

Gemeinde Auenwald

OT Unterbrüden

Bebauungsplan „Stockrain II - 1.Änderung“

Geländeklimatische Untersuchungen

roosplan 
Stadt- und Landschaftsplanung

Adenauer Platz 4
71522 Backnang
Tel.: 07191 - 9619190
Fax: 07191 - 9619184
info@roosplan.de
www.roosplan.de

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. (FH) Jochen Roos, Freier Landschaftsarchitekt, bdla
Dipl. Ing. Rainer Heitzmann, Freier Stadtplaner, Freier Ökologe GfÖ
Daniel Bok, M. Eng. Stadtplanung, B.Eng. Landschaftsarchitektur
Yasin Gökkaya, B. Eng. Stadtplanung

Projektnummer: 18.044

Stand: 29.08.2019

Inhalt	Seite
1	Aufgabenstellung..... 1
2	Stadt- und geländeklimatische Wirkungszusammenhänge..... 2
3	Kaltluftflüsse 3
4	Durchführung und Wertung nächtlicher Rauchversuche 4
5	Hinweise für die Planung und Fazit..... 7
6	Fazit..... 7
	Anhang 8

1. Aufgabenstellung

Die Gemeinde Auenwald führt eine Änderung des Bebauungsplans „Stockrain – 1. Änderung“ für den Ortsteil Unterbrüden im Bereich einer bestehenden Obstbaumwiese durch. Hier sollen zwei Bauplätze für Einzelhäuser entwickelt werden.

Das Baugesetzbuch fordert in §1 Abs. 5: „Die Bauleitpläne sollen eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt, und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienende sozialgerechte Bodennutzung unter Berücksichtigung der Wohnbedürfnisse der Bevölkerung gewährleisten. Sie sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern, sowie die städtebauliche Gestalt und das Orts- und Landschaftsbild baukulturell zu erhalten und zu entwickeln. Hierzu soll die städtebauliche Entwicklung vorrangig durch Maßnahmen der Innenentwicklung erfolgen.“

Weiter sind nach dem BauGB §1 Abs. 6 Punkt 7 die Belange des Umweltschutzes zu berücksichtigen, beispielsweise im selben Punkt nach a) „die Auswirkung auf Tiere, Pflanzen, Boden, Luft, Klima und das Wirkungsgefüge zwischen ihnen sowie die Landschaft und die biologische Vielfalt“ oder nach h) „die Erhaltung der bestmöglichen Luftqualität in Gebieten, in denen die ... festgelegten Immissionsschutzgrenzwerte nicht überschritten werden“.

Die Planung stellt einen Eingriff in den nördlichen Rand einer innerörtlichen Grünfläche dar. Es ist zu ermitteln, ob die beiden geplanten Bauplätze geländeklimatisch erhebliche negative Auswirkungen auf die bestehende, angrenzende Bebauung haben. Das geplante Baugebiet steht im Zusammenhang eines nördlich gelegenen großflächigen Kalt- und Frischluft-Entstehungsgebiets. Diese geländeklimatischen Wirkungszusammenhänge werden in dieser Untersuchung ermittelt und dokumentiert.

Ein geeignetes Mittel hierzu ist die Durchführung von nächtlichen Rauchversuchen zur Erfassung der entstehenden und abfließenden Kaltluft in windstillen Strahlungsnächten. In der Fachsprache wird das Klima in der freien Landschaft als **Geländeklima** und das Klima im besiedelten Bereich – unabhängig von der Größe der Siedlung – als **Stadtklima** bezeichnet.

2. Stadt- und Geländeklimatische Wirkungszusammenhänge

Gegenüber den klimatischen Bedingungen in der freien Landschaft ist die klimatische Situation in bebauten Bereichen durch folgende negativ wirkende Faktoren geprägt:

- Erhöhung der Temperatur
- Erhöhung der Luftstagnation, vor allem in dicht bebauten Bereichen und in Tallagen
- Erhöhung der Konzentration an Luftschadstoffen

Während an den Tagen mit Windbewegung ein Siedlungsbereich gut durchlüftet wird, kommt es an Tagen mit Windstille und sehr niederen Windgeschwindigkeiten (an der Grenze zur Windstille bei stabiler Schichtung, häufig zur Abend- und Nachtzeit) zu erheblichen Minderungen der Durchlüftung. Dann wirken sich die negativen Eigenschaften schlecht durchlüfteter Siedlungsbereiche besonders gravierend aus.

