

## **4. Ergänzung zum Gutachten 09-07 von Oktober 2009**

### **Numerische Simulationen zu den Durchlüftungsverhältnissen im Westen von Bad Vilbel für verschiedene Bebauungsszenarien für Wetterlagen mit Kaltluftströmen**

**April 2019**

Auftraggeber  
Der Magistrat der Stadt Bad Vilbel

**Prof. Dr. Günter Groß**

Von der Industrie- und Handelskammer Hannover  
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Immissionsfragen, Kleinklima

privat  
Im Poll 8  
31737 Rinteln

dienstlich  
Institut für Meteorologie und Klimatologie  
Universität Hannover  
Herrenhäuser Str. 2  
30419 Hannover

Telefon 05751 964745  
Telefax 05751 964746

Telefon 0511 762 5408

**19-05**



## 1. Aufgabenstellung

In Bad Vilbel ist auf den Flächen westlich des Schulgeländes im Bereich Saalburgstraße und der B3 der Bau eines zusätzlichen Gebäudekomplexes in Planung. Dabei handelt es sich um die Neugestaltung eines größeren Areals mit der Ansiedlung eines Schwimmbades mit angegliederten Gesundheits- und Wellnesseinrichtungen. Unabhängig von der genauen Nutzung ist der Bau größerer Einzelbauten geplant (Diesing und Lehn, 2019)

Die beschriebene Baumaßnahme ist in einem Bereich vorgesehen, der im Kartenwerk des Planungsverbandes Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main als bedeutsam für den Kaltlufthaushalt ausgewiesen ist.

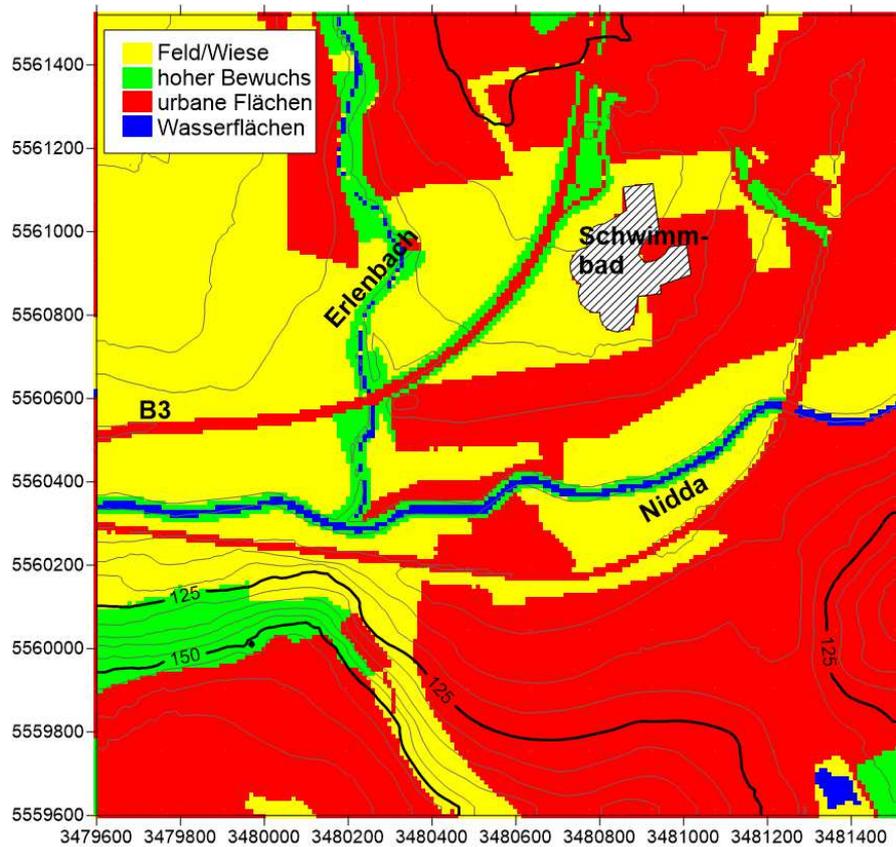
Im Rahmen des Gutachtens vom Oktober 2009 wurde untersucht, ob durch die Neugestaltung des Areals westlich des Schulgeländes die Belüftungssituation im westlichen Bereich von Bad Vilbel für Wetterlagen, bei denen sich nächtliche Kaltluftströme ausbilden können, verändern.

