

# Erstellung von Polaritätenprofilen für das Konzept Gestank und Duft für die Tierarten Mastbullen, Pferde und Milchvieh

 Bericht

<b>AUFTRAGGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a> Bayerisches Landesamt für Umwelt, 86177 Augsburg, <a href="http://www.lfu.bayern.de">www.lfu.bayern.de</a>
<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>BEARBEITUNG</b>	uppenkamp und partner Sachverständige für Immissionsschutz Dipl.-Biol. Michael Bischoff Kapellenweg 8, 48683 Ahaus, <a href="http://www.uppenkamp-partner.de">www.uppenkamp-partner.de</a>
<b>LAYOUT</b>	VIVA IDEA Grafik-Design, Sabine Keller Obere Burgstraße 12, 73773 Aichwald, <a href="http://www.vivaidea.de">www.vivaidea.de</a>
<b>GEFÖRDERT DURCH</b>	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, Rosenkavalierplatz 2, 81925 München
<b>BEZUG</b>	Der Bericht ist als Download im pdf-Format kostenlos erhältlich bei der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>STAND</b>	Juni 2017
<b>BILDNACHWEIS</b>	Anhang D



**Baden-Württemberg**  
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

**Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz**



Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

<b>1</b>	<b>GRUNDLAGEN</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>BETEILIGTE INSTITUTIONEN UND TIERHALTUNGSBETRIEBE</b>	<b>8</b>
3.1	Kurzbeschreibung der Tierhaltungsbetriebe	9
<b>4</b>	<b>UNTERSUCHUNGSUMFANG, MESSBEDINGUNGEN UND ZEITPLAN</b>	<b>14</b>
4.1	Messbedingungen	14
4.2	Zeitplan und Prüfeinsatz	14
<b>5</b>	<b>METHODEN</b>	<b>15</b>
5.1	Polaritätenprofile	15
5.1.1	Vorbemerkung	15
5.1.2	Verfahren zur Erstellung der Polaritätenprofile	15
5.1.3	Auswertung der Polaritätenprofile	16
5.2	Bewertung der Intensität und der hedonischen Geruchswirkung	17
5.3	Fahnenbegehungen	17
5.3.1	Verfahren der Fahnenbegehung	17
5.3.2	Meteorologische Messstation	17
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>18</b>
6.1	Polaritätenprofile	18
6.1.1	Polaritätenprofile Duft und Gestank	18
6.1.2	Polaritätenprofile Mastbullenställe	19
6.1.3	Polaritätenprofile Milchviehställe	20
6.1.4	Polaritätenprofile Pferdeställe (ohne Berücksichtigung der Mistlager)	21
6.1.5	Polaritätenprofile Silagen	22
6.1.6	Polaritätenprofil Pferdemist	23
6.1.7	Vergleich der Polaritätenprofile	
6.1.7	Vergleich der Polaritätenprofile	24
6.1.8	Vergleich der Korrelationskoeffizienten	26
6.1.9	Entfernung der Messpunkte von den Ställen	27
6.1.10	Polaritätenprofile in Abhängigkeit von der Entfernung zum Stall	29
6.2	Bewertung der Intensität und der hedonischen Geruchswirkung	31
6.2.1	Ställe	31
6.2.2	Silage und Pferdemist	32
6.3	Fahnenbegehungen	34
6.3.1	Hofstelle BM II am 28.06.2016	34
6.3.2	Hofstelle BM II am 11. 10. 2016	36
6.3.3	Hofstelle MV II am 29. 6. 2016	39
6.3.4	Hofstelle MV II am 12. 10. 2016	41
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE</b>	<b>43</b>

<b>ANHANG</b>	<b>45</b>	
A	Polaritätenprofile	46
B	Datenaufnahmebogen Geruchsintensität/Hedonik	48
C	Meteorologische Bedingungen während der Messungen und der Fahrenbegehungen	49
D	Bildnachweis	72

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Außen- und Innenansicht Stall MV I	9
Abbildung 2:	Innenansicht Stall MV II	9
Abbildung 3:	Lage untersuchter Stall BM I	10
Abbildung 4:	Innenansicht Stall BM I	10
Abbildung 5:	Lage untersuchter Stall BM II	11
Abbildung 6:	Außen- und Innenansicht Stall BM II	11
Abbildung 7:	Innenansicht Stall BM III	12
Abbildung 8:	Innenansicht Stall BM IV	12
Abbildung 9:	Außenansicht Stall P1	13
Abbildung 10:	Meteorologische Messstation	17
Abbildung 11:	Vergleich der durch die Prüfer erzeugten Duft- und Gestankprofile mit den repräsentativen Duft- und Gestankprofilen	18
Abbildung 12:	Polaritätenprofile der Mastbullenställe	19
Abbildung 13:	Polaritätenprofile der Milchviehställe	20
Abbildung 14:	Polaritätenprofile der Pferdeställe ohne Berücksichtigung des Pferdemists	21
Abbildung 15:	Polaritätenprofil der Silagen	22
Abbildung 16:	Polaritätenprofil Pferdemist (Ruhezustand und Verladung)	23
Abbildung 17:	Vergleich der gemittelten Polaritätenprofile der Tierställe und der Silagen	24
Abbildung 18:	Vergleich der Polaritätenprofile der untersuchten Ställe mit dem der Qualität „Rinder“ aus [1]	25
Abbildung 19:	Vergleich der Korrelationskoeffizienten zum Duft-/Gestankprofil	26
Abbildung 20:	Vergleich der Korrelationskoeffizienten	27
Abbildung 21:	Entfernung der Messpunkte von der Quelle bei den Mastbullenställen	28
Abbildung 22:	Entfernung der Messpunkte von der Quelle bei den Milchviehställen	28
Abbildung 23:	Entfernung der Messpunkte von der Quelle bei den Pferdeställen	28
Abbildung 24:	Polaritätenprofile in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Mastbullenställen	29
Abbildung 25:	Polaritätenprofile in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Milchviehställen	30
Abbildung 26:	Polaritätenprofile in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Pferdeställen	30
Abbildung 27:	Mittlere Intensität in Abhängigkeit von der Entfernung zur Quelle	31

Abbildung 28: Mittlere Hedonik in Abhängigkeit von der Entfernung zur Quelle	32
Abbildung 29: Mittlere Intensität Silage und Pferdemist	33
Abbildung 30: Mittlere Hedonik Silage und Pferdemist	33
Abbildung 31: Lage der Schnittlinienmessungen BM II am 28.6.2016	34
Abbildung 32: Messung 1 BM II am 28.6.2016	35
Abbildung 33: Messung 5 BM II am 28.6.2016	35
Abbildung 34: Messung 4 BM II am 28.6.2016	35
Abbildung 35: Lage der Schnittlinienmessungen BM II am 11.10.2016	36
Abbildung 36: Messung 1 BM II am 11.10.2016	37
Abbildung 37: Messung 2 BM II am 11.10.2016	37
Abbildung 38: Messung 3 BM II am 11.10.2016	37
Abbildung 39: Messung 4 BM II am 11.10.2016	38
Abbildung 40: Messung 5 BM II am 11.10.2016	38
Abbildung 41: Lage der Schnittlinienmessungen MV II am 29.6.2016	39
Abbildung 42: Messung 4 MV II am 29.6.2016	40
Abbildung 43: Messung 1 MV II am 29.6.2016	40
Abbildung 44: Messung 3 MV II am 29.6.2016	40
Abbildung 45: Lage der Schnittlinienmessungen MV II am 12.10.2016	41
Abbildung 46: Messung 1 MV II am 12.10.2016	42
Abbildung 47: Messung 2 MV II am 12.10.2016	42
Abbildung 48: Messung 3 MV II am 12.10.2016	42

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitplan der Messkampagnen	14
Tabelle 2: Prüferinsatz	15
Tabelle 3: Anzahl der angefertigten Polaritätenprofile	16

# 1 Grundlagen

- [1] Geruchsbeurteilung in der Landwirtschaft. Bericht zu Expositions-Wirkungsbeziehungen, Geruchshäufigkeit, Intensität, Hedonik und Polaritätenprofilen. Materialien 73. LUA NRW, 2006.
- [2] VDI 3940 Blatt 4: 2010-06 Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung; Polaritätenprofile. Berlin: Beuth Verlag.
- [3] VDI 3940 Blatt 3: 2010-01 Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen; Ermittlung von Geruchsintensität und hedonischer Geruchswirkung im Feld. Berlin: Beuth Verlag.
- [4] VDI 3940 Blatt 2: 2006-02 Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen; Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen; Fahnenmessung. Berlin: Beuth Verlag.
- [5] Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie –GIRL–), Länderausschuss für Immissionsschutz, in der Fassung vom 29. Februar 2008 und einer Ergänzung vom 10. September 2008 mit Begründung und Auslegungshinweisen in der Fassung vom 29. Februar 2008.
- [6] SUCKER, K.; BISCHOFF, M.; KRÄMER, U.; KÜHNER, D.; WINNEKE, G.: Untersuchungen zur Auswirkung von Intensität und hedonischer Geruchsqualität auf die Ausprägung der Geruchsbelästigung. Forschungsbericht des MIU, Düsseldorf, und der Fa. deBAKOM, Odenthal, im Auftrag des MUNLV NRW (Herausgeber), Düsseldorf, des MUV BW, Stuttgart, und des VCI e.V., Frankfurt. Düsseldorf, im Januar 2003.