Am ungünstigsten wirken sich hier die sogenannten „Inversionswetterlagen“ aus, bei welchen sich wärmere Luftmassen über die bodennahe Kaltluft schieben, sodass ein natürlicher Luftaustausch nach oben kaum möglich ist. Zu diesen austauscharmen Wetterlagen gehen von einem topografisch gegliederten und unterschiedlich bebauten Terrain geländeklimaaktive Einflüsse aus. Es kommt zu Temperatur- und Luftdruckunterschieden. Diese bewirken lokale Luftströmungen und es entstehen Kaltluftflüsse, Hangwinde, Berg- und Talströmungen.

Bei allen städtebaulichen Maßnahmen ist darauf zu achten, dass die lokalen Luftströmungen in die Konzeption mit einbezogen werden. So ist es auch die Aufgabenstellung bei der Wohnbauentwicklung in Auenwald im Ortsteil Unterbrüden, ob und wo im Untersuchungsgebiet und seiner Umgebung solche lokalen Luftströme vorhanden sind.

3. Kaltluftflüsse

Zwischen dem bebauten Bereich und der offenen Landschaft gibt es gravierende Temperaturunterschiede – eine Sonderstellung nimmt der geschlossene Wald ein, der hier nicht näher betrachtet wird.

Die Temperaturunterschiede hängen damit zusammen, dass tagsüber die Gebäude (Fassaden und Dächer) und die befestigten Flächen (Straßen, Zufahrten, Stellplätze, die nicht begrünten Höfe), die von der Sonne eingestrahelte Energie aufnehmen, sich erwärmen und dann abends und nachts die gespeicherte Energie als Lufterwärmung wieder abgeben; bei Inversionswetterlagen bleibt die gespeicherte Energie länger über einem Siedlungsgebiet als in windstillen Strahlungs Nächten. Würde keine Kalt- und Frischluftzufuhr von außen erfolgen, so bliebe ein Wärme- bzw. Hitzestau im dicht bebauten Siedlungsgebiet. Dies führt dann, eventuell in Kombination mit vorhandenen Luftstäuben und Luftschadstoffen zu dem typischen, auf das menschliche Wohlbefinden unangenehm wirkenden „Stadtklima“. Eine Überhitzung oder ein Hitzestau ohne ausreichende Abkühlung – besonders in den Nachtstunden – bedeutet eine erhebliche Minderung der Lebensqualität im dicht bebauten Siedlungsbereich.

Eine Rolle natürlicher Kaltluft- und Frischluftzufuhr übernehmen die größeren Freiflächen – hier insbesondere die Wiesen – in den Randlagen sowie die innerörtlichen Garten- und Grünflächen. Die Grün- und Freiflächen wirken als kühlere Bereiche temperatursenkend. Diese geringere Temperatur der Freifläche ist im Wesentlichen auf den Wärmeverbrauch bei der Transpiration der Pflanzen zurückzuführen. Dabei wird die Wärme der Umgebung und der die Pflanzen umgebende Luft entzogen. Nicht temperaturerhöhende Energie wird frei. Bei diesem Abkühlungsvorgang entsteht Kaltluft. Die sich im Bereich der Kaltluft gegenüber anders temperierter Luft einstellende Dichte bzw. Druckunterschiede lassen schon kurz nach Sonnenuntergang Ausgleichsströmungen (Kaltluftflüsse) entstehen.

Die auf den Freiflächen in Rand und Hanglage entstehende kalte Luft fließt nun über offene Freiflächen zwischen den Gebäuden und teilweise auch über Straßen in die tiefer gelegenen Siedlungsbereiche und wirkt sich als Verbesserung der lufthygienischen Situation aus. Da auf den Freiflächen selbst keine Schadstoffe entstehen, transportiert die abfließende Kaltluft gleichzeitig Frischluft mit sich. Dieser Abkühlungsvorgang ist besonders an heißen Sommertagen von hoher Bedeutung und konnte gerade in den zurzeit herrschenden Hitzetagen (Juni bis Juli 2019) und in den zurückliegenden Sommern eindrucksvoll nachempfunden werden.

Deshalb ist es der Gemeindeverwaltung und dem Gemeinderat wichtig, dass bei der geplanten Bebauung von zwei Baulücken im Bereich des Bebauungsplans „Stockrain II – 1. Änderung“ die angesprochenen Funktionen berücksichtigt und in die Planung mit einbezogen werden.