Die Gebäudegeometrie wurde nun konkretisiert (Flügel, 2019) und der Auftrag am 3.4.2019 erteilt (Wysocki, 2019), diese neue Konfiguration hinsichtlich der Auswirkungen auf die Durchlüftung zu untersuchen.

## 2. Vorgehensweise

Mit Hilfe eines numerischen Simulationsmodells, welches im Gutachten von 2009 beschrieben ist, werden die nächtlichen Strömungsverhältnisse im Bereich Bad Vilbel studiert. Mit einem solchen Modells ist man in der Lage, verschiedene Szenarien (z.B. Ist-Zustand, Plan-Zustand) durchzurechnen und durch Vergleich der Ergebnisse Rückschlüsse auf mögliche Veränderungen zu ziehen. Der Ist-Zustand ist aus dem Erstgutachten bereits bekannt und daher werden zusätzliche Rechnungen nur für den neuen Plan-Zustand durchgeführt. Es werden zwei Varianten untersucht, die sich in der Lage des Rutschenturms innerhalb des Neubaukomplexes unterscheiden. Die modellspezifisch aufbereitete räumliche Verteilung der Landnutzung innerhalb des Untersuchungsgebietes für den Plan-Zustand ist in der Abbildung 1 dargestellt. Mit „Wiese“ werden alle landwirtschaftlichen Flächen und sonstige Bereiche mit nur kurzer Vegetation bezeichnet. Die Nutzung „Baum“ kennzeichnet Areale mit hoher Vegetation und „urban“ versiegelte Flächen und Gebäude.

Gegenüber dem Ist-Zustand unterscheidet sich der Plan-Zustand durch die Berücksichtigung mehrerer größerer Baukörper und damit zusammenhängender Landnutzungsänderungen. Die Lage und räumliche Dimensionen der Bauten wurden vorgegeben (Flügel 2019) und ist für die beiden hier untersuchten Varianten in der Abbildung 2 gezeigt. Die typische Gebäudehöhe beträgt etwa 20 m mit einer abfallenden Staffelung nach Osten hin. Im zentralen Bereich wird eine Bauhöhe von 25-28 m angenommen. Der höchste geplante Bau ist der Rutschenturm mit etwa 35 m Höhe. Dieser Rutschenturm wird in der Variante 1 im Süden angeordnet, in der Variante 2 mehr im Nordwesten.



**Abbildung 1**

Verteilung der Hauptlandnutzungen für den Plan-Zustand und Lage der geplanten Gebäude des Schwimmbades. Ausgezogene Linien sind Höhenlinien (in m).