## 2 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Beurteilung von Geruchsimmissionen durch landwirtschaftliche Anlagen wirft bundesweit Probleme auf. Auch da, wo die Landwirtschaft privilegiert ist, ergeben sich aufgrund der Vielzahl der landwirtschaftlichen Betriebe kaum mehr Entwicklungsmöglichkeiten.

Im Rahmen eines länderübergreifenden Projektes „Geruchsbeurteilung in der Landwirtschaft“ [1] wurde in den Jahren 2002 bis 2006 untersucht, wie sich die von Tierhaltungsanlagen ausgehenden Immissionen sachgerecht beurteilen lassen. Anhand dieser Ergebnisse wurden für die Tierarten Mastgeflügel (Pute, Enten, Masthähnchen), Mastschweine und Milchvieh mit Jungtieren tierartspezifische Gewichtungsfaktoren abgeleitet.

Da die Tierarten Mastbullen und Pferde im Rahmen des Projektes nicht untersucht wurden, können für diese Tierarten keine tierartspezifischen Gewichtungsfaktoren berücksichtigt werden. In der Praxis werden diese beiden Tierarten jedoch hinsichtlich der Zuordnung zu tierartspezifischen Gewichtungsfaktoren in der Geruchsimmissions-Richtlinie je nach Bundesland unterschiedlich beurteilt.

An dieser Stelle setzt die Untersuchung „Erstellung von Polaritätenprofilen für das Konzept Gestank und Duft für die Tierarten Mastbullen, Pferde und Milchvieh“ an. Schwer-

punkt dieser Untersuchung ist das Erstellen von Polaritätenprofilen für die genannten Tierarten gemäß Richtlinie VDI 3940 Blatt 4 [2] und die Erfassung der Geruchsintensitäten gemäß Richtlinie VDI 3940 Blatt 3 [3].

Das Ziel der Untersuchung besteht darin, statistisch abgesicherte, gemäß Richtlinie VDI 3940 Blatt 4 [2] erstellte Polaritätenprofile für Mastbullen und Pferde mit den Profilen des Milchviehs zu vergleichen, um die tierartspezifischen Gewichtungsfaktoren von Pferden und Mastbullen auf Plausibilität zu prüfen.

Dazu ist es auch notwendig, Polaritätenprofile der zugehörigen Silagen zu erheben und teilweise auch Fahrenbegehungen nach VDI 3940 Blatt 2 [4] durchzuführen.

Die Konzeption und Zielsetzung der Untersuchung ist so ausgerichtet, dass nach Auswertung der Ergebnisse eine abgesicherte Festlegung von tierartspezifischen Gewichtungsfaktoren für die Tierarten Mastbullen und Pferde möglich ist.

Um die Ergebnisse zur Pferdehaltung, die zunächst auf den Erhebungen an nur einem Stall in Baden-Württemberg beruhen, statistisch abzusichern, wurden im Herbst/Winter 2016 noch zwei weitere Ställe in Nordrhein-Westfalen untersucht.

# 3 Beteiligte Institutionen und Tierhaltungsbetriebe

Beteiligte Institutionen sind:

- Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
- Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

Die Auswahl der in den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg ansässigen Tierhaltungsbetriebe erfolgte durch die Auftraggeber.

## **Milchviehhaltung**

- MV I (BY)
- MV II (BW)

## **Mastbullenhaltung**

- BM I (BY)
- BM II (BY)
- BM III (BW)
- BM IV (BW)

## **Pferdehaltung**

- P I (BW)
- P II (NRW)
- P III (NRW)

### 3.1 Kurzbeschreibung der Tierhaltungsbetriebe

MV I	
Stallung	Milchviehstall
Lüftung	Trauf-Firstlüftung, Offenfront mit Curtains (Wickellüftung), Kaltstall
Anzahl Tiere	130
Boden	Vollspalten mit Laufgang
Fütterung	Mais-/Grassilage (50/50), Kraftfutter
Reinigung	Füttertisch täglich, Güllekanäle ca. alle 3 Wochen entleert
Silagelager	ca. 135 m vom Stall entfernt



Abbildung 1: Außen- und Innenansicht Stall MV I

MV II	
Stallung	Milchviehstall
Lüftung	Trauf-Firstlüftung, Querlüftung
Anzahl Tiere	91
Boden	Beton, Schieber, Vollspaltenboden
Fütterung	Mais-/Grassilage (50/50)
Reinigung	Schieber 2 mal am Tag
Silagelager	ca. 15 m vom Stall entfernt



Abbildung 2: Innenansicht Stall MV II

BM I	
Stallung	Mastbullenstall, Kälber
Lüftung	Trauf-Firstlüftung, Spaceboard, Kaltstall
Anzahl Tiere	100 Bullen, 50 Kälber
Boden	Tretmist
Fütterung	80 % Mais, 20 % Grassilage, Kraftfutter
Reinigung	Bullen: Tretmist 1 x pro Woche mit Nachstreuen im vorderen Bereich Kälber: nach 4–6 Wochen (Umstallung), Futtertisch täglich
Silagelager	ca. 16 m vom Stall entfernt, immer nur 1 Silo ist offen, z. T. Gras und Mais gemischt eingelagert



Abbildung 3: Lage untersuchter Stall BM I

Geobasisdaten: © Bayerische Vermessungsverwaltung, [www.geodaten.bayern.de](http://www.geodaten.bayern.de)



Abbildung 4: Innenansicht Stall BM I

BM II	
Stallung	Mastbullenstall
Lüftung	Trauf-Firstlüftung, Curtains, Kaltstall
Anzahl Tiere	220
Boden	Vollspalten
Fütterung	80 % Mais, 20 % Grassilage, Kraftfutter
Reinigung	Gülle Keller – wird bei Bedarf ausgebracht, Futtertisch täglich
Silagelager	ca. 90 m vom Stall entfernt



Abbildung 5: Lage untersuchter Stall BM II

(Geobasisdaten: © Bayerische Vermessungsverwaltung, [www.geodaten.bayern.de](http://www.geodaten.bayern.de))



Abbildung 6: Außen- und Innenansicht Stall BM II

BM III	
Stallung	Mastbullenstall
Lüftung	Trauflüftung/Querlüftung im Sommer
Anzahl Tiere	85
Boden	Vollspalten
Fütterung	Mais-/Grassilage
Reinigung	Gülle Keller, nach Um- bzw. Ausstallung
Silagelager	ca. 14 m vom Stall entfernt

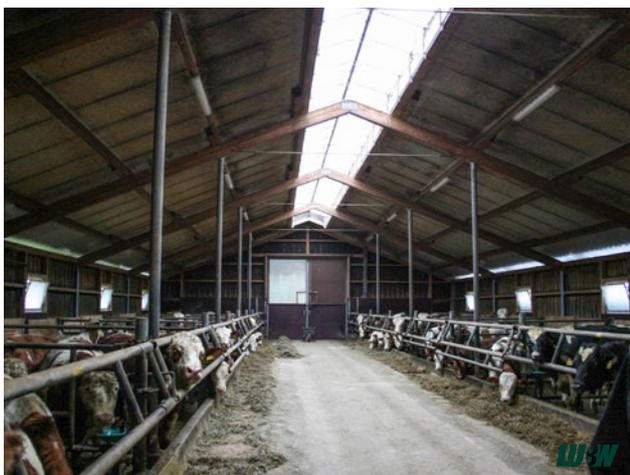


Abbildung 7: Innenansicht Stall BM III

BM IV	
Stallung	Mastbullenstall
Lüftung	Trauf-First-Lüftung, Seitenlüftung, Kaltstall
Anzahl Tiere	150
Boden	Spalten
Fütterung	Mais-/Grassilage, Kraftfutter, Körnermais, Sojaschrot, Gras
Reinigung	mit Schieber
Silagelager	ca. 25 m vom Stall entfernt



Abbildung 8: Innenansicht Stall BM IV

P I	
Stallung	Pferdehaltung
Lüftung	Tor, über Paddocks
Anzahl Tiere	32
Boden	Beton, eingestreut mit Stroh oder Spänen
Fütterung	Heu und je nach Besitzer Hafer
Reinigung	2 x am Tag die Ställe, Paddocks individuell je Besitzer
Mistlege	ca. 40 m südöstlich des Stalls gelegen



Abbildung 9: Außenansicht Stall P I

P II	
Stallung	Pferdehaltung
Lüftung	2 Stalltore
Anzahl Tiere	26
Boden	Beton, eingestreut mit Stroh
Fütterung	Heu und je nach Besitzer unterschiedliches Futter
Reinigung	1 x am Tag
Mistlege	vorhanden, aber mit anderem Mist vermischt

P III	
Stallung	Pferdehaltung
Lüftung	2 Stalltore
Anzahl Tiere	16
Boden	Beton/Verbundsteine, eingestreut mit Stroh
Fütterung	Heu, das im Eingangsbereich gelagert wird
Reinigung	1 x am Tag
Mistlege	unmittelbar südlich der Stallungen gelegen

# 4 Untersuchungsumfang, Messbedingungen und Zeitplan

Insgesamt sind die unter Abschnitt 3 genannten neun Betriebe an vier nicht aufeinanderfolgenden Tagen zu untersuchen.

Um die Einflüsse der Silagequalität und damit vor allem die Emissionen des Futtertisches im Stall besser einstuft zu können, wurden eigene Profile für diese Geruchsquellen erfasst und die Silage zudem durch das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg Standort Karlsruhe (LTZ) analysiert und die Qualität bewertet.