Die für den Durchlüftungs- und Abkühlungsvorgang wichtigen Freiflächen und Frischluftbahnen können in windstillen Strahlungsnächten mit Hilfe von Kaltrauch beobachtet werden. Diese Kaltrauchversuche wurden in einer windstillen Strahlungsnacht am 05. Juli 2019 durchgeführt.

4. Durchführung und Wertung der nächtlichen Rauchversuche

Da der Nachweis tatsächlich fließender Luftströmungen am besten durch Beobachtungen mittels Kaltrauch aus speziell entwickelten Kaltrauchsteinen geführt werden kann, wurde für das Untersuchungsgebiet dieser planungspraktische und für den Beobachter nachvollziehbare und überprüfbare Ansatz gewählt. So wird z.B. dieses Verfahren auch von der Stadt Stuttgart zur Überprüfung von Kaltluftflüssen für die Stadtplanung angewandt. Das Verfahren hat jedoch nichts mit der Größe des Siedlungsgebiets zu tun.

Der Versuch mit den Kaltrauchsteinen fand in der Nacht des 05. Juli 2019 statt. Geleitet und durchgeführt wurden die Rauchversuche von Dipl. Ing. Rainer Heitzmann, Dipl. Ing. (FH) Jochen Roos und zwei weiteren Mitarbeitern des Büros roosplan aus Backnang.

Beim ersten Blick auf das Untersuchungsgebiet bemerkt man sofort das Freilandklimatop im Norden der Siedlungsfläche. Die genauen Stromrichtungen, der dort entstehenden Kaltluft, waren nun zu ermitteln. Der Sonnenuntergang war um 21.28 Uhr und es wurden vier Versuche durchgeführt. Zunächst um 21.35 Uhr ein erster Test um mittels des Kaltrauches die entstehende Kaltluft und deren Fließrichtung von Anfang an zu beobachten.

Es folgten die drei Hauptversuche um 21.45 Uhr, 22.15 Uhr und 23.00 Uhr. Als Standort wurde der Feldweg zwischen Unterbrüden und Mittelbrüden gewählt (die Verlängerung der Lugstraße im Unterbrüden Norden). Die ersten zwei Versuche wurden ca. 150 Meter nördlich der Lugstraße bei einer Bank am Feldweg gezündet. Die nächsten beiden im Abstand von ca. 50 Metern zueinander in Richtung der Straße „Im Stockrain“ bzw. der Lugstraße. (vgl. Abb. 3)

Es war ein windstillere Abend mit wolkenlosem Himmel. Gegen später zog eine leichte, lückige Bewölkung auf. Zu bemerken ist, dass eine längere Schönwetterperiode vorausging, mit besonders intensiver Sonneneinstrahlung am Tag.

Vorversuch:

Bei dem Vorversuch war es wichtig das Ausmaß eines „Kaltrauchsteins“ zu sehen und auch den Eigengeruch kennenzulernen, denn oft sieht man in der Nacht den Rauch nicht mehr, riecht aber den Rauch. Der Vorversuch begann um 21.35 Uhr, wenige Minuten nach Sonnenuntergang (um 21.28 Uhr an diesem Tag) und fand bei der Sitzbank ca. 150 Meter nord-östlich von der Straße „Im Stockrain“ auf dem Feldweg statt.

Durch die Eigenschaften des Kaltrauches konnte die beginnende entstehende Kaltluft gesehen werden. Sie verteilte sich großflächig und floss in Richtung Siedlungsrand. Anfänglich noch vorhandene Ungleichheiten der Kaltluftentstehung zwischen Acker, Wiese und Obstbaumwiese wurden deutlich gesehen. In der Fotodokumentation (Abb.1 + Abb. 2) ist das Ausmaß des Versuchs klar zu erkennen.

Versuch 1:

Der erste Hauptversuch fand um 21.45 Uhr am selben Ort wie der Vorversuch statt.

Ab jetzt war der Wirkungszusammenhang zwischen Wärmeabgabe der Siedlung und den Kaltluftentstehungsflächen deutlich zu beobachten: Die Gebäude im Stockrain 33, 35, 37 und 39, welche sich über den Tag erhitzt hatten, erzeugten eine Sogwirkung und „zogen“ die Kaltluft Richtung Süd-Westen. Auf der Straße verlief die Kaltluft weiter im Stockrain, da die Straße auch erhitzt war und als Wärmeband wirkt. Diese wird durch die zuströmende Kaltluft aus dem Wiesenbereich langsam abgekühlt.