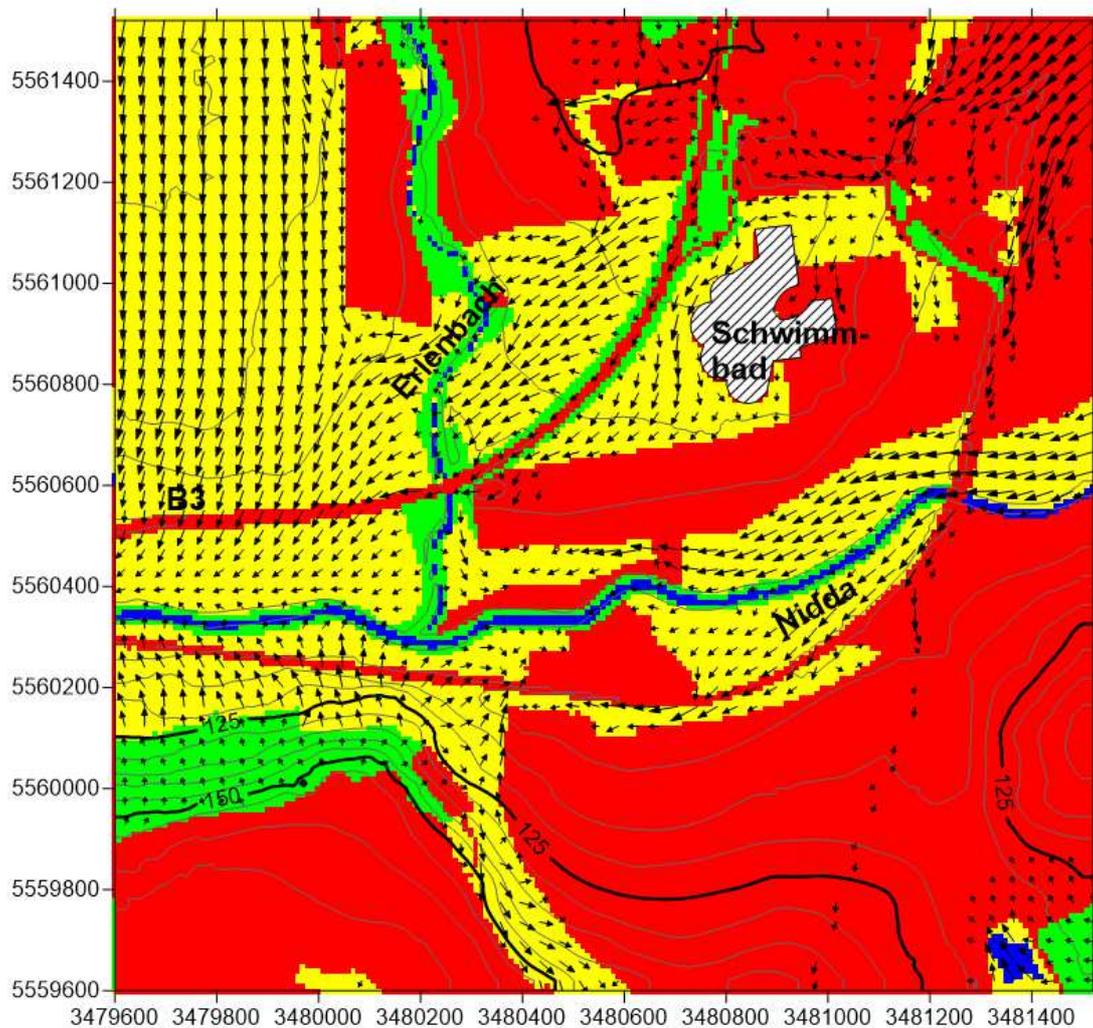
**Abbildung 2**

Anordnung der Gebäude für das geplante Schwimmbad für die untersuchte Variante 1 (links) und die Variante 2 (rechts).

### 3. Ergebnisse

Die numerischen Simulationen wurden nach Sonnenuntergang gestartet und bis 6 Uhr des Folgetages durchgeführt. Während der gesamten Zeit wurde der überlagerte Kaltluftstrom aus der Wetterau in der im Erstgutachten beschriebenen Form berücksichtigt.

Die Ergebnisse der beiden hier untersuchten Planvarianten unterscheiden sich nur geringfügig und daher werden hier nur die Resultate für die Variante 1 diskutiert. Die simulierten bodennahen Strömungsverhältnisse für den neuen Plan-Zustand 1 in dem ausgewählten Teilbereich von Bad Vilbel sind in der Abbildung 3 gezeigt. Im Vergleich zum Ist-Zustand wird ein sehr ähnliches Strömungsmuster mit den Modifikationen der aufgeprägten Kaltluftströmung aus der Wetterau entsprechend der lokalen Orographie und Landnutzung berechnet. Deutliche Unterschiede werden im Bereich der geplanten Bebauung berechnet. Im Plan-Zustand 1 wird die Strömung am Standort der neuen Hindernisse stark reduziert. Gleichzeitig erfolgt eine deutliche Umströmung mit etwas erhöhten Windgeschwindigkeiten in den Flankenbereichen.