Während einer Messkampagne, die sich über zwei Tage erstreckte, wurden jeweils vier der sieben Hofstellen besucht, Polaritätenprofile erstellt und eine Bewertung der Geruchsintensität sowie der hedonischen Geruchswirkung durchgeführt. Der Besuch der beiden Pferdeställe in Nordrhein-Westfalen erfolgte an jeweils einem Tag je Messkampagne. Darüber hinaus wurden im Rahmen von zwei Messkampagnen an jeweils zwei Tagen Fahrenbegehungen im Bereich der Betriebe MV II und BM II durchgeführt.

Der 1. Teil der Untersuchung der Pferdehaltung erfolgte ohne Berücksichtigung des Mistlagers. Im 2. Teil wurden auch Polaritätenprofile der Qualität „Pferdemistlager“ erstellt.

## 4.1 Messbedingungen

Die Festlegung der Messpunkte erfolgte in Abhängigkeit von der Windrichtung und die Bewertung anhand einheitlicher Kriterien. Dadurch wurde eine vergleichbare und repräsentative Erstellung der Profile sichergestellt. Bei der Auswahl der Messtage wurde u. a. darauf geachtet, dass der Stall möglichst maximal belegt war und keine untypischen klimatischen Bedingungen wie Regen oder hohe Sonneneinstrahlung vorlagen.

## 4.2 Zeitplan und Prüfeinsatz

Das jeweilige Datum der Messungen, die Abfolge der besuchten Hofstellen und die beteiligten Prüfer sind in den folgenden Tabellen dokumentiert:

Tabelle 1: Zeitplan der Messkampagnen

Datum	MV II	MV I	BM IV	BM III	BM I	BM II	P I	P II	P III
10.05.16 - 11.05.16		1		1		1	1		
24.05.16 - 25.05.16	1		1		1		1		
07.06.16 - 08.06.16		1	1	1	1				
28.06.16 - 29.06.16	1					1			
16.08.16 - 17.08.16		1	1	1		1			
30.08.16 - 31.08.16	1			1	1		1		
20.09.16 - 21.09.16		1	1		1		1		
11.10.16 - 12.10.16	1					1			
17.11.16								1	1
25.11.16								1	1
01.12.16								1	1
08.12.16								1	1
Messungen je Hofstelle	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabelle 2: Prüferinsatz

Datum	Prüfer															Anzahl Prüfer je Messung
	1 BEC	2 BEK	3 BIF	4 DEB	5 ETL	6 FRB	7 HEJ	8 HEN	9 HOA2	10 HÖJ	11 JOM	12 LEB	13 PEM	14 POM	15 VOD	
10./11.05.16	1		1				1		1					1	1	6
24./25.05.16		1	1	1						1		1			1	6
07./08.06.16		1	1	1					1			1		1		6
28./29.06.16		1	1				1		1	1		1				6
16./17.08.16	1		1	1			1			1					1	6
30./31.08.16	1	1		1			1			1					1	6
20./21.09.16		1	1	1						1				1	1	6
11./12.10.16		1	1	1	1		1				1					6
17.11.16			1	1	1	1							1		1	6
25.11.16		1	1	1	1						1				1	6
01.12.16		1		1	1		1	1							1	6
08.12.16		1	1	1	1									1	1	6
Messungen je Prüfer	3	9	10	10	5	1	6	1	3	5	2	3	1	4	9	

## 5 Methoden

### 5.1 Polaritätenprofile

#### 5.1.1 Vorbemerkung

Die Erhebung der Polaritätenprofile erfolgt nach der in der Richtlinie VDI 3940 Blatt 4 [2] und GIRL [5] beschriebenen Methodik durch einen Prüferpool von mindestens zehn Prüfern. Der Umgang mit Polaritätenprofilen wird mit unseren Prüfern im Rahmen von Fahnenbegehungen mit realen, unterschiedlich angenehmen und unangenehmen Gerüchen regelmäßig trainiert, um einen sachgerechten Umgang mit der Profilskala sicherzustellen.

#### 5.1.2 Verfahren zur Erstellung der Polaritätenprofile

Die Methode der Polaritätenprofile besteht aus zwei Arbeitsschritten:

- der Erstellung der Polaritätenprofile für das Konzept „Duft“ und das Konzept „Gestank“ (Anhang A),
- der Erstellung von Polaritätenprofilen vor Ort für den jeweiligen Anlagengeruch (Beispiel im Anhang A).

In dem ersten Arbeitsschritt wird von jedem Prüfer/jeder Prüferin für alle 29 Wortpaare jeweils ein vollständig ausgefülltes „Duft“- und ein „Gestank“-Profil erstellt. Die Ermitt-

lung dieser Profile hat abstrakt und assoziativ, d. h. nicht im Einwirkungsbereich des Anlagengeruchs zu erfolgen. Ein aktueller Geruchsreiz sollte nicht vorhanden sein. Für eine Untersuchung sind mindestens zehn Prüfer/Prüferinnen einzusetzen.

Ein(e) Prüfer/Prüferin ist dann für die hedonische Klassifikation von Gerüchen geeignet, wenn er/sie bei der Beurteilung des Konzeptes „Gestank“ die Worte „niederdrückend“, „abgestanden“, „missmutig“, „unharmonisch“, „hässlich“ und „unangenehm“ verwendet, d. h. einen Wert zwischen 1 und 3, und bei der Beurteilung des Konzeptes „Duft“ die Worte „erhebend“, „frisch“, „vergnügt“, „harmonisch“, „schön“ und „angenehm“ verwendet, d. h. einen Wert zwischen 1 und 3 angekreuzt hat.

Weicht ein(e) Prüfer/Prüferin von dieser Vorgabe mehr als einmal ab, so ist er/sie für die hedonische Klassifikation von Anlagengerüchen nicht einzusetzen.

In einem zweiten Schritt ist ein Polaritätenprofil für den Anlagengeruch durch die Prüfer zu erstellen. Dazu werden nach Möglichkeit zunächst die Geruchsquellen bzw. die

Geruchsfahne der betreffenden Anlage mit dem Prüferkollektiv aufgesucht, sodass sich die Prüfer mit dem jeweiligen Geruch vertraut machen können. Die Prüfer werden am ausgewählten Messort mit geringem Abstand zueinander so aufgestellt, dass sie sich gegenseitig nicht beeinflussen oder stören. Die anschließende Aufnahme des Profils mit dem im Anhang A beispielhaft dargestellten Formular erfolgt dann außerhalb der Geruchsfahne, um eine Gewöhnung an den Geruchsreiz zu verhindern. Bei Bedarf sollte aber die Möglichkeit bestehen, den Geruch wieder aufsuchen zu können.

Im Rahmen des Projekts wurden die Prüfer zunächst mit dem jeweiligen Geruch unmittelbar an der Stallung vertraut gemacht.

Dann wurden ein quellnaher und ein quellferner Messpunkt aufgesucht und die Polaritätenprofile erstellt. Eine dritte Aufnahme des Polaritätenprofils erfolgte direkt am Stall, also bei höchster Geruchsintensität.

Die Messpunkte wurden so gewählt, dass möglichst drei unterschiedliche Intensitätsstufen vorlagen:

- „deutlich“ bis „(sehr) stark“  
Messpunkt unmittelbar am Stall
- „schwach“ bis „deutlich“  
Messpunkt quellnah
- „sehr schwach“ bis „schwach“  
Messpunkt quellfern

Auf diese Weise war gewährleistet, dass die Polaritätenprofile bei unterschiedlichen Intensitätsstufen aufgenommen wurden. In Abhängigkeit vom Emissionszustand des Stalls und den meteorologischen Bedingungen ergaben sich daraus bei jeder Messung eine andere Lage und eine unterschiedliche Entfernung des jeweiligen Messpunktes vom Stall.

Die Polaritätenprofile für das Konzept „Duft“ und das Konzept „Gestank“ wurden einmal je Messkampagne angefertigt.

Es wurden 24 verschiedene Protokolle mit unterschiedlicher Reihenfolge der Wortepaare per Zufallsgenerator erzeugt und je Messkampagne zwei davon eingesetzt. Insgesamt sind in der Untersuchung rund 828 Profile in folgender Verteilung von den Prüfern erstellt worden:

Tabelle 3: Anzahl der angefertigten Polaritätenprofile

Geruchsquelle	Anzahl Polaritätenprofile
Milchviehställe	144
Mastbullenställe	288
Pferdeställe	216
Pferdemist	42
Silage	138

### 5.1.3 Auswertung der Polaritätenprofile

Das Einlesen der ausgefüllten Protokolle erfolgt mit einem speziell für das Projekt hausintern entwickelten Programm, um Ablese- und Eingabefehler zu vermeiden.

Die Auswertung der Profile wird entsprechend dem in der GIRL [5] und der Richtlinie VDI 3940 Blatt 4 [2] beschriebenen Verfahren durchgeführt.

Dabei werden Zahlenwerte für die einzelnen Wortpaare jedes/jeder einzelnen Prüfers/Prüferin mit vorgegebenen Hedonik-Faktorscores gewichtet, d. h. multipliziert. Die gewichteten Werte für jedes Wortpaar werden dann über alle Prüfer arithmetisch gemittelt. Der Vergleich mit den repräsentativen „Duft“- und „Gestank“-Profilen erfolgt mit Hilfe einer Produkt-Moment-Korrelation. Die gewichteten und gemittelten Daten können dann als Profil zusammen mit den repräsentativen „Duft“- und „Gestank“-Profilen grafisch dargestellt werden.

