simuPLAN®
Dipl. Met. Georg Ludes
Ingenieurbüro für Numerische Simulation

Bebauungsplan Nr.: 092 Alfter Nord Teilbereich 1a

Fachgutachten zu den klimatischen Auswirkungen

auf den benachbarten Gärtnereibetrieb Tönneßen

Auftraggeber:	Wirtschaftsförderung Alfter
	Am Rathaus 7
	53347 Alfter
Auftrags-Nr.:	1953S
Datum:	21.08.2018
Bearbeiter:	Dipl.-Geogr. Thorsten Stock, Dipl.-Met. Georg Ludes

simuPLAN · Dipl. Met. Georg Ludes · Alleestraße 10 · 46282 Dorsten
Telefon (02362) 993370 · Fax (02362) 99 337 20 · E-Mail: info@simuplan.de

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis 2

Abbildungsverzeichnis 2

1 Aufgabenstellung 3

2 Strahlung 5

3 Belüftung / Luftaustausch 12

4 Zusammenfassung 18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Mittlere tägliche Einstrahlung in den einzelnen Monaten 5

Tabelle 2.2: Mittlere tägliche Einstrahlung für die Jahreszeiten und das Gesamtjahr 5

Tabelle 2.3: Prozentuale Minderung der mittleren täglichen Einstrahlung 5

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Lage des Bebauungsplangebiets 3

Abbildung 1.2: Bebauungsvariante A - Maximalbebauung 4

Abbildung 1.3: Variante B – gestaffelte Bebauung 4

Abbildung 2.1: Prozentuale Veränderung der solaren Einstrahlung für das Gesamtjahr 6

Abbildung 2.2: Prozentuale Veränderung der solaren Einstrahlung für das Gesamtjahr 6

Abbildung 3.1: Windrichtungsverteilung der Messstation Bonn-Auerberg 12

Abbildung 3.2: Windrichtungsverteilung der Messstation Bonn-Auerberg für windschwache und feucht-warmen Witterungsbedingungen 13

Abbildung 3.3: Foto des Gewächshauses mit geöffneten Lüftungselementen 14

Abbildung 3.4: Prozentuale Veränderung der Windgeschwindigkeit bei Anströmung aus 120° 15

Abbildung 3.5: Prozentuale Veränderung der Windgeschwindigkeit bei Anströmung aus 280° 16

1 Aufgabenstellung

Durch die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr.: 092 Alfter Nord Teilbereich 1a sollen die planungsrechtlichen Voraussetzungen für eine Gewerbeansiedlung geschaffen werden. Unmittelbar östlich des Bebauungsplangebietes befindet sich der Gärtnereibetrieb Tönneßen (vgl. Abbildung 1.1).

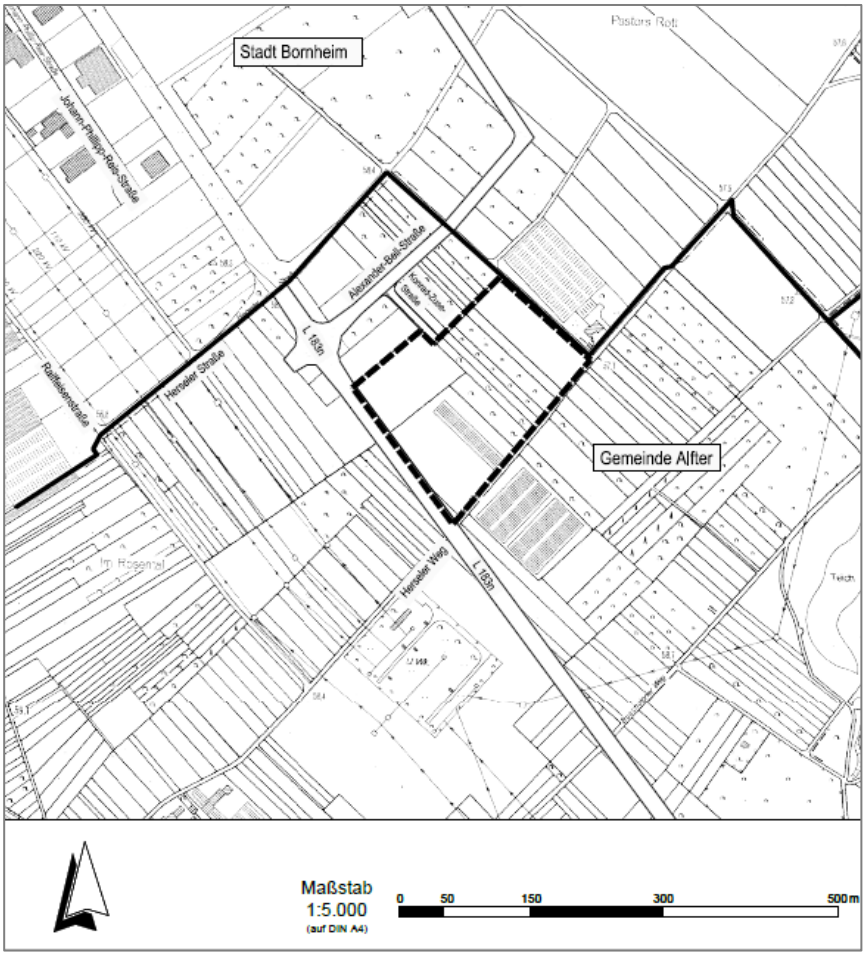


Abbildung 1.1: Lage des Bebauungsplangebiets

In einer Stellungnahme geht die Landwirtschaftskammer NRW davon aus, dass die mit der geplanten Gewerbebebauung einhergehende Verschattung und Windabschirmung erhebliche Beeinträchtigungen des Gärtnereibetriebs verursachen werden, die die wirtschaftliche Existenz des Biobetriebs gefährden können.

Im Rahmen einer klimatischen Studie wurden die für die Klärung der Fragestellung maßgeblichen meteorologischen Aspekte Strahlung / Verschattung und Wind / Luftaustausch detailliert analysiert.

Hierbei wurden neben der Variante 0 - Analysefall mit Bestandsbebauung - zwei weitere Bebauungsvarianten für den Planfall untersucht (vgl. Abbildungen 1.2 bis 1.3).

Die in den Abbildungen angegebenen Gebäudehöhen beziehen sich auf eine Geländehöhe von 57,6 m über NHN.

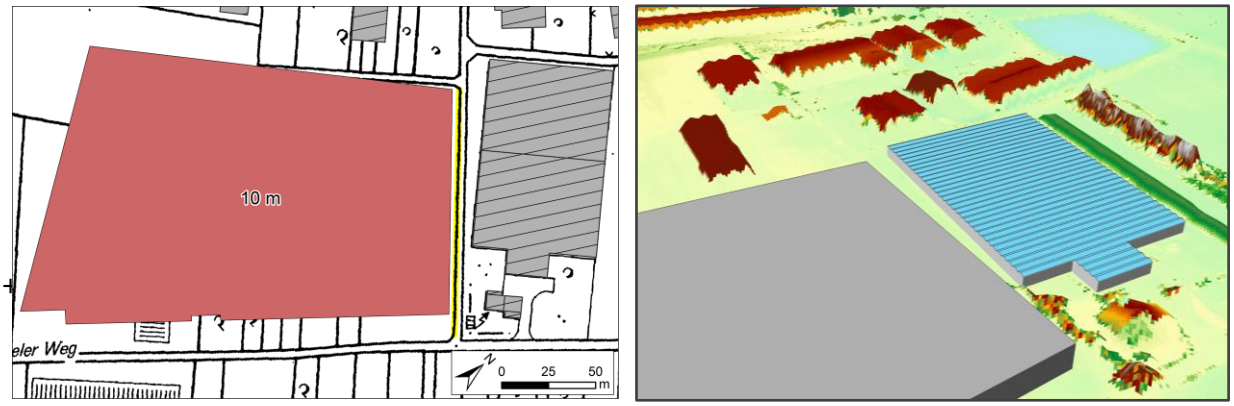


Abbildung 1.2: Bebauungsvariante A - Maximalbebauung
Abstand zur Grundstücksgrenze: Minimum 2,9 m; Maximum 4,2 m
Abstand zum Gewächshaus: Minimum 11,9 m; Maximum 18,4 m