**Abbildung 3**

Simuliertes Windfeld für den Plan-Zustand 1 in 4 m ü.Gr. Die Linien sind Höhenlinien, Farben geben die Hauptlandnutzung an (gelb: Freiflächen, grün: Baumbestand, rot: urbane Strukturen, blau: Wasser).

Für die Beurteilung der Durchlüftung in dem hier betrachteten Bereich von Bad Vilbel werden nicht nur die bodennahen Verhältnisse betrachtet, sondern auch die gesamte bodennahe Atmosphäre. Das verwendete Modell liefert in vielen Höhen die Informationen zu den Windverhältnissen und diese können an jeder Stelle des Rechengebietes ausgewertet werden. Als Maßzahl für die Durchlüftung und den Luftaustausch kann der Kaltluftmassenstrom herangezogen werden. Dieser berechnet sich in erster Näherung aus der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhenniveaus (genauer: als das vertikale Integral des Massenflusses = Luftdichte \* Windgeschwindigkeit). Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass eine aus dem Umland herangeführte Luftmasse eine gewisse vertikale Mächtigkeit hat, die für die Gesamtbelüftung relevant ist. Die Strömung kann durch vorhandene Hindernisse in Bodennähe zwar reduziert werden, wenn gleichzeitig in den Luftschichten darüber aber die Windgeschwindigkeit zunimmt, kann daraus eine unveränderte Durchlüftung resultieren.

Das hier verwendete Modell ist in der Lage, die Leitbahnen der Kaltluft aus der Wetterau im westlichen Stadtgebiet von Bad Vilbel zu berechnen. So wird, in Übereinstimmung mit den vom Planungsverband durchgeführten Untersuchungen, der Flusslauf der Nidda als wichtige Leitbahn ausgewiesen, daneben aber auch der Bereich zwischen dem Schulgelände und der B3 und die freien Areale westlich davon. Der geplante Neubau liegt am östlichen Rand der Leitbahn und führt dementsprechend im Plan-Zustand 1 auch zu einer lokalen Modifikation des Massenflusses. Während entlang der Nidda und dem Gebiet westlich von Massenheim keinerlei nennenswerte Veränderungen berechnet werden, wird der Massenfluß im Bereich Saalburgstraße/Massenheimer Weg/B3 markant verändert. Die durch den geplanten Neubau modifizierten Windverhältnisse mit starken Verzögerungen im Bereich der eigentlichen Bebauung und Umströmungseffekten führt entsprechend beim Massenfluß zu einer Reduzierung bzw. Verstärkung entlang der Flanken des Neubaus. Diese Umverteilung des Massenflusses sowie der räumliche Wirkungsbereich der geplanten Baumaßnahme sind in der Abbildung 4 als Differenz zwischen dem Plan-Zustand 1 und dem Ist-Zustand dargestellt.