Somit erfolgt die Erstversorgung mit frischer Kaltluft dort, wo die Bebauung höher und dichter ist gegenüber den locker stehenden Einzelhäusern mit größeren Gartenflächen.

Versuch 2:

Die auf den Wiesen entstehende Kaltluft war mit der Zeit immer deutlicher spürbar. Der zweite Hauptversuch fand um 22.15 Uhr statt, ca. 50 m näher am Ortsrand, also ca. 100 m nördlich der Lugstraße bzw. des Stockrains, auf der Höhe einer parallel zum Feldweg verlaufenden Hecke.

Ähnlich wie beim ersten Versuch, wurde auch jetzt die Kaltluft im Südwesten von den größeren Gebäuden im Stockrain angesogen, jedoch gelang bei diesem Versuch etwas mehr Kaltluft über die lockere Bebauung Richtung Südosten in die Siedlung als beim ersten Versuch. Es war zu beobachten, dass nun auch die Eichendorffstraße ein ähnliches Verhalten wie im Stockrain aufwies und die Kaltluft entlang der Straße floss. Ein kleiner Teil der Kaltluft wurde auch von den Gebäuden des Bert-Brecht-Weges angesogen, jedoch relativ schwach und ein Durchfluss an dieser Stelle war gegeben.

Über die geplanten zwei Bauplätze und die angrenzende Grünschneise ist trotz deren günstiger topografischer Lage kein Kaltluftstrom festgestellt worden.

Versuch 3:

Der dritte Versuch fand um 23.00 Uhr ca. 50 m nördlich der geplanten Bebauung statt. Nachdem die Sonne nun fast eineinhalb Stunden untergegangen war, nahm die Kaltluftproduktion deutlich zu. Somit war der Kaltluftstrom in den Siedlungsbereich erheblich stärker als zu Beginn. Bei diesem Versuch begann der Kaltluftfluss über die Gärten in Richtung Südosten zu fließen.

Es war deutlich erkennbar, dass die Kaltluft sogar über vier Meter hohe Hecken des Grundstücks der Eichendorffstraße 19 ihren Weg entlang der Lugstraße nahm. Die Straße wirkt im Gebiet als „Wärmeband“, welches durch die zwischen den Gärten strömende Kaltluft abgekühlt wird. Ein Zufließen von Kaltluft aus dem großflächigen, nördlichen Kaltluftgebiet über die beiden geplanten Bauplätze war zu diesem Zeitpunkt nicht festzustellen. Nachdem sich lückige, leichte Schleierwolken einstellten, hat sich der Kaltluftfluss etwas verlangsamt.

Sollten die beiden Bauplätze bebaut werden, ergibt sich folgendes Verhalten der Kaltluftflüsse: etwas zeitverzögert fließt die Kaltluft über Gärten um die Gebäude herum und von dort weiter in das Siedlungsgebiet. Durch die Stellung der Gebäude sollte kein Querriegel entstehen.

5. Hinweise für die Planung

- Der Kaltluftstrom aus den nördlich des Siedlungskörpers gelegenen Entstehungsgebieten über den freien Wiesenflächen wird in windstillen Strahlungsnächten zunächst zu den Stellen geleitet, die dichter bebaut sind.
- Die neue Bebauung sollte so gewählt werden, dass der Kaltluftstrom um die Gebäude fließen kann, mit ausreichenden Freiflächen.
- In Freiflächen sind Beläge (Terrassen, Stellplätze, Zufahrten) wasserdurchlässig zu gestalten.
- Laubbäume sind an geeigneten Stellen empfehlenswert, da diese nicht nur Beschatten, sondern auch staubbindend sind und das Aufheizungspotential im Sommer reduzieren.
- Bei der privaten Gartengestaltung wird empfohlen, große Wandflächen und Stützmauern zu begrünen.
- Die Dächer von Flachdachgaragen sind extensiv zu begrünen.
- Satteldächer bei Garagen und Gebäuden können ebenfalls extensiv begrünt werden.

6. Fazit

Als zusammenfassendes Ergebnis der Beobachtungen wird festgestellt, dass mit der Bebauung der Grünflächen zwei weitere Wärmeinseln entstehen. Die nördlich gelegenen Kaltluftproduktionsflächen sind jedoch so mächtig, dass die bestehenden Wohnflächen weiterhin ausreichend mit Frisch- und Kaltluft versorgt werden. Der Kaltluftstrom fließt im Bereich der geplanten Bebauung über die Lugstraße als lokale Wärmeinsel ab. Ein Kaltluftabfluss über die Grünflächen der geplanten Bebauung konnte nicht festgestellt werden.

