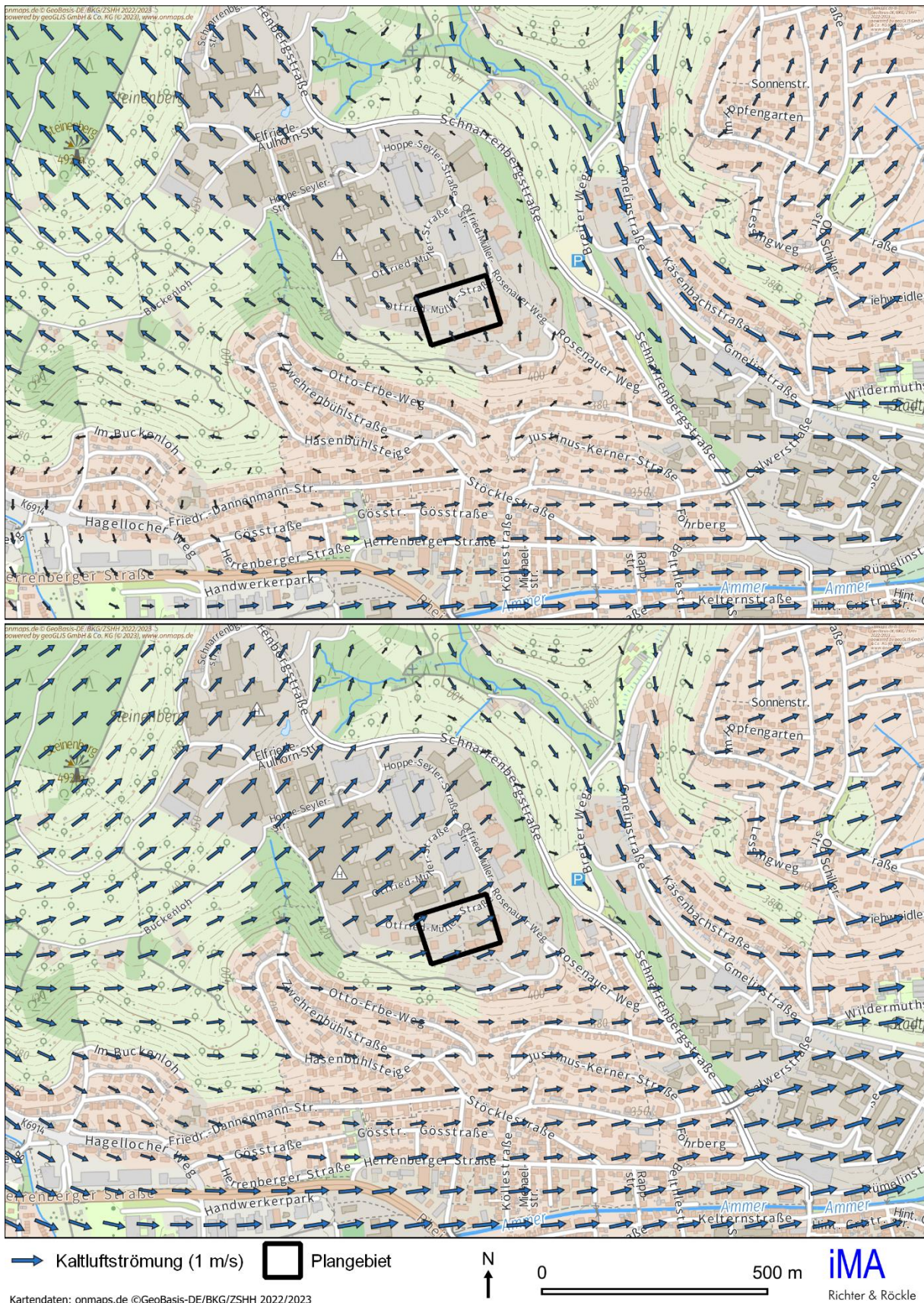


Abbildung 4-3 Kaltluftströmung in 50 m über Grund am Abend (oben) und in der Nacht (unten). Das Plangebiet ist rot markiert.