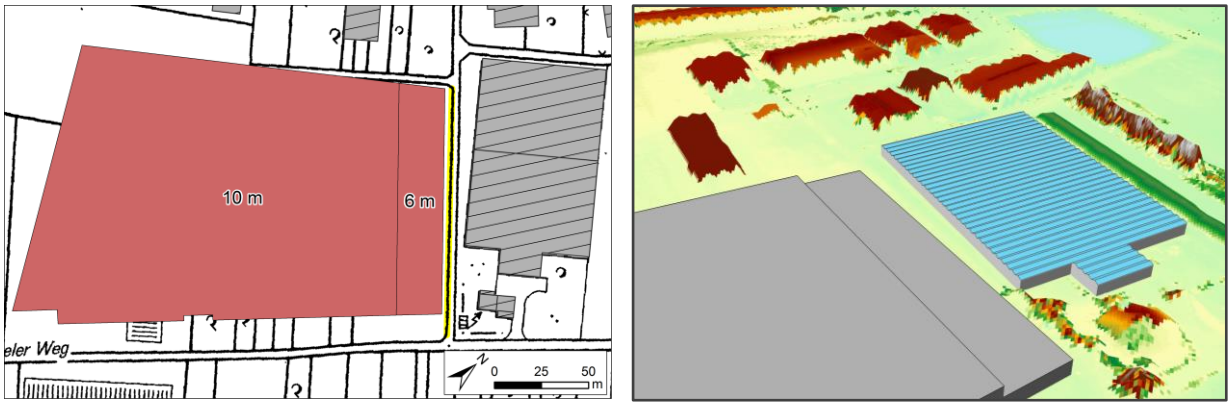


Abbildung 1.3: Variante B – gestaffelte Bebauung
Abstand zur Grundstücksgrenze: Minimum 2,9 m; Maximum 4,2 m
Abstand zum Gewächshaus: Minimum 11,9 m; Maximum 18,4 m

Sollten sich gegenüber den beiden untersuchten Bebauungsvarianten im weiteren Planungsverlauf geringfügige Veränderungen der Gebäudekubaturen ergeben, so bleiben die Rückschlüsse für den Gewächshausbetrieb, die aus den Untersuchungsergebnisse zur Belichtung und Belüftung (vgl. Kapitel 3 und 4) abgeleitet werden, hiervon unberührt.

2 Strahlung

Die durch den Schattenwurf der geplanten Bebauung verursachten Minderungen des Tageslichtangebots wurden mit Hilfe detaillierter Strahlungssimulationen bestimmt. Die Berechnungen wurden unter Berücksichtigung repräsentativer Strahlungsdaten mit dem Simulationsmodell *simuSOLAR* mit einer zeitlichen Auflösung von 6 Minuten und einer räumlichen Auflösung von 0,25 m durchgeführt.

Hierbei wurden für die drei Bebauungsvarianten für jeden Monat des Jahres die mittlere solare Strahlung, die auf die Glasoberflächen des Gewächshauses trifft, bestimmt und tabellarisch dokumentiert. Die Werte der Tabellen 2.1 und 2.2 geben die mittlere tägliche Strahlungssumme in kWh pro m² Oberfläche des Gewächshauses in den einzelnen Monaten und den meteorologischen Jahreszeiten an. Die Tabelle 2.3 dokumentiert die sich aus der Werten der Tabelle 2.2 ergebenden prozentualen Verringerungen der mittleren täglichen Einstrahlung gegenüber der Variante 0 (Analysefall).

Tabelle 2.1: Mittlere tägliche Einstrahlung in den einzelnen Monaten
Werte in kWh / (m² d)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Variante 0	0,708	1,362	2,166	3,371	4,288	4,423	4,441	3,862	2,629	1,684	0,880	0,532
Variante A	0,663	1,319	2,139	3.355	4,284	4,422	4,437	3,850	2,606	1,627	0,836	0,495
Variante B	0,687	1,344	2,156	3,366	4,287	4,423	4,440	3,859	2,622	1,660	0,859	0,513

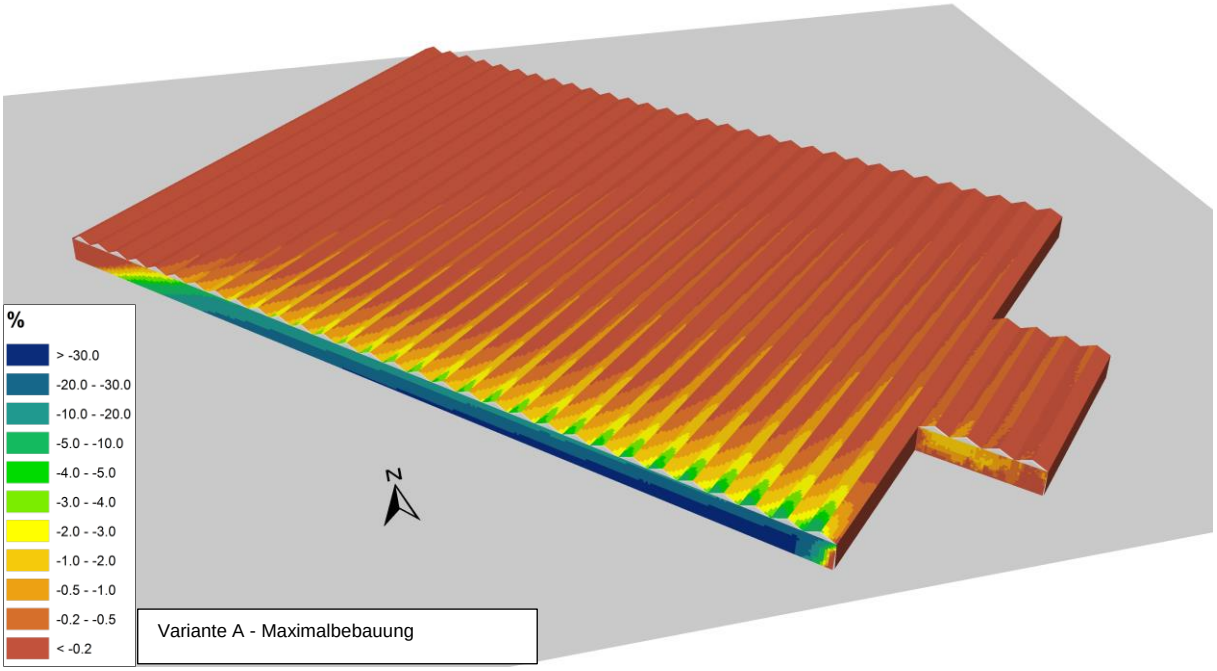
Tabelle 2.2: Mittlere tägliche Einstrahlung für die Jahreszeiten und das Gesamtjahr
Werte in kWh / (m² d)

	Winter Dez, Jan, Feb	Frühling März, April, Mai	Sommer Juni, Juli, Aug	Herbst Sept, Okt, Nov	**Jahr**
Variante 0	0,851	3,274	4,384	1,731	**2,535**
Variante A	0,809	3,258	4,381	1,689	**2,509**
Variante B	0,832	3,269	4,383	1,713	**2,524**

Tabelle 2.3: Prozentuale Minderung der mittleren täglichen Einstrahlung

	Winter Dez, Jan, Feb	Frühling März, April, Mai	Sommer Juni, Juli, Aug	Herbst Sept, Okt, Nov	**Jahr**
Variante A	4,9	0,5	0,1	2,4	**1,0**
Variante B	2,2	0,2	0,0	1,0	**0,4**

Zusätzlich wurden die prozentualen Veränderungen der Einstrahlung, die sich durch Verschattungseffekte auf der Oberfläche des Gewächshauses ergeben, mit einer räumlichen Auflösung von ca. 0,25 m 3-dimensional dargestellt.