## 5.2 Bewertung der Intensität und der hedonischen Geruchswirkung

Die Betrachtung der unterschiedlichen Intensitätsschwellen und der Hedonik geht zurück auf die Ergebnisse des Forschungsprojektes „Untersuchungen zur Auswirkung von Intensität und hedonischer Geruchsqualität auf die Ausprägung der Geruchsbelästigung“ [6]. Seit Januar 2010 liegt die Richtlinie VDI 3940 Blatt 3 [3] vor, in der die Methodik beschrieben ist. Die Intensitäts- und Hedonikurteile der Prüfer wurden im Rahmen des Projekts an jedem Messpunkt zusätzlich aufgenommen und ausgewertet, um über die Polaritätenprofile hinaus weitere Daten zu einer differenzierteren Einschätzung der verschiedenen Geruchsqualitäten zu erhalten.

Die Intensität wird mit der Kategorienskala

- „sehr schwach“
- „schwach“
- „deutlich“
- „stark“
- „sehr stark“
- „extrem stark“

ausgedrückt, wobei sowohl der stärkste Eindruck als auch der durchschnittliche Eindruck erfasst werden. Zusätzlich wird nach der Häufigkeit des stärksten Eindrucks gefragt.

Der Geruchscharakter der Hedonikskala ist mit Werten zwischen „minus 4 – äußerst unangenehm“ über „0 – weder angenehm noch unangenehm“ nach „plus 4 – äußerst angenehm“ zu beschreiben. Auch hier wird sowohl nach dem durchschnittlichen Eindruck als auch nach den Extrema, dem angenehmsten und dem unangenehmsten Eindruck, gefragt.

## 5.3 Fahnenbegehungen

### 5.3.1 Verfahren der Fahnenbegehung

Mit Hilfe der Fahnenmessung kann die Ausdehnung der von einer Anlage ausgehenden Geruchsfahne bei einer bestimmten meteorologischen Situation ermittelt werden. Dazu werden der Geruchszeitanteil und die meteorologischen Parameter wie Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Temperatur und Bedeckungsgrad ermittelt. Die Fahngrenze ist per Definition erreicht, wenn der Geruchszeitanteil 10 % des Messintervalls erreicht.

Entsprechend der Ausdehnung der Geruchsfahne sind die Prüfer auf einer Schnittachse quer zur Ausbreitungsrichtung der Geruchsfahne zu positionieren. Es kommen mindestens fünf Prüfer zum Einsatz. Die Richtlinie VDI 3940 Blatt 2 [4] schreibt weder eine absolute Entfernung von der Anlage noch die Abstände der Achsen zueinander, noch die Abstände der Prüfer voneinander vor (Abstände müssen nicht gleich sein), da die Ausdehnung der Geruchsfahne durch die Bauhöhe der Emissionsquelle, den Geruchsstoffstrom, die meteorologischen Bedingungen, die Orografie und die Bebauung sowie den Bewuchs beeinflusst wird. Es kann sich bei der Messung auf den Schnittachsen auf die Anlage zu oder von ihr weg bewegt werden.

### 5.3.2 Meteorologische Messstation

Zur Erfassung der meteorologischen Daten dient ein 3D-Ultrasonic Anemometer mit Datenlogger auf einem hydraulisch ausfahrbaren 10-m-Mast (Abbildung 10). Die Station wird vor Beginn der Fahnenbegehungen auf einer Position, die eine freie Anströmung des Messkopfes gewährleistet, aufgestellt.



Abbildung 10: Meteorologische Messstation Bild: u+p GmbH

# 6 Ergebnisse

## 6.1 Polaritätenprofile

### 6.1.1 Polaritätenprofile Duft und Gestank

In der Abbildung 11 sind die regelmäßig durchgeführten Bewertungen der Konzepte Duft und Gestank durch die eingesetzten Prüfer (durchgezogene Linien: N=82) im Vergleich zu den repräsentativen Profilen (gestrichelte Linien nach VDI 3940 Blatt 4 [2], N=90) dargestellt. Diese zeigen eine gute Übereinstimmung mit dem repräsentativ erhobenen Kurvenverlauf. Alle Prüfer erfüllten die Vorgaben der VDI 3940 Bl. 4 [2].

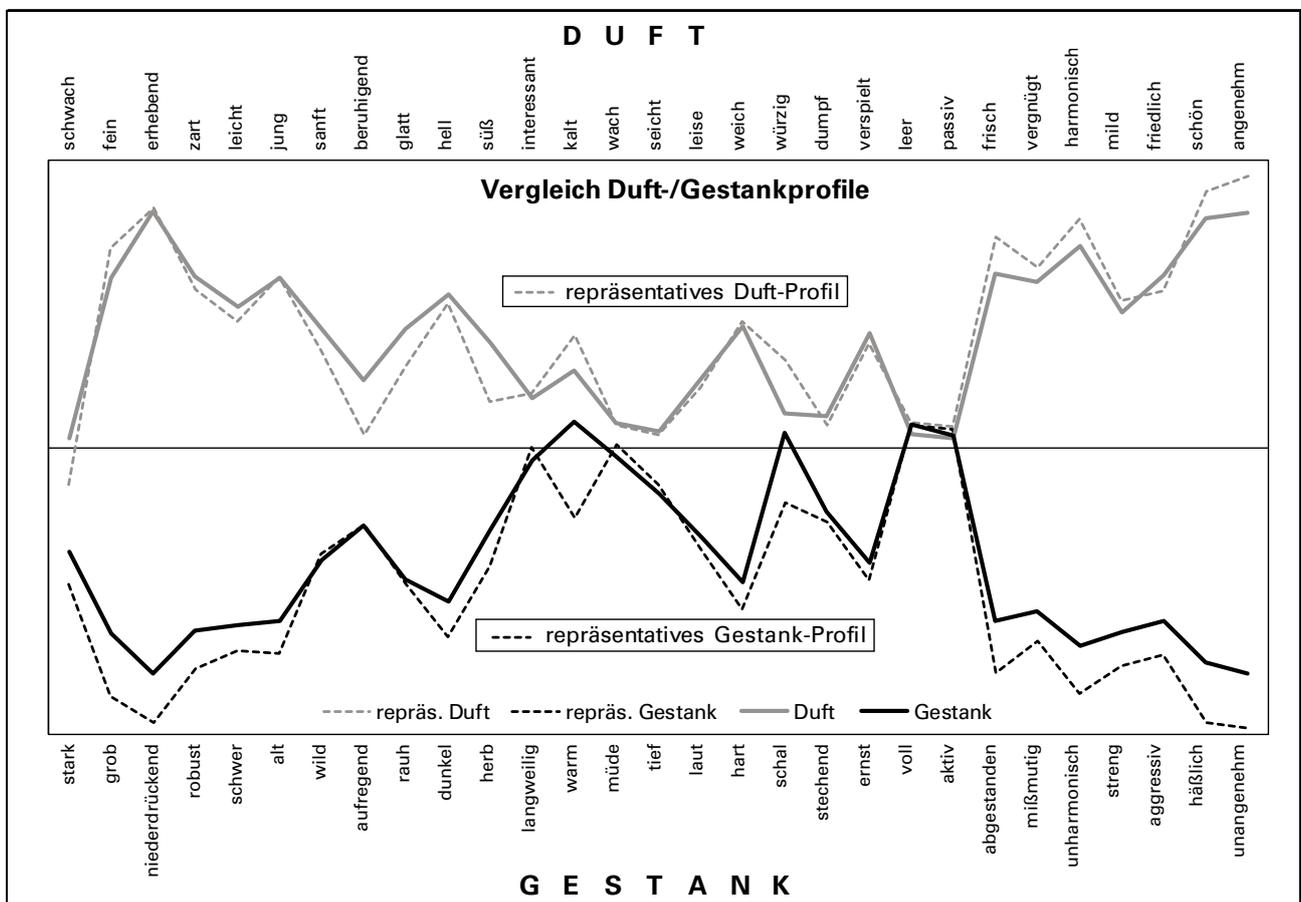


Abbildung 11: Vergleich der durch die Prüfer erzeugten Duft- und Gestankprofile mit den repräsentativen Duft- und Gestankprofilen

### 6.1.2 Polaritätenprofile Mastbullenställe

Der Vergleich der im Bereich der Mastbullenställe aufgenommenen 288 Polaritätenprofile (Abbildung 12) zeigt keine gravierenden Unterschiede zwischen den untersuchten Hofstellen. Die wahrgenommenen Gerüche sind deutlich eher dem Gestankprofil zuzuordnen.

Bei BM IV liegen Hinweise vor, dass die untersuchte Grassilage nicht zu jeder Messung einen optimalen Silageerfolg aufwies.