4.3 Thermische Verhältnisse

Im Lauf des Tages heizen sich insbesondere versiegelte Oberflächen aufgrund der kurzwelligigen Sonneneinstrahlung auf. Nach Sonnenuntergang kühlen die Oberflächen infolge langwelliger Wärmeabstrahlung ab. Erwartungsgemäß treten die höchsten Temperaturen in stark versiegelten Bereichen auf. Besonnte Straßen und Dachflächen weisen in der Regel hohe Oberflächentemperaturen auf. In Vegetationsbestandenen Flächen treten dagegen die niedrigsten Temperaturen auf, da ein Teil der eingestrahnten Sonnenenergie zur Verdunstung benötigt wird und die Schattenwirkung der Vegetation die Aufheizung ebenfalls reduziert.

Die Lufttemperatur im Erlebensraum des Menschen (1,5 m über Grund) ist zwar nicht identisch mit den Oberflächentemperaturen, jedoch führen die Oberflächen zu einer Erwärmung oder Abkühlung der darüber liegenden Luft. Sie vermitteln daher, wenn auch weniger ausgeprägt, die Temperaturverhältnisse. Dies ist ein Grund dafür, dass die Lufttemperatur in den versiegelten Bereichen höher als in der vegetationsreicheren Umgebung ist.

Das Plangebiet weist im Bestand sowohl versiegelte Straßen und Kfz-Stellflächen als auch Grünflächen mit Buschwerk und Baumbeständen auf. Die vorhandene Bebauung heizt sich im Tagesverlauf auf und gibt die gespeicherte Wärme in den Nachtstunden wieder an die Umgebung ab, was zu höheren Lufttemperaturen als über unbebauten Wiesenflächen führt.

Gegenüber der Tallage ist die Halbhöhenlage aufgrund der Geländehöhe und der besseren Durchlüftung weniger thermisch belastet als tiefer gelegenen Siedlungsbereiche.

5 Auswirkungen der Planung

5.1 Durchlüftung und Kaltluftverhältnisse

Baukörper stellen Strömungshindernisse dar. Diese führen auf der windzugewandten und der windabgewandten Seite zu einer Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit, erhöhen aber die Turbulenz. Idealtypisch findet man an isoliert stehenden Gebäuden drei Zonen, in denen die Strömung beeinflusst wird (vgl. Abbildung 5-1). Dies ist der Frontbereich, in dem die Strömung durch das Hindernis abgebremst wird und um und über das Gebäude geführt wird. Auf der windabgewandten Seite schließt der nahe Nachlauf an das Gebäude an. Dort ist bodennah die Strömung gegen die Anströmung gerichtet. Im fernen Nachlauf gleicht sich die Strömung sukzessive an die ungestörte Strömung an.

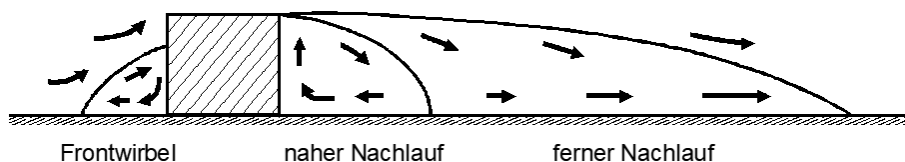


Abbildung 5-1: Ausdehnung der Störzonen und Strömungsrichtung in den Störzonen.

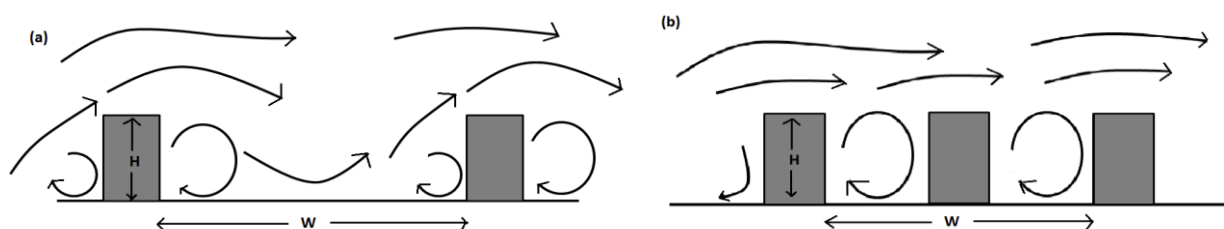


Abbildung 5-2: Abhängigkeit der bodennahen Durchlüftung von Gebäudegeometrien und der Überdachströmung (Oke (1988)).