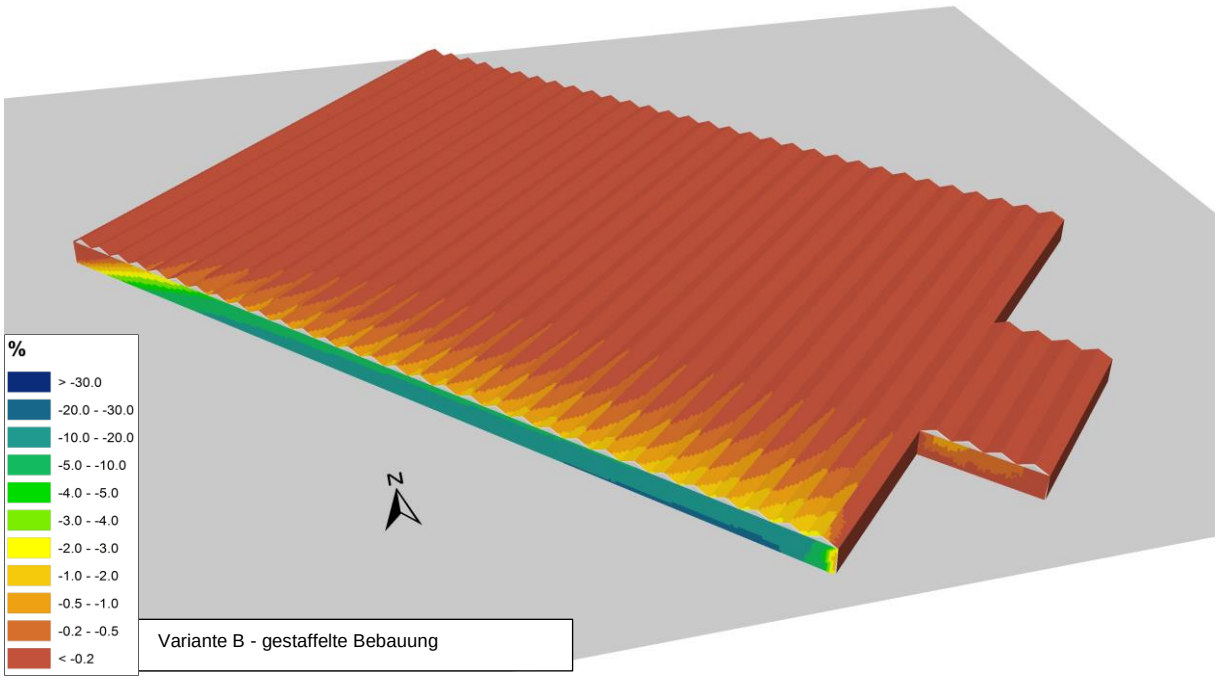
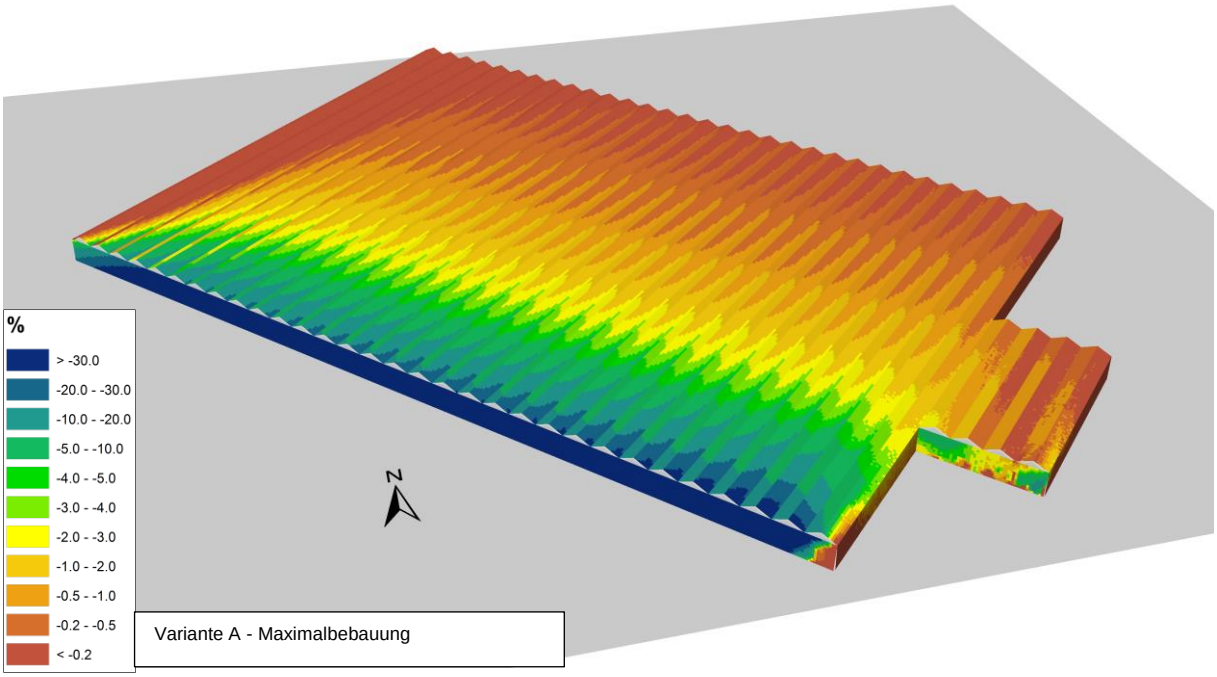


Abbildung 2.1: Prozentuale Veränderung der solaren Einstrahlung für das Gesamtjahr



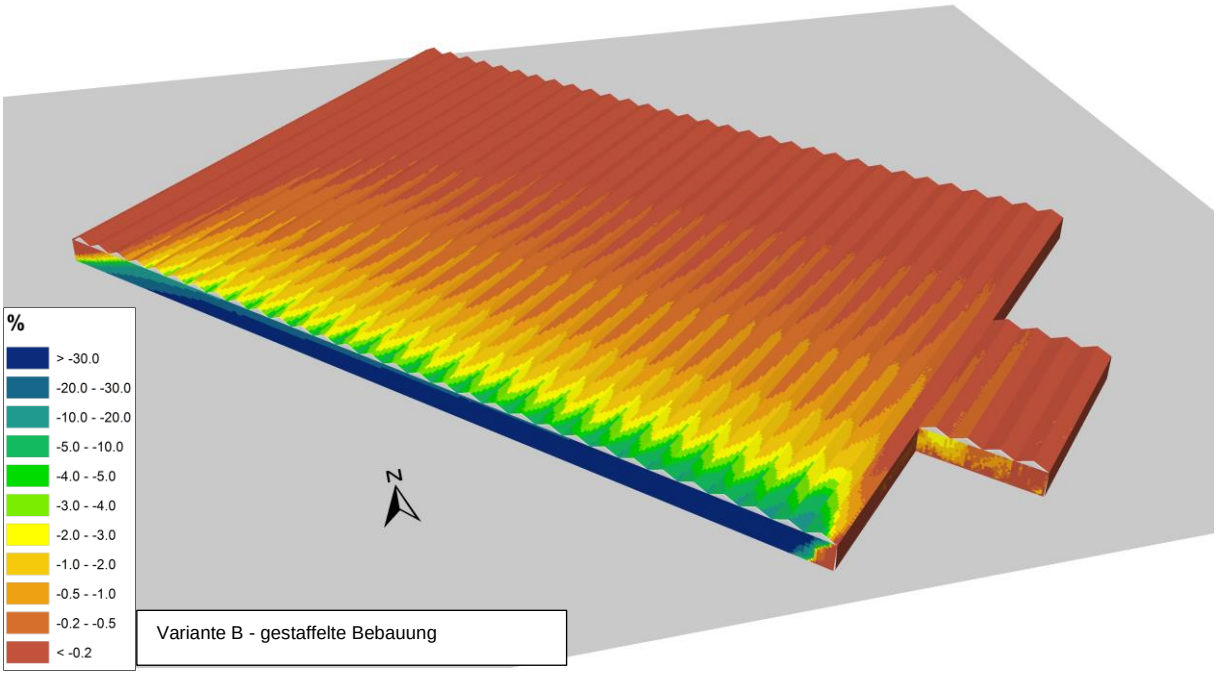
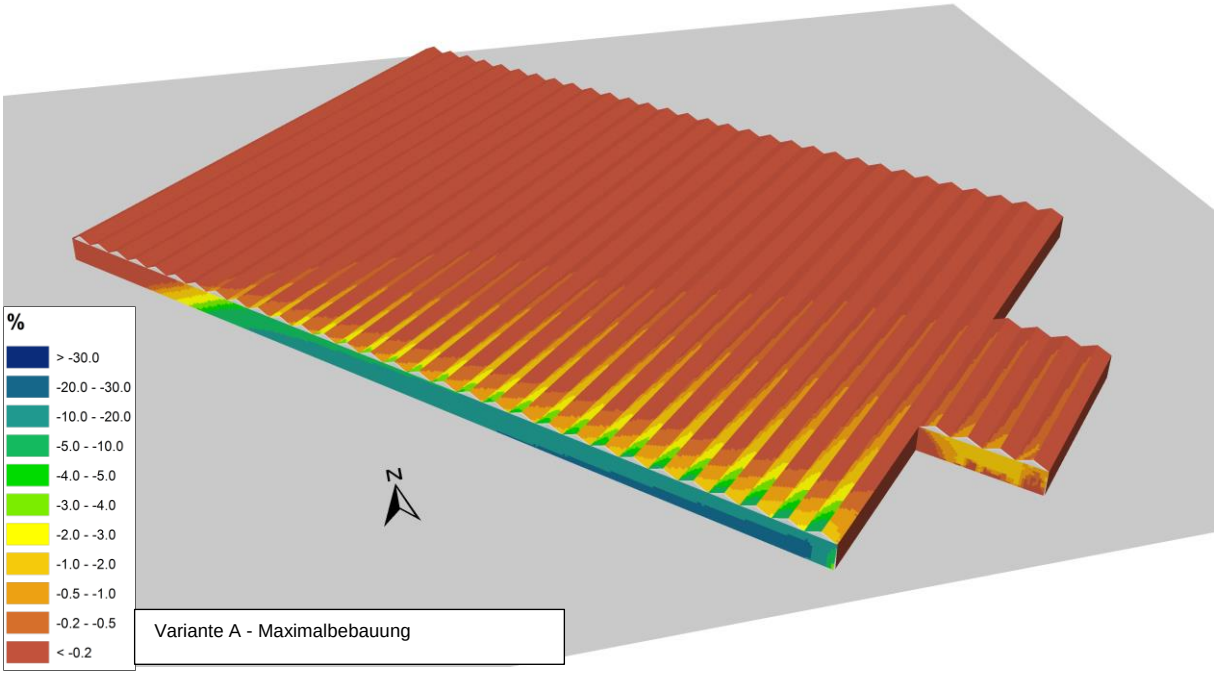