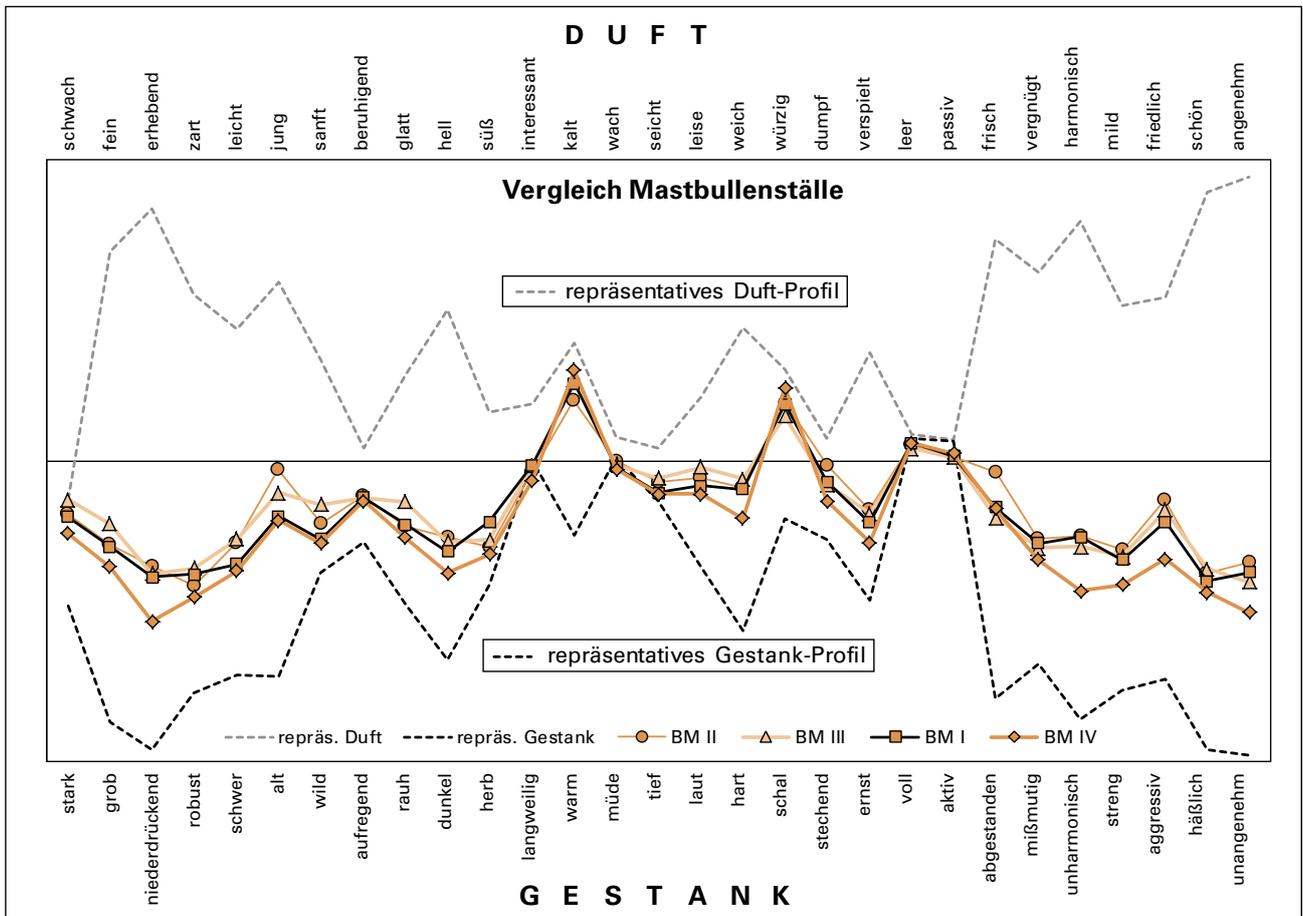


Abbildung 12: Polaritätenprofile der Mastbullenställe

### 6.1.3 Polaritätenprofile Milchviehställe

Die Auswertung der insgesamt 144 Polaritätenprofile der beiden Milchviehställe (Abbildung 13) zeigen nur in Teilbereichen leichte Unterschiede und liegen ebenfalls näher am Gestankprofil.

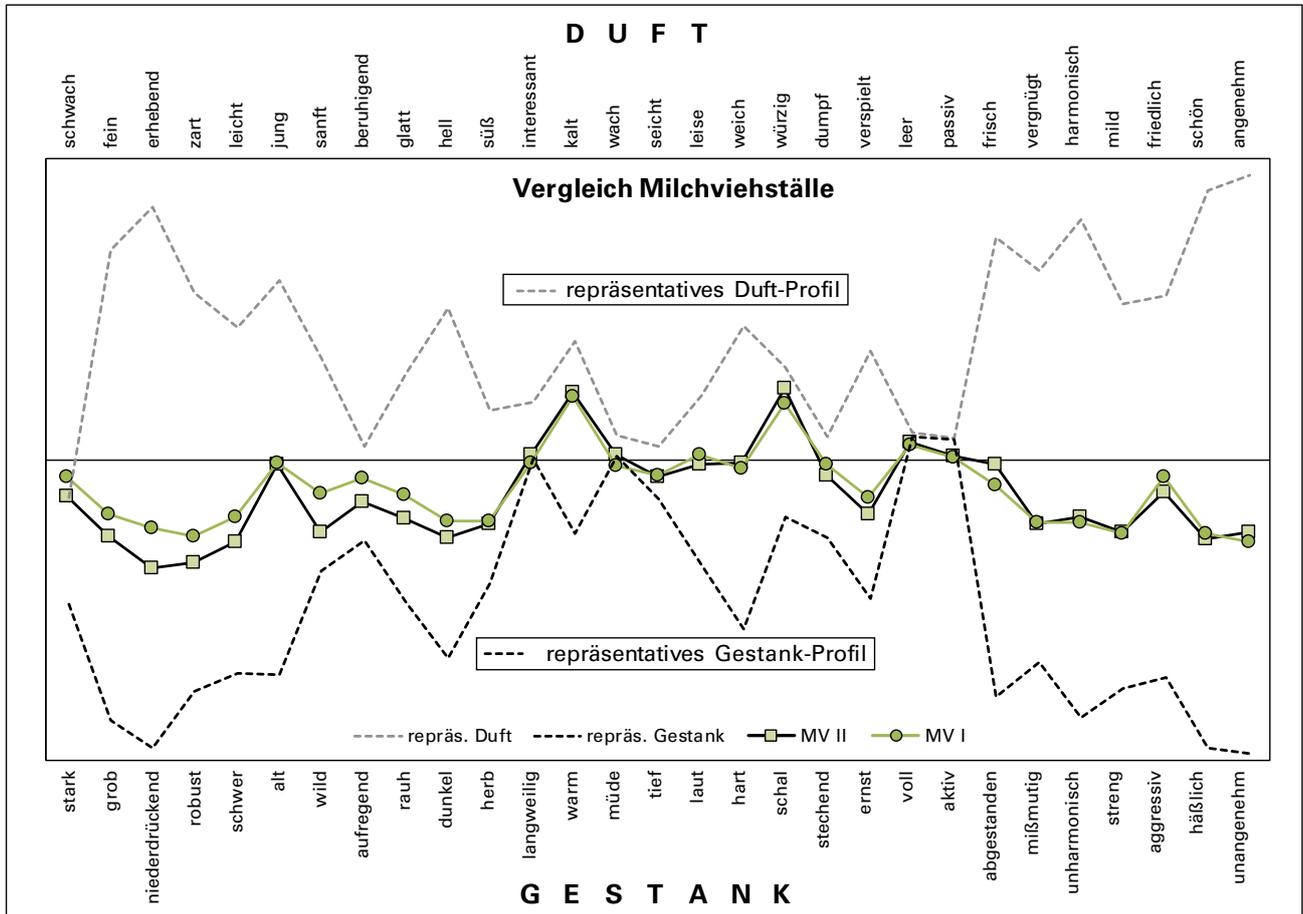


Abbildung 13: Polaritätenprofile der Milchviehställe

### 6.1.4 Polaritätenprofile Pferdeställe (ohne Berücksichtigung der Mistlager)

Die im Bereich der Pferdeställe erzeugten 216 Polaritätenprofile (Abbildung 14) geben im Vergleich zu den vorgenannten Tierhaltungsbetrieben eine im Mittel positivere Bewertung des Pferdestallgeruchs wieder. Hier ist zu beachten, dass die Stallungen zwar theoretisch mit 15 bis 30 Pferden belegt sind, sich zum Zeitpunkt der Messungen aber haltungsbedingt oft weniger Pferde im Stall befanden. Zudem werden Pferdeställe im Normalfall regelmäßig ausgemistet und frisches Stroh eingestreut.

Im Fall der Ställe P I und P III war auch immer eine gewisse Menge Heu im Stall gelagert, sodass neben dem grundsätzlich vorhandenen Pferdegeruch weitere Geruchsqualitäten den gesamten Geruchseindruck stark beeinflussen.

Diese Situation ist oftmals typisch für einen Pferdestall und erklärt die eher positive Bewertung des Stallgeruchs.

Eine Ausnahme bildet der Stall P II, in dem nur sehr geringe Mengen Heu gelagert waren. Bei diesem Stall konnte eine Begehung vor dem Ausmisten durchgeführt werden, die eine maximale Geruchsemissionssituation (Urin, Pferdemist) widerspiegelt. Insgesamt führten diese Bedingungen zu einem Polaritätenprofil, das deutlich näher am Gestankprofil liegt als die Profile der Ställe P I und P III.