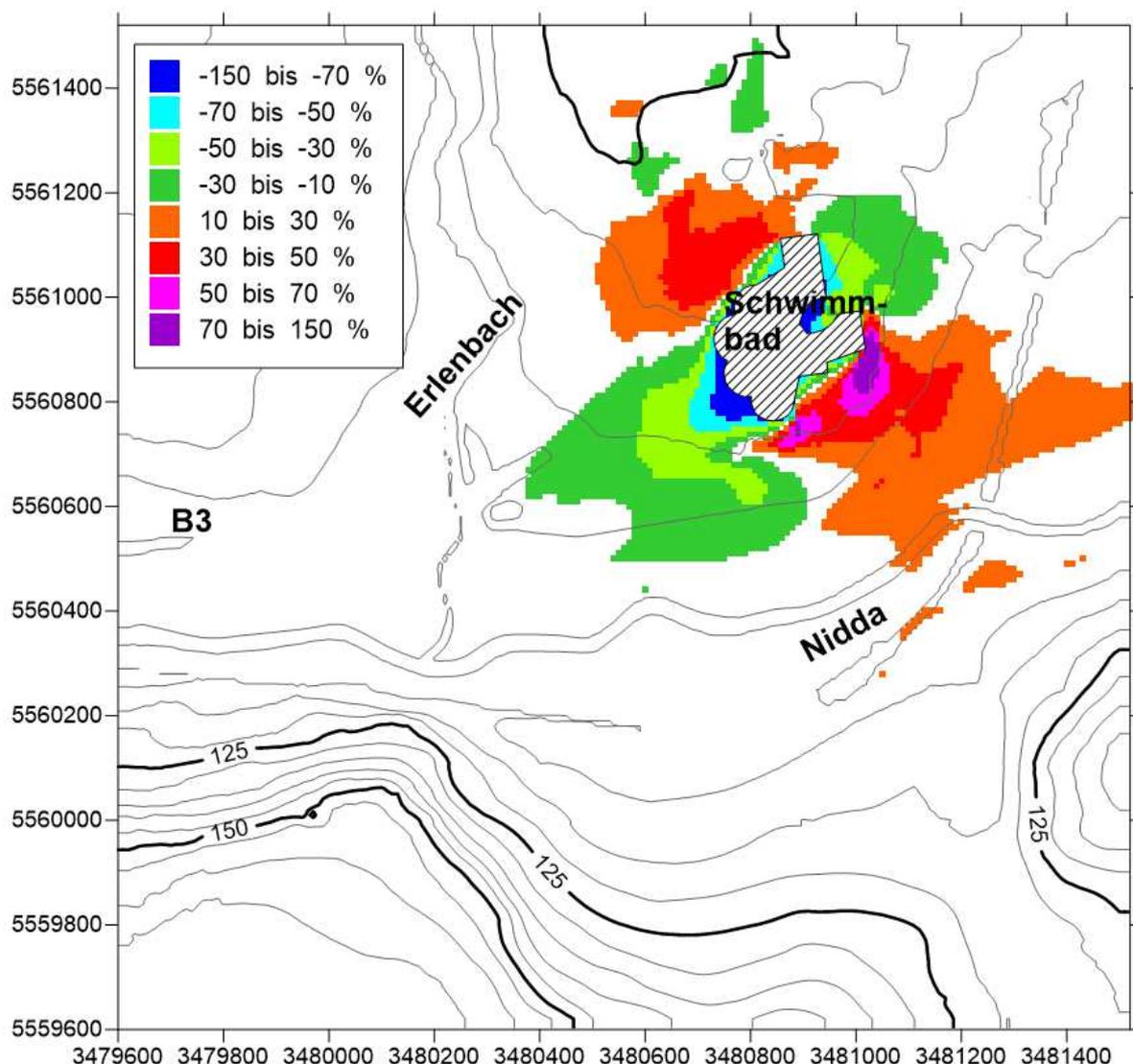
Sehr deutlich ist die Reduzierung des Durchströmungspotentials im Lee der geplanten Gebäude zu erkennen. Eine Verringerung um etwa 10% und mehr gegenüber dem Ist-Zustand bleibt dabei auf eine eng begrenzte Fläche hinter dem Neubau beschränkt, deren horizontale Ausdehnung etwa dem 10-15fachen der Hindernishöhe entspricht. Weiter stromab sind die Modifikationen des Windfeldes und damit auch des Massenflusses gering. Neben einer Stauwirkung vor dem Gebäude fällt insbesondere die Erhöhung des Gesamtmassenflusses an den Seiten auf. Die relativen Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand können dabei Werte von 30% und mehr erreichen.

Dieses Gesamtpotential für die Durchlüftung steht für ausgewählte Bebauungsbereiche nur zu einem gewissen Anteil zur Verfügung. Während für die Berechnung des gesamten Durchlüftungspotentials der Betrag der Windgeschwindigkeit benutzt wird, muß für die Durchlüftung einzelner abgegrenzter Teilbereiche von Bad Vilbel die Richtungsabhängigkeit der Luftströmung berücksichtigt werden.