Abbildung 2.2: Prozentuale Veränderung der solaren Einstrahlung im Winter



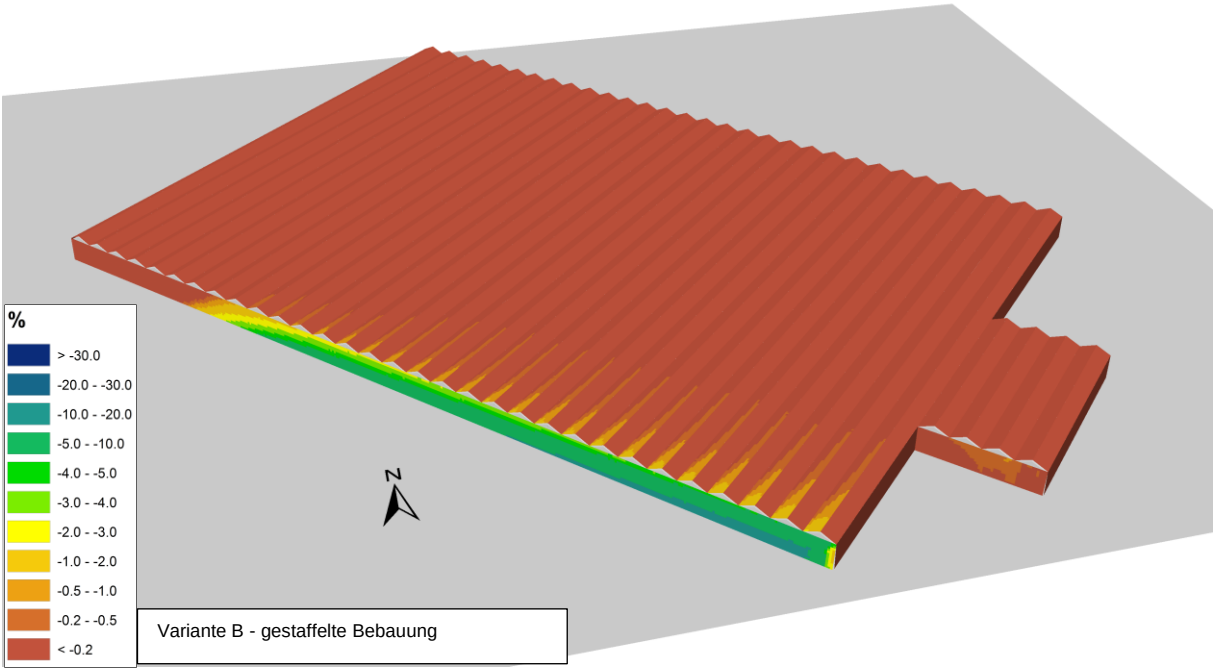
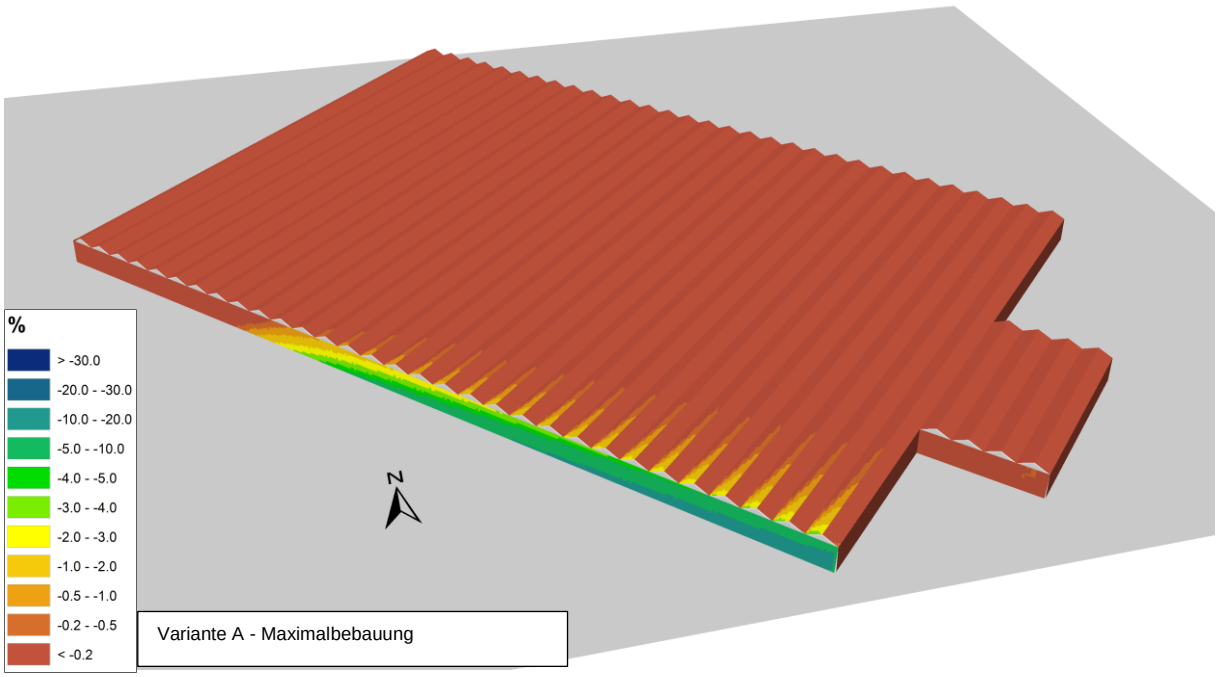


Abbildung 2.3: Prozentuale Veränderung der solaren Einstrahlung im Frühling



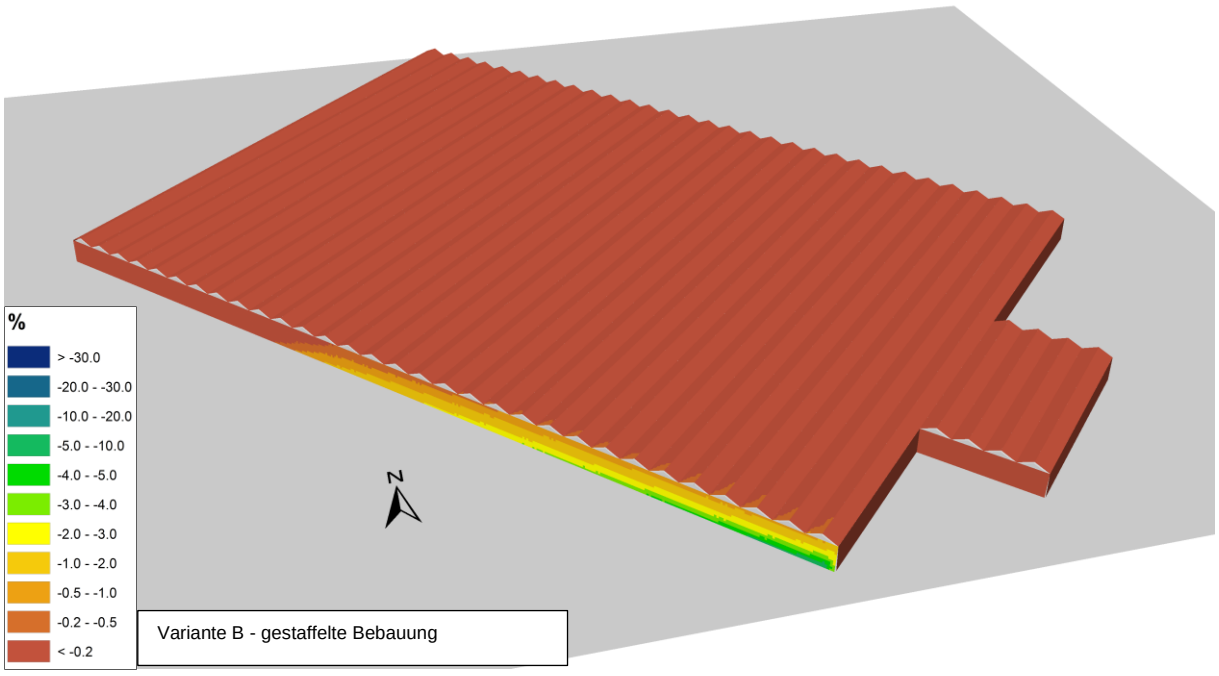
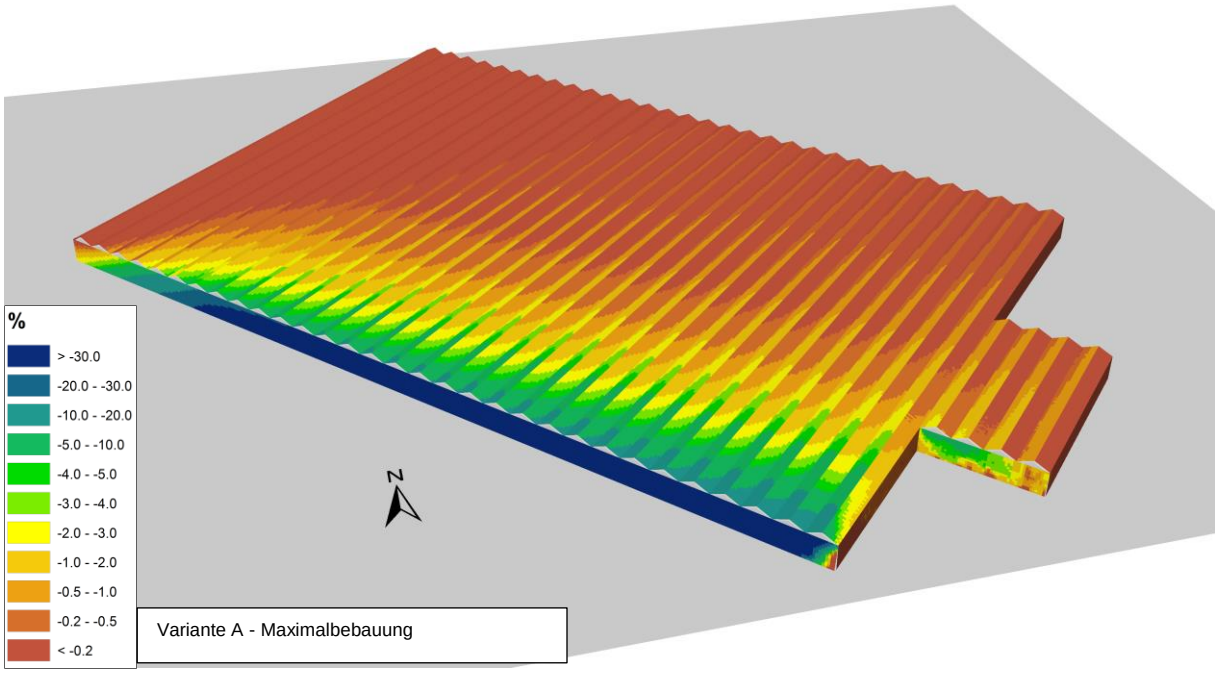