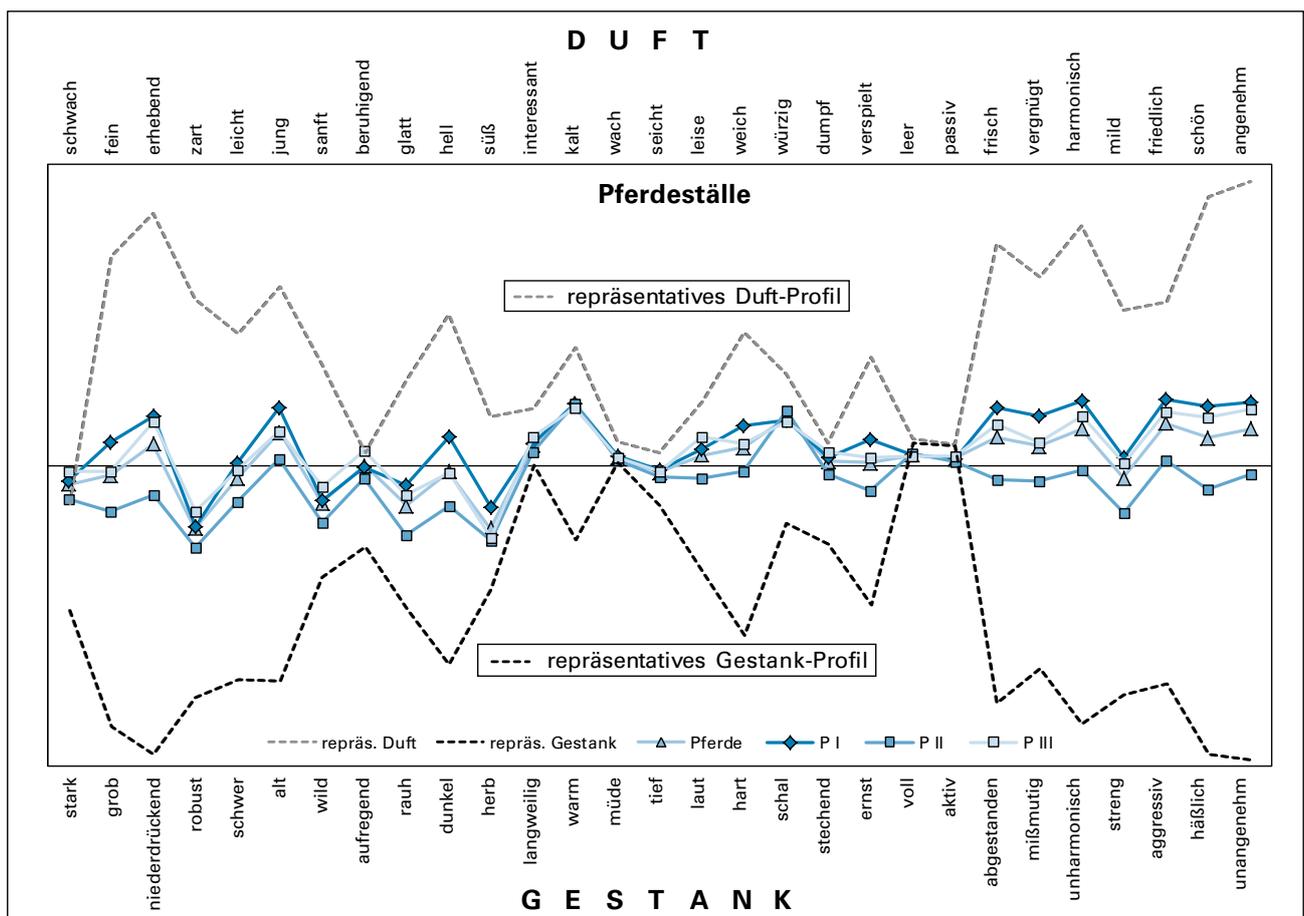


Abbildung 14: Polaritätenprofile der Pferdeställe ohne Berücksichtigung des Pferdemists

### 6.1.5 Polaritätenprofile Silagen

Die Auswertung der Profile (insgesamt 138), die im Umfeld von gelagerter Silage (Mais-, Grassilage und gemischte Lagerung) von den Prüfern erstellt wurden, führen zu den in der Abbildung 15 dargestellten Ergebnissen. Anzumerken bleibt, dass die anzutreffenden Silagen hier als Futter dienen und daher zum Schutz der Tiergesundheit insgesamt eine relativ gute Qualität aufweisen.

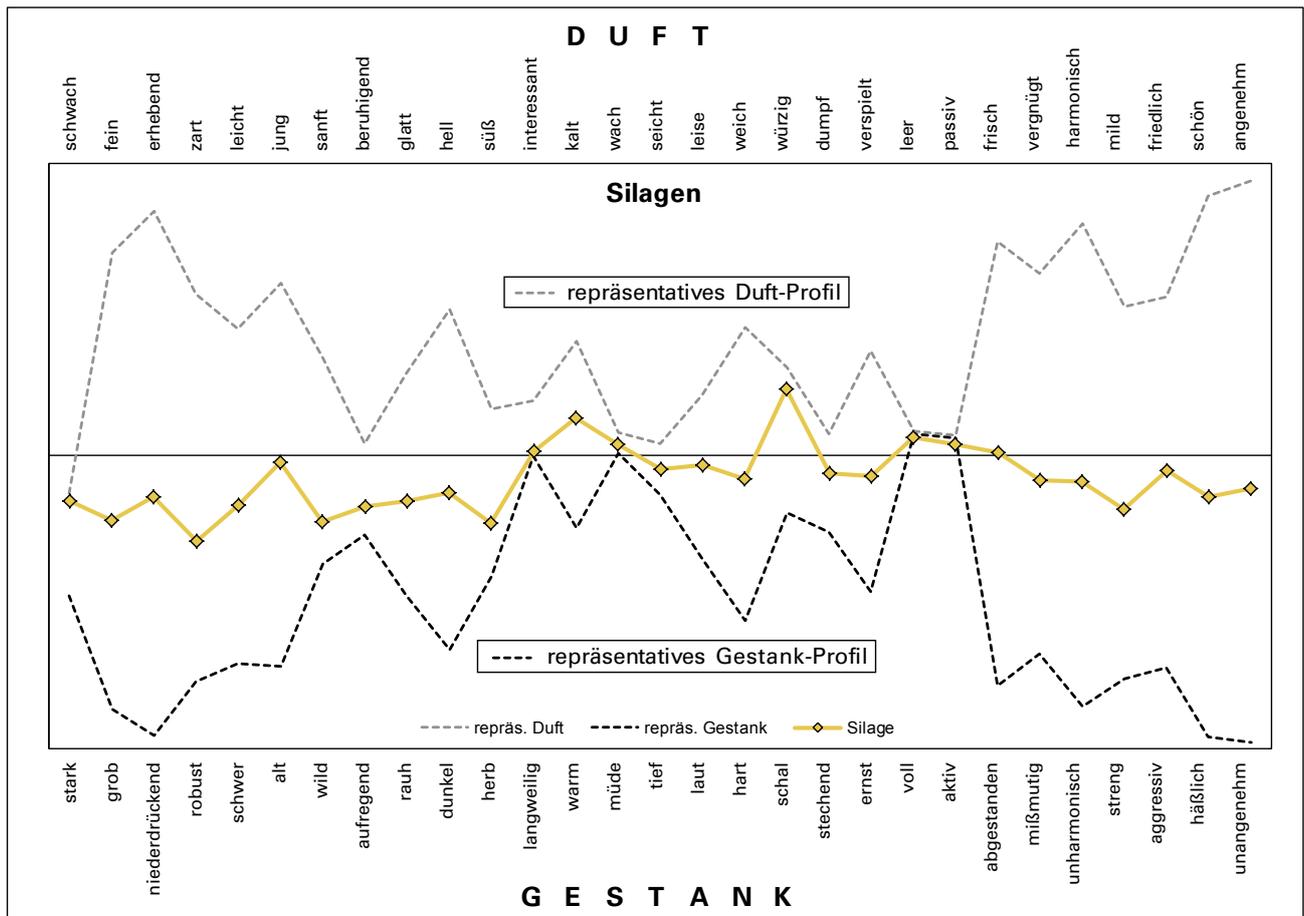


Abbildung 15: Polaritätenprofil der Silagen

### 6.1.6 Polaritätenprofil Pferdemit

Die 42 Profile, die zum Polaritätenprofil Pferdemit geführt haben, wurden im Bereich der Mistlager der Pferdeställe I und III erstellt. Der Stall II lagert den Pferdemit in direkter Nachbarschaft zum Rindermist und zur Maissilage, sodass hier keine Untersuchung sinnvoll war, da sich die Geruchsfahnen überlagerten.

In der Mehrzahl der Begehungen wurde der Mist im ruhenden Zustand erfasst. Am 25.11.2016 (6 Polaritätenprofile)

erfolgte am Stall III die Verladung von Pferdemit, die zu höheren Geruchsintensitäten und einer anderen hedonischen Bewertung führten als der vorwiegend anzutreffende Ruhezustand.

Das in der folgenden Abbildung dargestellte Polaritätenprofil „Pferdemit“ gibt daher den in der Regel vorliegenden Ruhezustand inklusive eines Zustandes höchster Emission wieder. Erwartungsgemäß ähnelt es weitgehend dem Gestank-Profil und hebt sich deutlich von den Stallprofilen ab.