In bebauten Bereichen wechselwirken die Störzonen und deren Ausprägung kann andere Formen annehmen. In Abbildung 5-2 sind exemplarisch Strömungsverhältnisse abhängig von Hindernisgeometrien (Abstände, Höhen) und dem Überdachwind dargestellt. Man erkennt, dass sich unterschiedliche bodennahe Strömungsverhältnisse einstellen.

Das Plangebiet weist durch die bereits im aktuellen Zustand vorhandene Bebauung und die Kuppelenge keine signifikante Kaltluftströmung auf. Durch die geänderte Bebauung im Planfall wird sich diese Situation nicht merklich ändern.

Die geplante Bebauung gliedert sich in ihrer Höhe in die umliegende Bebauung ein und übersteigt diese nicht. Daher ist kein Einfluss auf die Überdachströmung durch den Neubau zu erwarten. Sollte die geplante Bebauung im Nachgang um ein einzelnes Stockwerk aufgestockt werden, reicht die Gebäudehöhe nur unwesentlich über die Umgebungsrauigkeit hinaus. Es ist in dem Fall von keinem markanten Einfluss der Überdachströmung auszugehen.

Die Versiegelung des Geländes ändert sich nur marginal. Teilweise werden unversiegelte Flächen in der Planung versiegelt, gleichzeitig aber auch bereits versiegelte Flächen wieder entsiegelt. Das Abkühlungsverhalten des Plangebiets wird sich daher kaum verändern.

Die Planung greift die im Masterplan angelegten Luftschneisen aus der angrenzenden Bebauung auf und ermöglicht so ein bodennahes Abfließen von Kaltluft auf dem Klinikgelände. Die vorhandenen Grünflächen am Hang im südlichen Teil des Plangebiets bleiben als Kaltluftentstehungsgebiete erhalten.

5.2 Thermische Verhältnisse

An sonnigen Tagen findet die Strahlungsumsetzung an den Oberflächen statt. Vegetation, insbesondere Bäume, versuchen ihre Oberflächentemperaturen durch Verdunstung niedrig zu halten. Dachflächen, Wände und versiegelte Bereiche heizen sich auf. Gerade alte Baubestände speichern die Wärme im Mauerwerk und geben diese in den Nachtstunden wieder ab, was zu einer reduzierten Abkühlung der Luft führt.

Oberflächen von Neubauten, die gängigen GEG-Standards genügen, heizen sich zwar auch rasch auf, kühlen nachts aber wegen der deutlich geringeren Speicherwirkung rasch ab, so dass die nächtliche Wärmebelastung eher geringer ausfällt als im Siedlungsbestand.

Der Versiegelungsgrad der Freiflächen im Plangebiet wird nicht merklich geändert. In der Summe werden sich die thermischen Verhältnisse im Vergleich zum Bestand nicht signifikant ändern.

Die Planung sieht mehrere Baumstandorte vor. Durch die Verschattung werden so tagsüber Zonen mit geringer thermischer Belastung geschaffen, die an Sommertagen als Erholungsräume genutzt werden können.

6 Planungsempfehlungen

Für die Auswirkungen einer Bebauung auf die lokalen klimatischen Verhältnisse gibt es keine Beurteilungswerte. Forderungen können deshalb nicht ausgesprochen werden. Um unerwünschte lokalklimatische Auswirkungen zu reduzieren, sollten die Planungshinweise beachtet werden.

Durchlüftung:

- Die Planung greift bereits die Luftschneisen des Masterplans auf und hält diese frei. Diese Luftschneisen sollten möglichst von Bebauung freigehalten werden.
- Um das Abfließen von Kaltluft zu ermöglichen sollte auf dichte bodennahe Vegetation verzichtet werden. Baumreihen oder Hecken sollten nach Möglichkeit längs der Windrichtung bzw. der Hangneigung ausgerichtet werden.