Abbildung 2.4: Prozentuale Veränderung der solaren Einstrahlung im Sommer



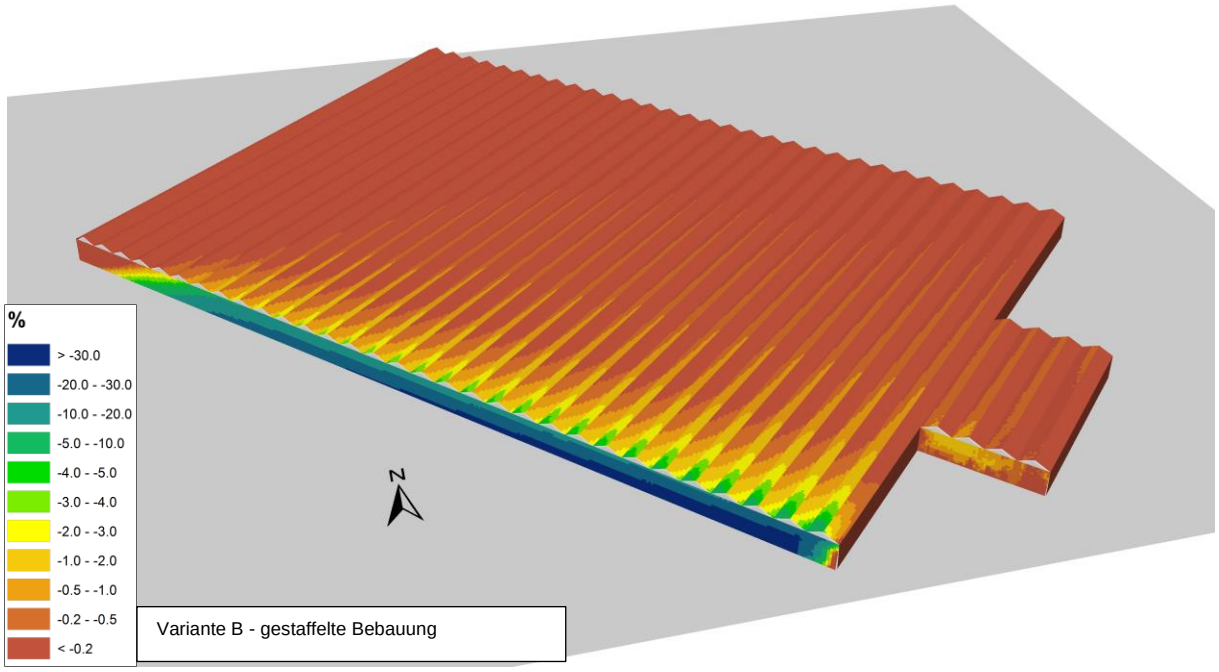


Abbildung 2.5: Prozentuale Veränderung der solaren Einstrahlung im Herbst

Die Ergebnisse der Strahlungssimulationsrechnungen lassen folgende Rückschlüsse zu:

- Im Jahresmittel wird die solare Einstrahlung in das Gewächshaus der Gärtnerei Tönneßen bei der Variante A (Maximalbebauung) um 1,0 % und bei der Variante B (gestaffelte Bebauung) um 0,4 % verringert.
- Erwartungsgemäß sind in den Wintermonaten die Strahlungsminderungen durch den Schattenwurf der geplanten Bebauung am stärksten. Sie betragen für die Variante A 4,9 % und für die Variante B 2,2 %.
- In den Sommermonaten sind bei den zwei unterschiedlichen Bebauungsvarianten die Minderungen der Gesamteinstrahlung vernachlässigbar (vgl. Tabelle 2.3).
- Die Ergebnisgrafiken zeigen, dass sich Verschattungseffekte mit entsprechenden Verringerungen der solaren Einstrahlung für die untersuchten Bebauungsvarianten im Wesentlichen auf den westlichen Randbereich der Dachfläche und die verglaste Westfassade des Gewächshauses beschränken.
- Für die Variante B sind für die Frühlings- und Sommermonate keine signifikanten Veränderungen der Einstrahlung über das Dach des Gewächshauses zu erwarten. Für die Sommermonate gilt diese Aussage auch für die Variante A (siehe Abbildung 2.3 und 2.4).

  Die deutlichsten Auswirkungen treten in den Wintermonaten auf (vgl. Abbildung 2.2). Hier sind für die Variante B im westlichen Randbereich des Daches Strahlungsminderungen von ca. 2 bis 5 % zu erwarten. Bei der Variante A sind hier die Verschattungseffekte und die hierdurch verursachten Strahlungsminderungen erheblich stärker ausgeprägt. So reicht der Bereich mit Minderungen von mehr als 2 % beinahe bis zur Mitte des Gewächshausdaches. Als Maximalwerte am westlichen Rand der Dachfläche betragen die Reduktionen bis zu ca. 30%.
- Bei der Variante A sind während des Zeitraumes Oktober bis Februar für die im westlichen Bereich des Gewächshauses angeordneten Pflanzen signifikante Auswirkungen auf die Tageslichtversorgung zu erwarten. Für die Variante B sind dagegen die Tageslichtreduktionen so gering, dass unseres Erachtens hierdurch ganzjährig keine Beeinträchtigungen im Hinblick auf das Wachstum und die Gesundheit der Pflanzen resultieren sollten.

3 Belüftung / Luftaustausch

Zur Untersuchung der Fragestellung, in welchem Maße die untersuchten Bebauungsvarianten die natürliche Belüftung des Gewächshauses der Gärtnerei Tönneßen beeinträchtigen, wurden Windfeldsimulationen mit der aktuellen Version des Rechenmodells MISKAM durchgeführt. Dieses Rechenmodell wurde an der Universität Mainz entwickelt und entspricht dem gegenwärtigen Wissensstand der mikrometeorologischen Strömungs- und Ausbreitungs-simulation.

Das Rechenmodell wurde durch umfangreiche Vergleichsrechnungen mit Windkanaluntersuchungen gemäß den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung“ validiert.

Ale eine wesentliche Untersuchungsgrundlage wurden langjährige Wetterdaten der ca. 3,7 km östlich gelegenen LUQS-Station Bonn-Auerberg herangezogen. Die Abbildung 3.1 zeigt die Windrichtungsverteilung dieser Station aus dem Zeitraum 2010 bis 2015.