In der Umgebung der geplanten Bebauung werden verschiedene Gebiete festgelegt, für die die Durchlüftung sowie die Veränderungen näher studiert werden. Dabei handelt es sich um das Gebiet

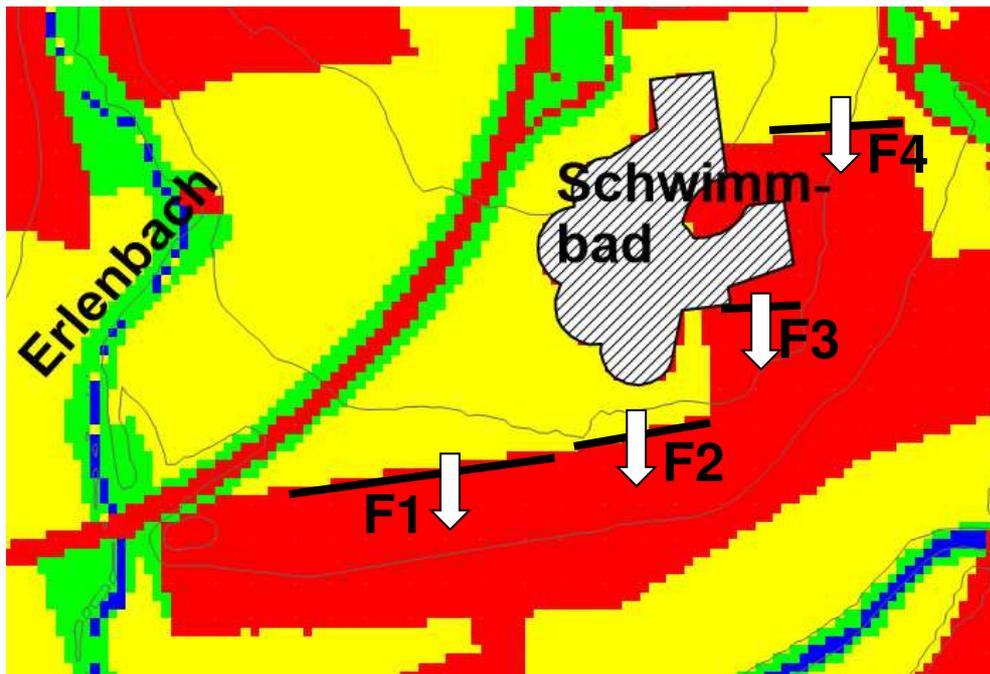
- südlich des Massenheimer Weges mit der John-F.-Kennedy Schule (F4),
- südlich der Saalburgstraße mit dem Georg-Büchner Gymnasium (F3),
- die allgemeinen Wohngebiete südlich des Riedweges (F2) sowie
- südlich des Riedweges mit Berufsförderungswerk (F1).

Hier erfolgt eine Durchlüftung nur dann, wenn in das Gebiet die aus nördlichen Richtungen ankommende Kaltluftmassen aus der Wetterau in das Gebiet hineingeführt werden. Daher werden für die oben festgelegten Gebiete die Massenflüsse durch 40 m hohe, vertikale Flächen berechnet, deren Lage in der Abbildung 5 gezeigt sind.



**Abbildung 4**

Simulierte Veränderung (Plan-Zustand 1-Ist-Zustand) des Massenflusses in Prozent.



**Abbildung 5**

Lage der Flächen F1-F4 für die Berechnung der Durchlüftung ausgewählter Bereiche und Kennzeichnung der berücksichtigten Windrichtung (Pfeile).

Die Auswertungen der vorhandenen Simulationsergebnisse liefert das in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasste Ergebnis als Veränderung der Durchlüftung im Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Die Veränderungen sind in Prozent bezogen auf den Ist-Zustand angegeben.

	Variante 1	Variante 2
Veränderung im Bereich F1	-22%	-22%
Veränderung im Bereich F2	-6%	-7%
Veränderung im Bereich F3	+28%	+25%
Veränderung im Bereich F4	-7%	-8%
Veränderung Ausfluss aus Nidda-Tal	<1%	<1%

**Tabelle 1**

Simulierte Veränderung der Durchlüftung in ausgewählten Teilbereichen von Bad Vilbel in Prozent.