Thermische Effekte:

- Um die Wärmespeicherwirkung der Gebäude gering zu halten, sollten die Gebäude nach aktuellem GEG-Standard (GEG (2023), Artikel 18a) errichtet werden. Solche Neubauten haben in der Regel eine geringere Wärmespeicherwirkung als Gebäude im Bestand. Die Gebäudeoberflächen können sich an sonnenreichen Tagen zwar stärker aufheizen, kühlen in den Nachtstunden aber schneller ab und belasten den nächtlichen Luftstrom dadurch weniger.
- Wenig frequentierte Stellplätze sollten z.B. mit Rasenbausteinen angelegt werden. Versiegelte Stellflächen sollten nach Möglichkeit verschattet werden, um deren Aufheizung an sonnigen Tagen zu reduzieren.

7 Zusammenfassung

Die Universitätsstadt Tübingen und der Landesvertrieb Vermögen und Bau Baden-Württemberg planen den Bau eines zentralen Lehr- und Lernzentrums (LLZ) im südlichen Bereich des Universitätsklinikums Tübingen auf dem Schnarrenberg und somit auch am südlichen Rand der Kuppe des Schnarrenbergs. Weiter südlich des Plangebiets fällt das Gelände zum Ammertal hin ab und ist von Wiesen und Gärten geprägt.

An den südlichen Hängen entstehen bei windschwachen und wolkenarmen Wetterlagen in den Abendstunden Kaltluftabflüsse, die die angrenzende Wohnbebauung belüften. Die Wiesenflächen wurden bereits in der stadtweiten Belüftungsanalyse als Kaltluftproduktionsflächen identifiziert. Durch die bereits vorhandene Bebauung im Plangebiet dient das Plangebiet selbst nicht als Kaltluftproduktionsfläche.

Durch die Kuppenlage weist das Plangebiet keine signifikante Kaltluftströmung auf. Die geplante Bebauung wird diese Situation nicht verändern.

Das geplante LLZ ist so ausgerichtet, dass es die Luftschneisen aus dem Masterplan des Universitätsklinikums aufgreift und diese freihält. Die Durchlüftung des Klinikums wird daher nicht beeinträchtigt.

Die geplante Bauhöhe entspricht der Gebäudehöhe der umliegenden Bebauung. Die Überdachströmung wird daher durch die Planung nicht zusätzlich gestört. Sollte das LLZ um ein zusätzliches Stockwerk aufgestockt werden, reicht die gesamte Bauhöhe nicht wesentlich über die

Umgehungsraugigkeit hinaus. Es ist in dem Fall von keinem markanten Einfluss der Überdachströmung auszugehen.

Die Versiegelung im Plangebiet wird nicht wesentlich geändert. Die thermischen Verhältnisse werden somit nicht signifikant beeinflusst.

Die geplanten Baumstandorte schaffen punktuell verschattete Bereiche, die an heißen Sommertagen Bereiche mit reduzierter thermischer Belastung schaffen und so als Erholungsräume dienen.

Trotz der Verschattung und damit positiven Wirkung auf die thermischen Verhältnisse am Tag sollte auf eine intensive Anpflanzung von dichter Vegetation verzichtet werden. Dichte bodennahe Vegetation reduziert die Durchlüftung. Baumreihen sollten nach Möglichkeit längs zur Windrichtung der Kaltluftabflüsse bzw. entlang der Hangneigung ausgerichtet werden.

Die Fassade des LLZ sollte im Passivhaus-Standard ausgeführt werden. Durch die hohe Anforderung an die Dämmung verringert sich die Wärmespeicherung in der Bausubstanz und führt zu einem schnelleren Abkühlen der Fassaden in den Abend- und Nachtstunden.

Bei Realisierung sollten die in Kapitel 6 aufgeführten Planungshinweise beachtet werden.

Freiburg, 28. Februar 2023



Dr. Rainer Röckle
Diplom-Meteorologe



Dr. Tobias Gronemeier
M.Sc. in Meteorologie

Dieser Bericht wurde nach den Anforderungen unseres Qualitätsmanagementsystems nach DIN 17025 erstellt. Er darf nur für das vorliegende Projekt vervielfältigt oder weitergegeben werden.

8 Literatur

GEG (2023): Gesetz zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor vom 20. Juli 2022. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2022 Teil I Nr. 28, ausgegeben am 28. Juli 2022.

iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG (2019): Untersuchung der Kaltluftströmungen im Stadtgebiet von Tübingen mit dem Strömungsmodell FITNAH. 40S.

Oke, T.R. (1988): Street design and urban canopy layer climate. *Energy and Buildings* (11)1–3: 103–113.