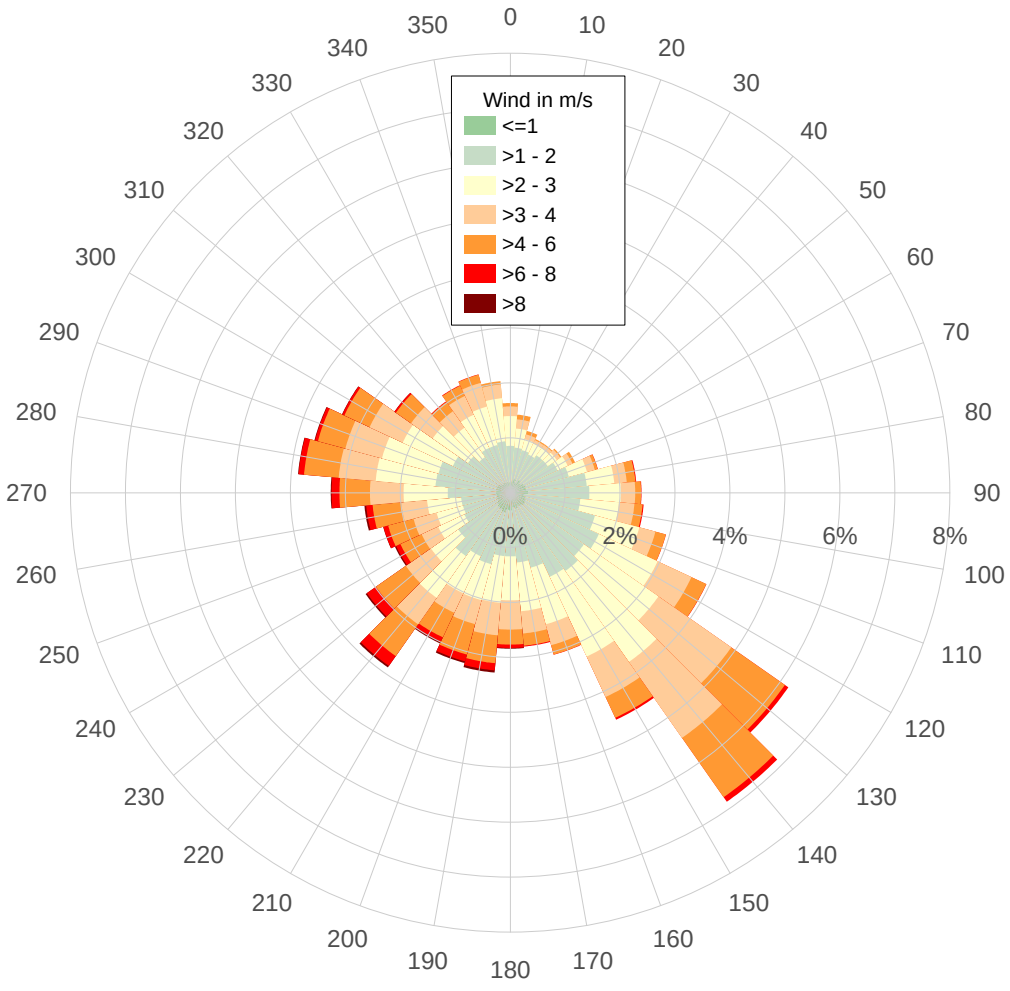


Abbildung 3.1: Windrichtungsverteilung der Messstation Bonn-Auerberg

Die Windrichtungsverteilung zeigt, dass der Wind im Untersuchungsraum aufgrund der Leitwirkung des Rheins besonders häufig aus südöstlichen Richtungen weht. Nebenmaxima der Windrichtungen sind Südwest und Nordwest.

Nach Aussagen der Landwirtschaftskammer resultieren aus der windabschirmenden Wirkung einer Bebauung und der damit einhergehenden schlechteren Belüftung des Gewächshauses Ertragsminderungen durch gehäuftes Auftreten von Pilzerkrankungen.

Zur besseren Einschätzung der Relevanz der veränderten Windverhältnisse auf die Funktionsfähigkeit der natürlichen Lüftung des Gewächshauses wurden daher aus den Wetterdaten des Gesamtzeitraums die Zeiten selektiert, an denen pflanzenphysiologisch ungünstige feucht-warme (Wasserdampfdruck größer 10,0 hPa, Lufttemperatur größer 15,0°C) und gleichzeitig windschwache (Windgeschwindigkeit kleiner 2,0 m/s) Wetterbedingungen vorlagen. Diese Bedingungen waren an 7,3 % des betrachteten Zeitraums von 2010 bis 2015 erfüllt.

Die sich hierfür ergebene Windrichtungsverteilung ist in der Abbildung 3.2 dargestellt. Sie verdeutlicht, dass diese, für die Pflanzengesundheit tendenziell kritischen, Wetterbedingungen besonders häufig bei südöstlichen und westlichen bis nordwestlichen Windrichtungen auftreten. Zur Abschätzung möglicher Beeinträchtigungen der Gewächshausbelüftung wurden daher diese Windrichtungen gezielt ausgewertet.

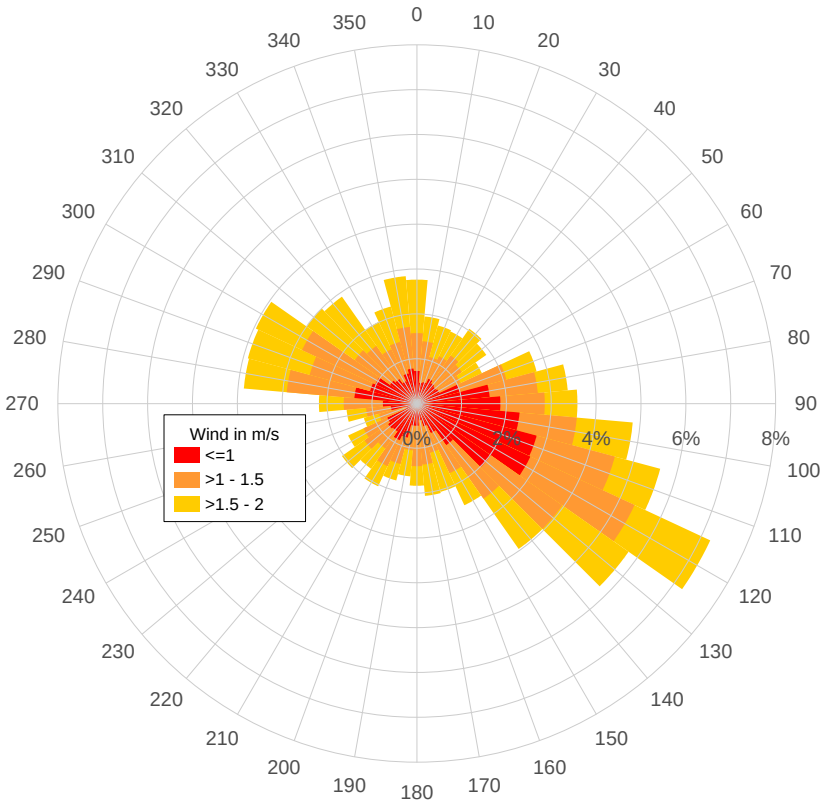
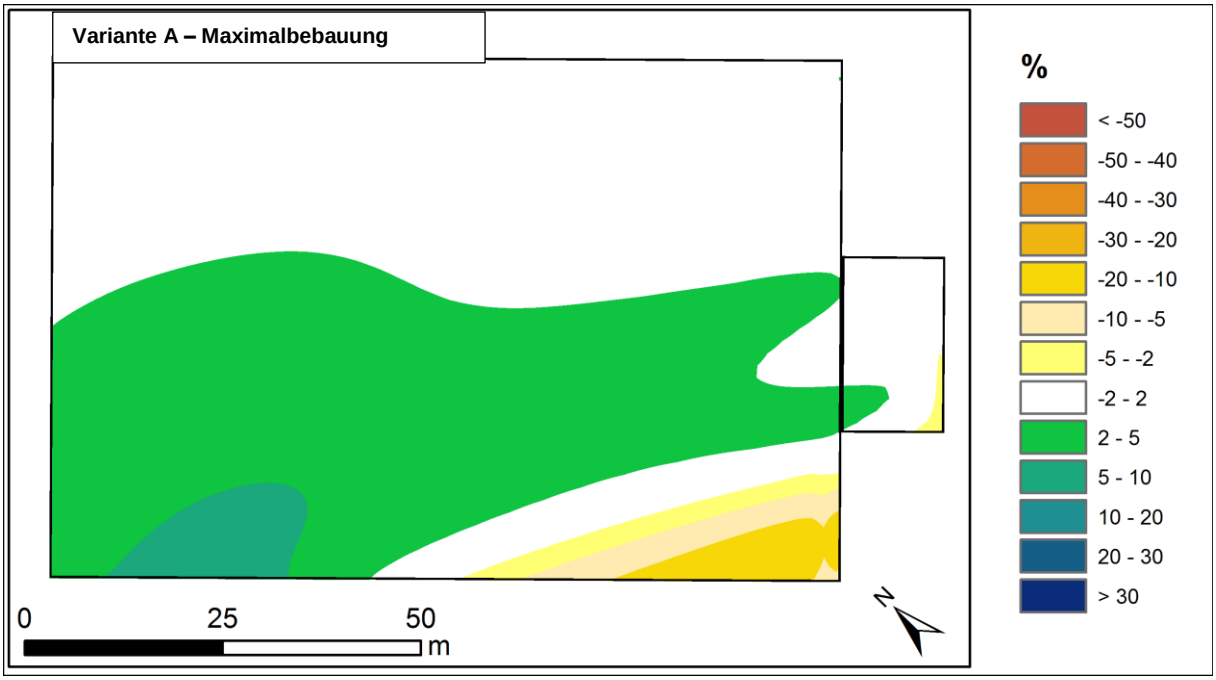