#### 4. Gesamtbewertung der Ergebnisse

Der geplante Neubau des Schwimmbades mit angegliederten Gesundheits- und Wellnesseinrichtungen sowie den dazugehörigen Nutzungsänderungen westlich des Schulgeländes in Bad Vilbel modifiziert den Massenfluss und damit die Durchlüftung der angrenzenden vorhandenen Bebauung. Die Modifikationen aufgrund der geplanten, verschiedenen Gebäude sind signifikant und reichen von einer deutlichen Erhöhung im Bereich zwischen dem Schulgelände und der S-Bahn bis hin zu einer leichten Verringerung im Wohngebiet entlang des Riedweges im Süden der geplanten Baumaßnahme. Die Verringerung des Durchlüftungspotenzials der bebauten Berei-

che am Berufsförderungswerk südlich des Riedweges in einer nicht zu vernachlässigenden Größenordnung von etwa 20% ist nach Meinung des Gutachters tolerabel, da es sich hier nicht um eine reine Wohnbebauung handelt, sondern überwiegend um Verwaltungsbauten die in den Nachtstunden kaum genutzt werden. Die Ergebnisse für die beiden hier untersuchten Bebauungsvarianten sind sehr ähnlich und werden durch die allgemeine Form der geplanten Bebauung mit einer typischen Gebäudehöhe von etwa 20 m geprägt. Die genaue Lage des etwa 35 m hohen Rutschturmes ist dagegen von untergeordneter Bedeutung für das nächtliche bodennahe Windfeld.

Durch den geplanten Bau des Schwimmbades in der hier angenommenen Form werden die bodennahen lokalen Verhältnisse verändert, insgesamt aber wird die Kaltluftströmung aus der Wetterau nur wenig beeinflusst. Der aus Nordosten ankommende Regionalwind wird nicht zum Stillstand gebracht, sondern zu einem großen Teil um die verschiedenen Gebäude des geplanten Schwimmbades herumgeführt und mündet über den Bereich des Schulgeländes und des Schwimmbades in das Ausströmen aus dem Niddatal. Die Veränderung des Massenflusses aus dem Niddatal in Richtung Frankfurt wird in einem Querschnitt etwa in Höhe der Einmündung des Erlenbaches mit einem Wert von weniger als 1% berechnet. Eine nennenswerte Beeinträchtigung der Leitbahnwirkung für die übergeordnete Kaltluftströmung kann somit nicht festgestellt werden.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kommt der Gutachter zu dem Schluß, dass der im Rahmen der geplanten Baumaßnahme westlich des Schulgeländes in Bad Vilbel geplante Bebauungskomplex Schwimmbad mit angegliederten Gesundheits- und Wellnesseinrichtungen in der Regel zu keinen relevanten nachteiligen Effekten hinsichtlich der Durchlüftung der angrenzenden Bebauung bei Wetterlagen mit einem nächtlichen Kaltluftstrom aus der Wetterau führen wird.

## Literatur

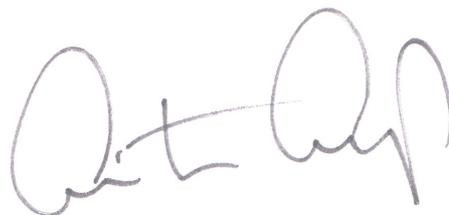
*Diesing und Lehn, 2019:* Bebauungsplan „Schwimmbad – 2.Änderung“, Vorentwurf Erläuterungen, Darmstadt

*Flügel, 2019:* Therme ARC, Markdorf, persönliche Mitteilung.

*Groß, G., 2009:* Numerische Simulationen zu den Durchlüftungsverhältnissen im Westen von Bad Vilbel für verschiedene Bebauungsszenarien für Wetterlagen mit Kaltluftströmen. Gutachten für den Magistrat der Stadt Bad Vilbel.

*Wysocki, 2019:* Stadt Bad Vilbel, persönliche Mitteilung.

Rinteln, den 14.04.2019



Prof. Dr. Günter Groß

Von der Industrie- und Handelskammer Hannover  
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Immissionsfragen, Kleinklima