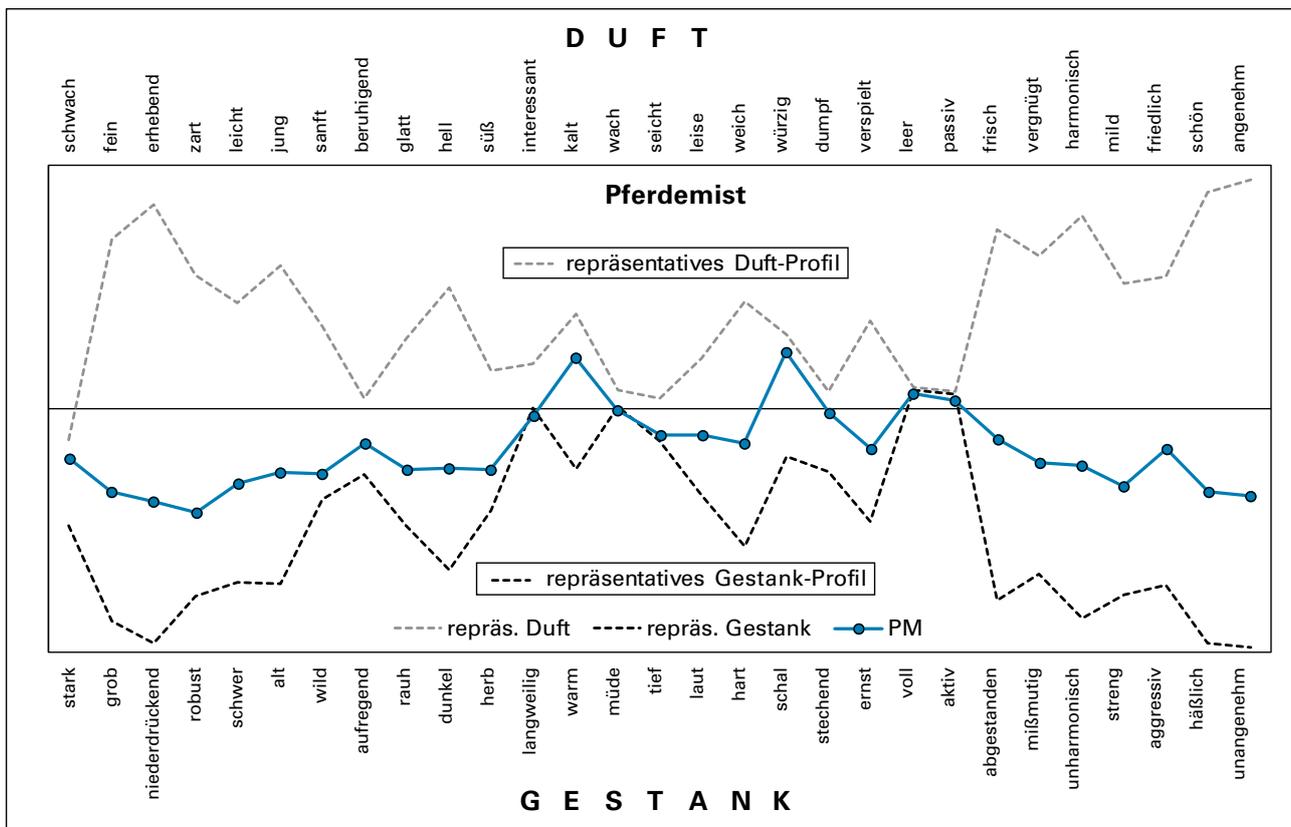


Abbildung 16: Polaritätenprofil Pferdemit (Ruhezustand und Verladung)

### 6.1.7 Vergleich der Polaritätenprofile

Zum Vergleich der Polaritätenprofile der untersuchten „Tierarten“ werden die jeweils gemittelten Profile der Mastbullenställe, der Milchviehställe, der Pferdeställe (ohne Mistlager) und der Silagen in der Abbildung 17 dargestellt.

Die von den Mastbullen- und Milchviehställen sowie von der Silage emittierten Gerüche zeigen weitgehende Ähnlichkeiten mit dem Konzept „Gestank“ und werden insgesamt auch untereinander sehr gleichartig bewertet.

Hingegen liegt der Pferdestallgeruch (ohne Mistlager) aus den oben genannten Gründen näher zum Konzept „Duft“.

In der Abbildung 18 ist zusätzlich das Polaritätenprofil der im Rahmen des Projektes Geruchsbeurteilung in der Landwirtschaft [1] untersuchten Geruchsqualität „Rinder“ (rot) dargestellt, das sich in Teilbereichen von den Profilen „Mastbullen“ und „Milchvieh“ und auch hinsichtlich der Korrela-

tionen ( $r=0,54$  zu dem Konzept „Gestank“,  $r=-0,21$  zu dem Konzept „Duft“ in [1]) unterscheidet. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Anzahl der erhobenen Polaritätenprofile bei dem Projekt „Geruchsbeurteilung in der Landwirtschaft“ wesentlich geringer war ( $N=62$  für alle Tierarten). Der Schwerpunkt lag hier eher bei der Belästigungsbefragung und der Belastungsmessung.

Da dem Bericht zum „Landwirtschaftsprojekt“ [1] nicht zu entnehmen ist, welche Arten von „Rinderställen“ untersucht wurden und es sich nach Auskunft von Beteiligten sowohl um Mastbullen- und Milchviehhaltung gehandelt hat, sind die Ergebnisse nur eingeschränkt mit den hier vorliegenden zu vergleichen. In [1] wurden die Rindergerüche gegenüber den damals untersuchten Geflügel- und Schweinegerüchen als weniger unangenehm eingestuft. Dies zeigt sich in abgeschwächter Form im vorliegenden Fall auch zu den hier dargestellten Profilen der Mastbullen- und Milchviehställe.

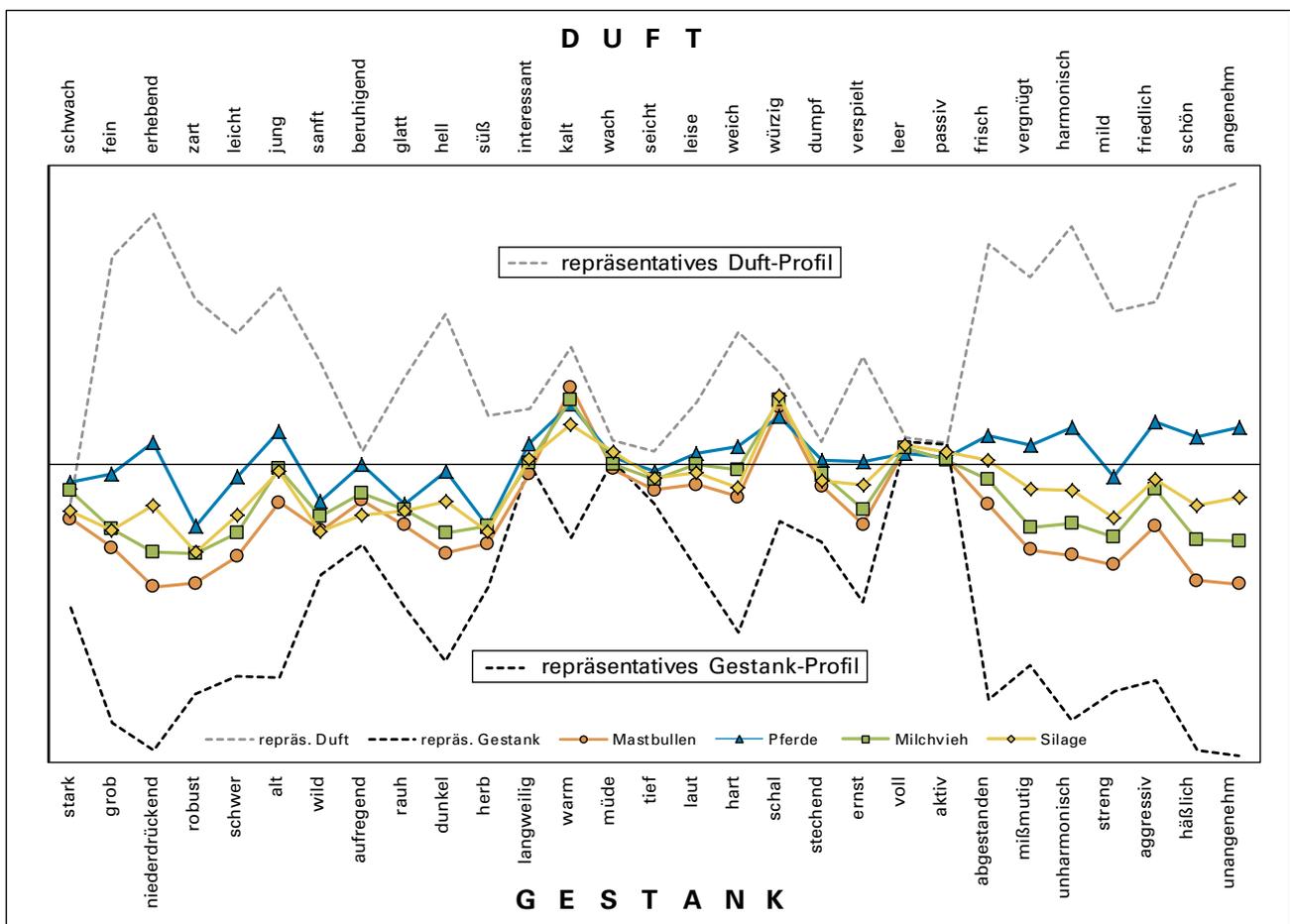


Abbildung 17: Vergleich der gemittelten Polaritätenprofile der Tierställe und der Silagen