Abbildung 3.2: Windrichtungsverteilung der Messstation Bonn-Auerberg für windschwache und feucht-warmen Witterungsbedingungen

Als eine wesentliche Grundlage zur Klärung möglicher Probleme bei der natürlichen Belüftung des Gewächshauses wurden die Windgeschwindigkeitsveränderungen der Planvarianten A und B gegenüber dem Analysefall in einer Horizontalebene direkt oberhalb des Gewächshausdaches ausgewertet. Hier können bedarfsorientiert Teilelemente des Daches zur natürlichen Belüftung geöffnet werden (siehe Abb. 3.3).

Abbildung 3.3: Foto des Gewächshauses mit geöffneten Lüftungselementen

Die Abbildungen 3.4 und 3.5 stellen in Form einer Aufsicht auf das Gewächshaus die prozentuale Veränderung der Windgeschwindigkeit gegenüber der Bestandssituation dar. Positive Werte (grüne und blau Farben) zeigen einen Anstieg der Windgeschwindigkeit, negative Werte (gelbe und rote Färbung) stellen eine Geschwindigkeitsabnahme dar.



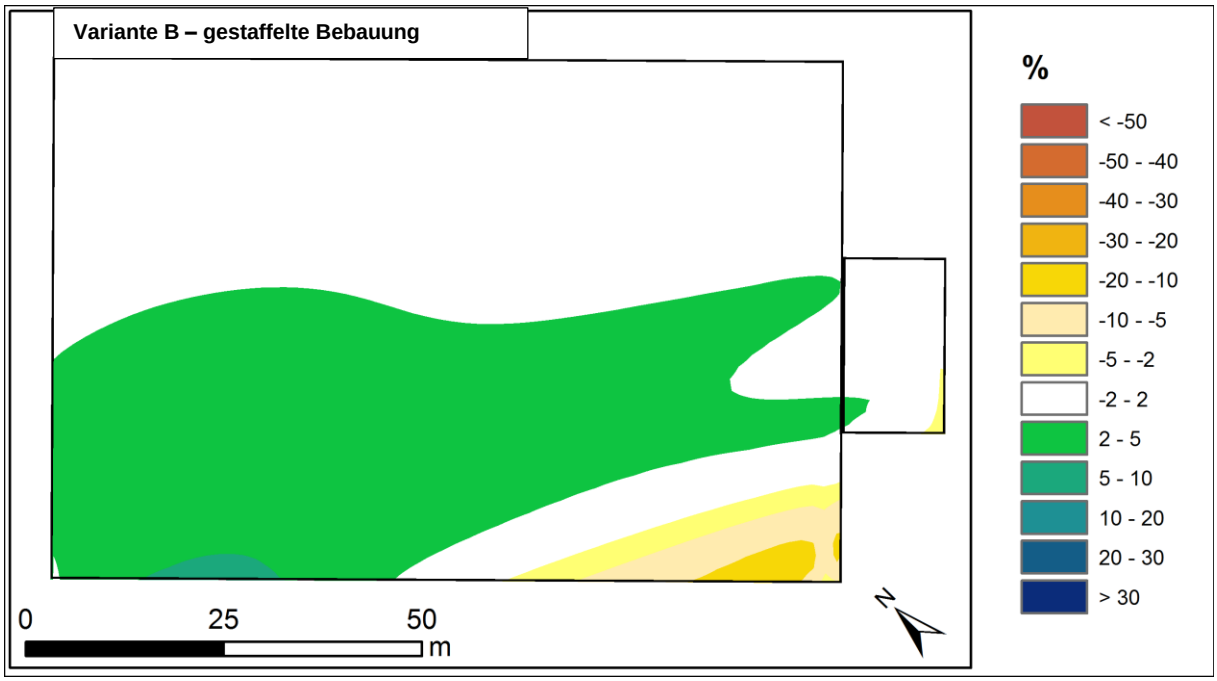
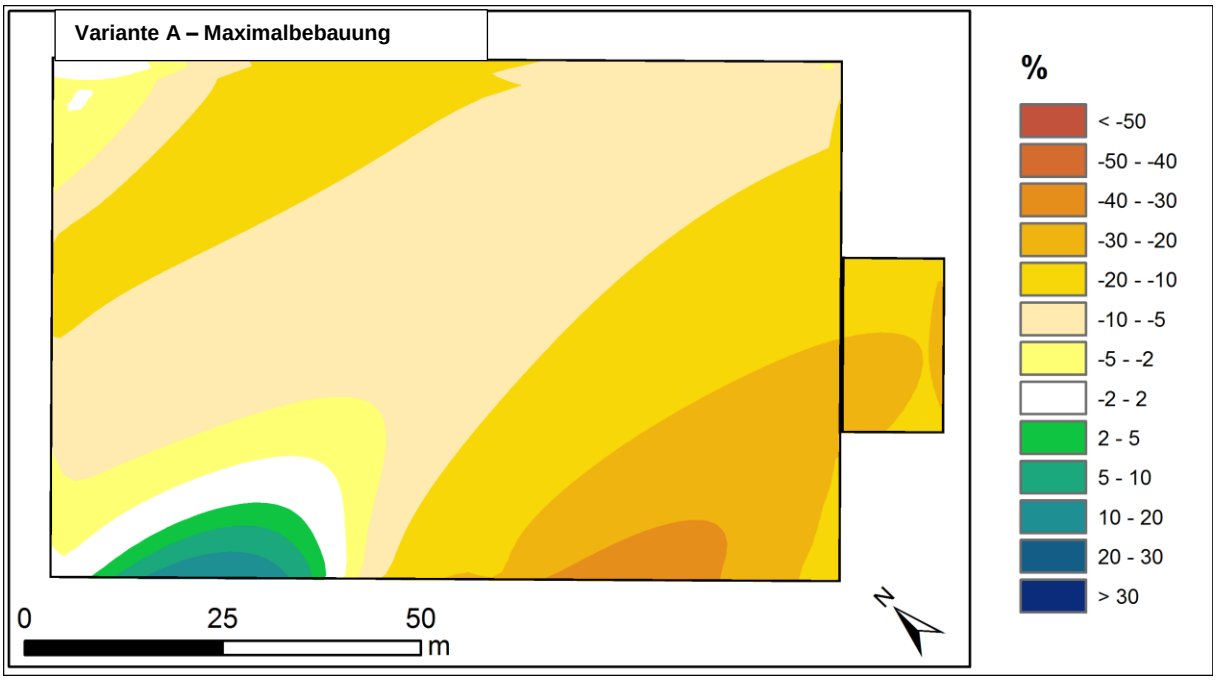


Abbildung 3.4: Prozentuale Veränderung der Windgeschwindigkeit bei Anströmung aus 120°