**Anhang:
Bilddokumentation**



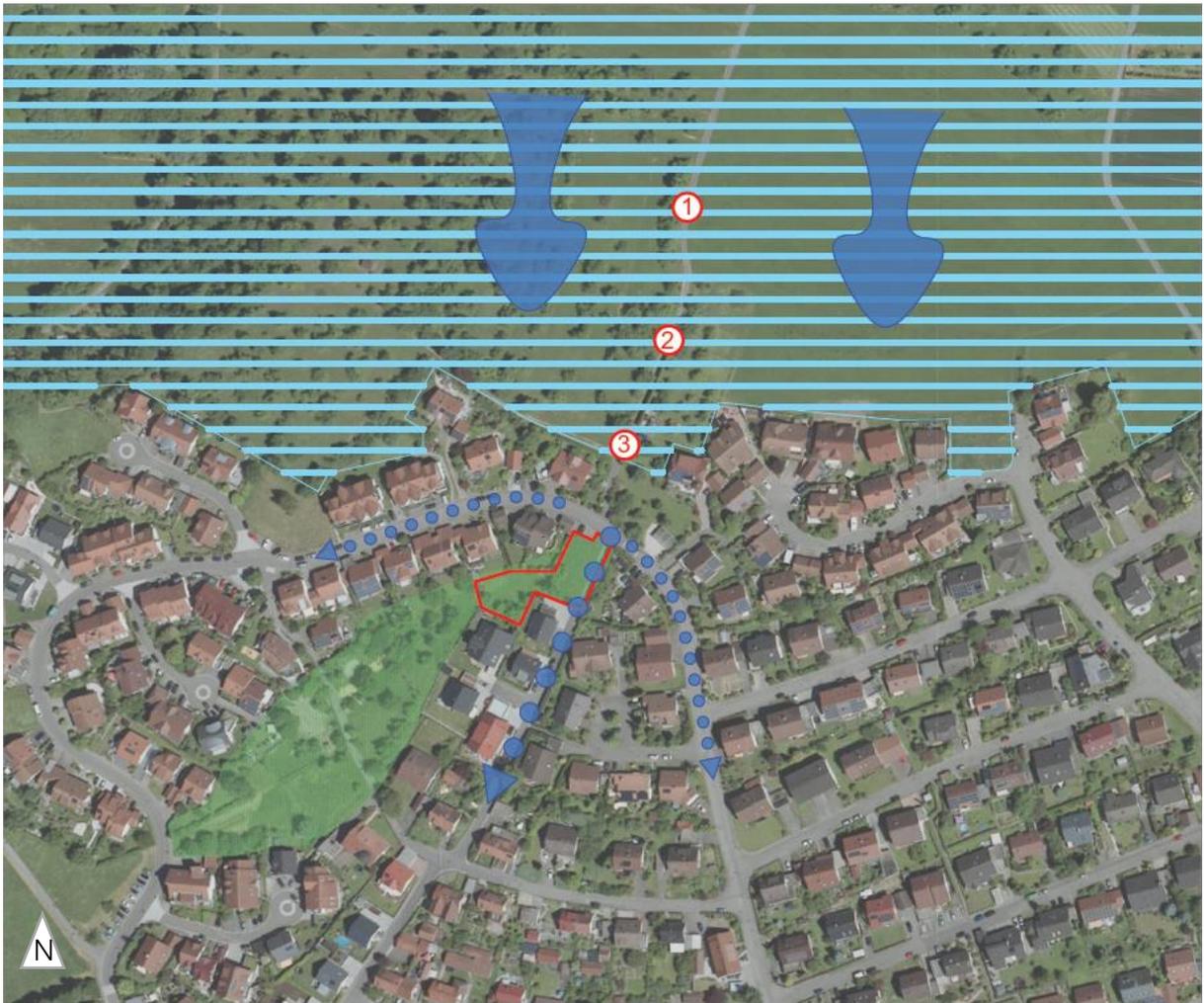
Abb. 1:



Abb. 2:

Abb. 3: Lageplan

-  Frisch- und Kaltluft-Entstehungs- und Abflussflächen
-  Haupt- und Kaltluft-Abflussbahnen
-  Innerörtliche Kaltluftströme
-  Standorte der Hauptversuche
-  Fläche des Bebauungsplans „Stockrain II – 1. Änderung“
-  Grünschneise



Ohne Maßstab

Abb. 3. Kaltluftströme im Plangebiet