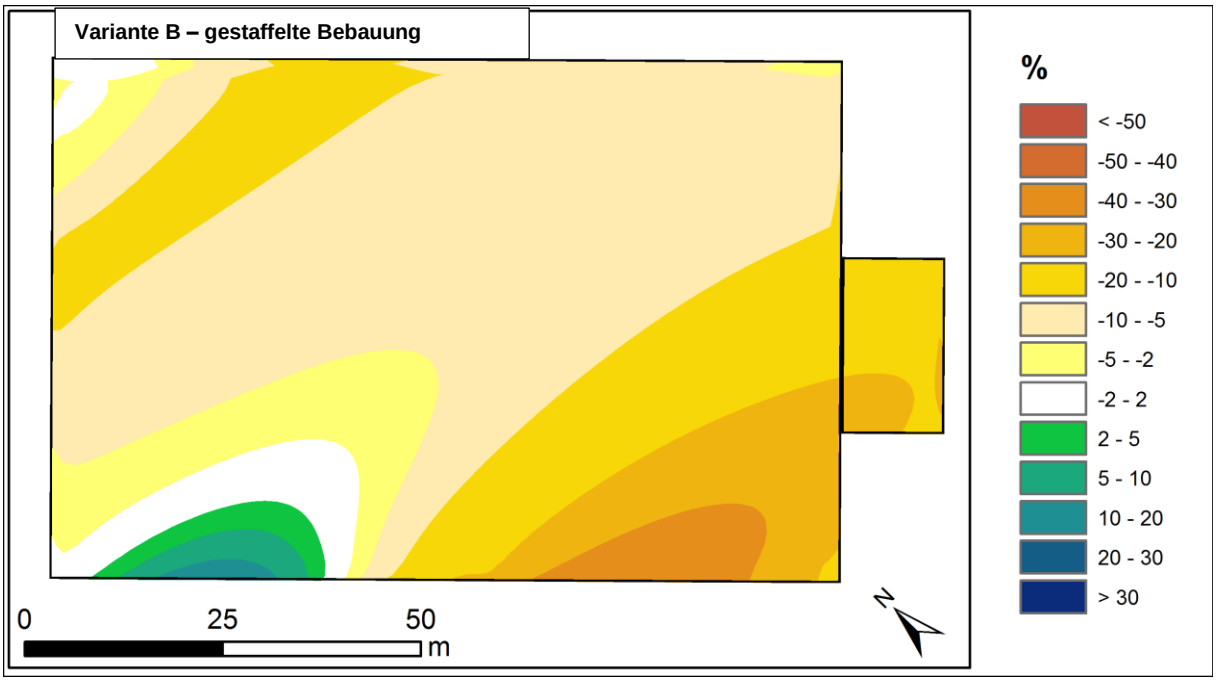


Abbildung 3.5: Prozentuale Veränderung der Windgeschwindigkeit bei Anströmung aus 280°

Die Analyse der Veränderungen der Überdachwindgeschwindigkeiten (Abb. 3.4 und 3.5) lässt unter Berücksichtigung der Windrichtungsverteilung bei ungünstigen Witterungsbedingungen (siehe Abb. 3.3) folgende Rückschlüsse zu:

- Bei der besonders bei schwachen Winden dominierenden Windrichtung Südost (120°) kommt es durch die Leit- und Verdrängungswirkung der geplanten Bebauung in einem größeren Bereich der Dachfläche zu einer Geschwindigkeitszunahme von ca. 2 bis 7%. In einem relativ kleinen Bereich, der sich an der Südwestecke der Dachfläche befindet, sind Reduktionen der Windgeschwindigkeiten zu erwarten. Diese Reduktionen betragen bei den Varianten A und B bis maximal 12%. Insgesamt wirken sich bei dieser Anströmrichtung die Bebauungsvarianten eher positiv aus.
- Bei der zweiten Hauptwindrichtung 280° überwiegen bei den Varianten A und B aufgrund der abschirmenden Wirkung des geplanten Gebäudes Windgeschwindigkeitsreduktionen im Überdachbereich. Diese betragen größtenteils 5 bis 20%. Verringerungen der Windgeschwindigkeit von mehr als 20% beschränken sich auf den Südwestbereich der Dachfläche.
- Ein Vergleich der Planvarianten zeigt erwartungsgemäß, dass die Veränderungen der Windverhältnisse bei der Variante B (gestaffelte Bebauung) geringer sind als bei der Variante A (Maximalbebauung). Die Unterschiede sind aber relativ gering.
- Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Häufigkeit der beiden Hauptwindrichtungen, insbesondere bei sehr geringen Windgeschwindigkeiten (weniger als 1 m/s), ist unseres Erachtens die grundsätzliche Funktionsfähigkeit der natürlichen Lüftung nicht gefährdet.
- Erfolgt die Steuerung des Öffnens und des Schließens der Lüftungselemente unter Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung, so sollten für die Varianten A und B die Windgeschwindigkeitsreduktionen im Überdachniveau bei südwestlichen bis westlichen Richtungen berücksichtigt werden, um durch früheres Öffnen und späteres Schließen längere Öffnungszeiten der Lüftungsflügel zu erreichen.

4 Zusammenfassung

Durch die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr.: 092 Alfter Nord Teilbereich 1a sollen die planungsrechtlichen Voraussetzungen für eine Gewerbeansiedlung geschaffen werden. Unmittelbar östlich des Plangebietes befindet sich der Gärtnereibetrieb Tönneßen.

In einer Stellungnahme geht die Landwirtschaftskammer NRW davon aus, dass die mit der geplanten Gewerbebebauung einhergehende Verschattung und Windabschirmung erhebliche Beeinträchtigungen des Gärtnereibetriebs verursachen werden, die die wirtschaftliche Existenz des Biobetriebs gefährden können.

Im Rahmen einer klimatischen Studie wurden daher die für die Klärung der Fragestellung maßgeblichen meteorologischen Aspekte Strahlung / Verschattung und Wind / Luftaustausch detailliert analysiert.

Hierbei wurden die folgenden Bebauungsvarianten untersucht:

Variante 0: Analysefall mit bestehender Bebauung (Gewächshaus, Wohnhaus und vorhandene Bebauung Gewerbegebiet)

Variante A: bestehende Bebauung und geplanter maximaler Baukörper im Plangebiet

Variante B: bestehende Bebauung und geplanter nach Höhen gestaffelter Baukörper

Sollten sich gegenüber den beiden untersuchten Bebauungsvarianten (vgl. Abb. 1.2 und Abb. 1.3) im weiteren Planungsverlauf geringfügige Veränderungen der Gebäudekubaturen ergeben, so bleiben die Rückschlüsse für den Gewächshausbetrieb, die aus den Untersuchungsergebnisse zur Belichtung und Belüftung (vgl. Kapitel 3 und 4) abgeleitet werden, hiervon unberührt.

Die durch den **Schattenwurf** der geplanten Bebauung verursachten Minderungen des Tageslichtangebots wurden mit Hilfe detaillierter Strahlungssimulationen bestimmt. Die Berechnungen wurden unter Berücksichtigung repräsentativer Strahlungsdaten mit dem Simulationsmodell *simuSOLAR* mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung durchgeführt.

Die Ergebnisauswertungen belegen, dass bei der Variante A (Maximalbebauung) während des Zeitraumes Oktober bis Februar für die im westlichen Bereich des Gewächshauses angeordneten Pflanzen signifikante Auswirkungen auf die Tageslichtversorgung resultieren. Für die Variante B (gestaffelte Bebauung) sind dagegen die Tageslichtreduktionen so gering, dass unseres Erachtens hierdurch ganzjährig keine Beeinträchtigungen im Hinblick auf das Wachstum und die Gesundheit der Pflanzen resultieren sollten.

Nach Aussagen der Landwirtschaftskammer resultieren aus der windabschirmenden Wirkung der geplanten Bebauung und der damit einhergehenden schlechteren Belüftung des Gewächshauses Ertragsminderungen durch gehäuftes Auftreten von Pilzerkrankungen.

Als Grundlage für die Analyse möglicher Beeinträchtigungen der natürlichen Belüftung des Gewächshauses wurden Windfeldsimulationen mit der aktuellen Version des Rechenmodells MISKAM durchgeführt.

Als eine wesentliche Untersuchungsgrundlage wurden langjährige Wetterdaten der ca. 3,7 km östlich gelegenen LUQS-Station Bonn-Auerberg herangezogen.

Zur besseren Einschätzung der Relevanz der veränderten Windverhältnisse auf die Funktionsfähigkeit der natürlichen Lüftung des Gewächshauses wurden daher aus den Wetterdaten des Gesamtzeitraums die Zeiten selektiert, an denen pflanzenphysiologisch ungünstige feucht-warme Wetterbedingungen vorlagen.

Die sich hierfür ergebende Windrichtungsverteilung (siehe Abbildung 3.2) verdeutlicht, dass diese für die Pflanzengesundheit tendenziell kritischen Wetterbedingungen besonders häufig bei südöstlichen und westlichen bis nordwestlichen Windrichtungen auftreten. Zur Abschätzung möglicher Beeinträchtigungen der Gewächshausbelüftung wurden daher diese Windrichtungen gezielt analysiert.

Die Ergebnisauswertungen lassen unseres Erachtens den Rückschluss zu, dass unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Häufigkeit der beiden Hauptwindrichtungen, insbesondere bei sehr geringen Windgeschwindigkeiten die grundsätzliche Funktionsfähigkeit der natürlichen Lüftung gewährleistet ist.

Erfolgt die Steuerung des Öffnens und des Schließens der Lüftungselemente unter Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung, so sollten für die Varianten A und B die Windgeschwindigkeitsreduktionen im Überdachniveau bei südwestlichen bis westlichen Richtungen berücksichtigt werden, um durch früheres Öffnen und späteres Schließen längere Öffnungszeiten der Lüftungsflügel zu erreichen.