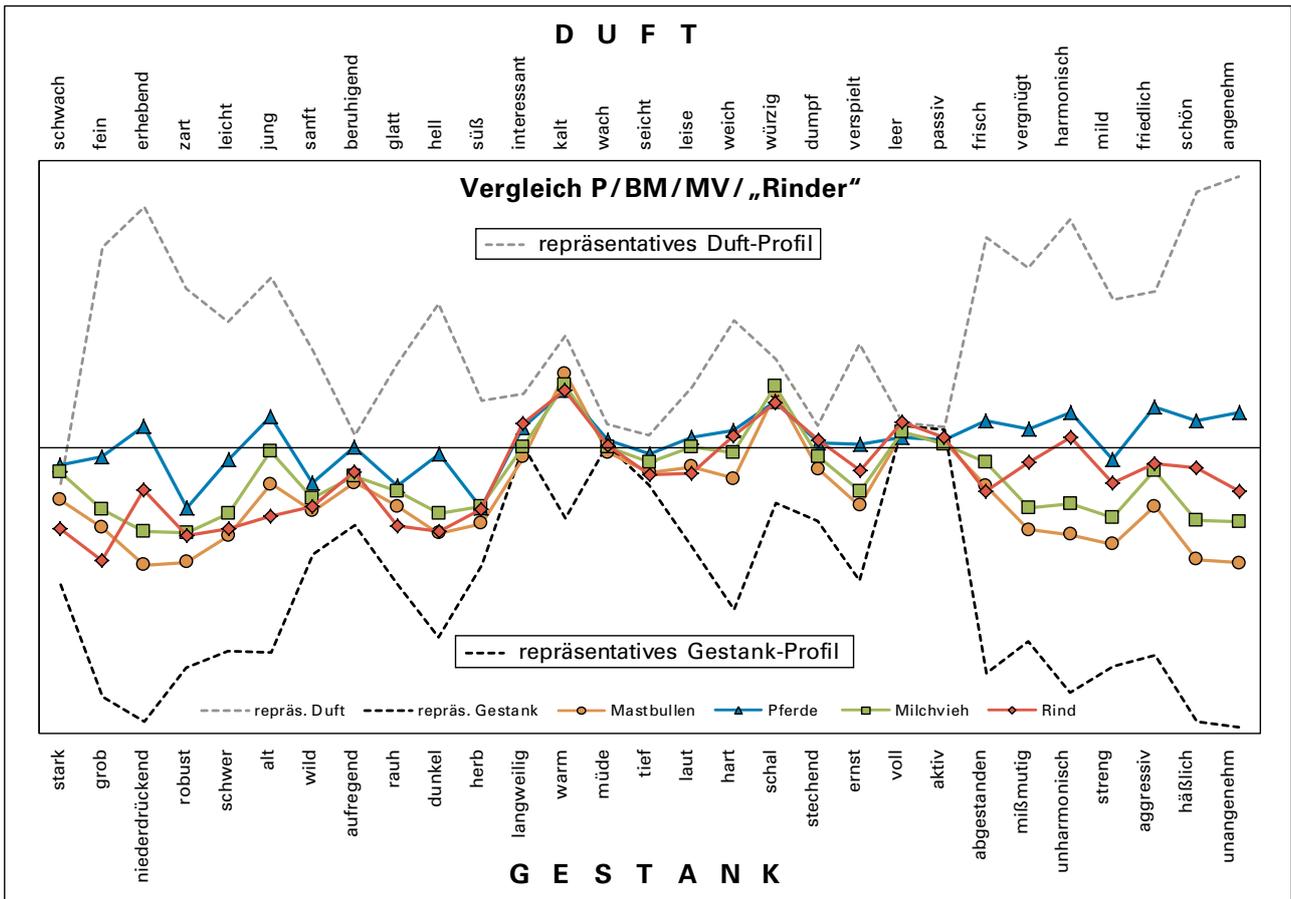


Abbildung 18: Vergleich der Polaritätenprofile der untersuchten Ställe mit dem der Qualität „Rinder“ aus [1]

### 6.1.8 Vergleich der Korrelationskoeffizienten

Die Korrelation ist ein Maß für den Zusammenhang zwischen zwei oder mehreren Variablen. Korrelationskoeffizienten können Werte zwischen -1,00 und +1,00 annehmen. Ein Wert von -1,00 bedeutet eine perfekt negative Korrelation, während ein Wert von +1,00 eine perfekt positive Korrelation beschreibt. Ein Wert von 0,00 bedeutet fehlende Korrelation (Unkorreliertheit).

In der Abbildung 19 sind die Korrelationskoeffizienten der einzelnen Geruchsqualitäten grafisch aufgetragen. Zusätzlich

sind zum Vergleich die Ergebnisse aus [1] für „Geflügel“, „Schwein“ und „Rind“ berücksichtigt. Man erkennt auch hier deutlich die Vergleichbarkeit der Silage-, Mastbullen-, Milchviehstall- und Pferdestallgerüche, deren Ähnlichkeit mit dem Konzept „Gestank“ und den deutlich negativen Zusammenhang mit dem Konzept „Duft“.

Der Pferdestallgeruch weist im Vergleich zu den anderen Gerüchen eine deutlich höhere Korrelation zum Duftprofil und eine deutlich geringere Korrelation zum Gestankprofil auf.

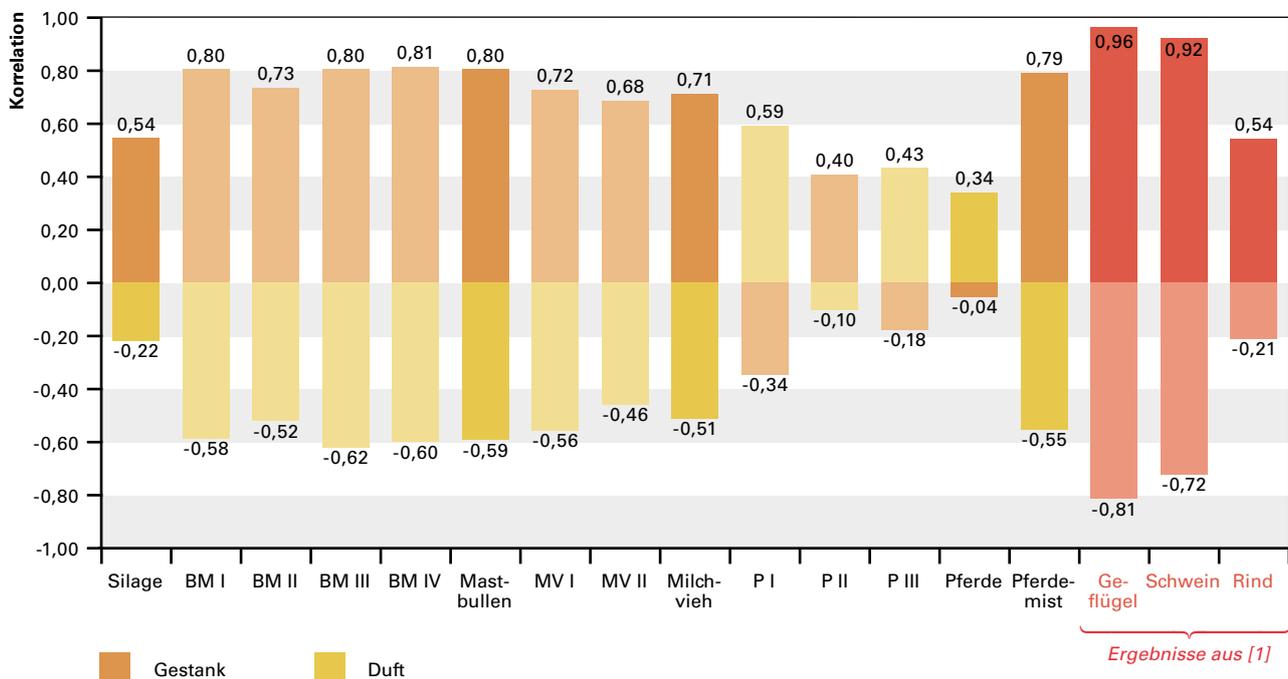


Abbildung 19: Vergleich der Korrelationskoeffizienten zum Duft-/Gestankprofil

Vergleicht man die einzelnen Geruchsqualitäten untereinander, so ergeben sich folgende Korrelationskoeffizienten:

- Mastbullenställe – Silage (BM/Silage) 0,84
- Milchviehställe – Silage (MV/Silage) 0,87
- Mastbullenställe – Milchviehställe (BM/MV) 0,98
- Pferdestall – Pferdemit (P/PM) 0,46

Diese sind in der folgenden Abbildung 20 nochmals grafisch dargestellt. Es wird deutlich, dass die Korrelationen

der Mastbullenställe bzw. der Milchviehställe zu den Silagen sehr ähnlich sind. Dementsprechend ist die Korrelation der Profile der Milchviehställe zu denen der Mastbullenställe sehr hoch.

Die Korrelation zwischen den Profilen Pferdestall/Pferdemist ist niedrig, was darauf hinweist, dass der Geruch eines Pferdestalls, der sich aus dem Geruch der Pferde, dem Futter, der Einstreu und dem Pferdemit zusammensetzt, anders von den Prüfern bewertet wurde als der Geruch von Pferdemit allein.

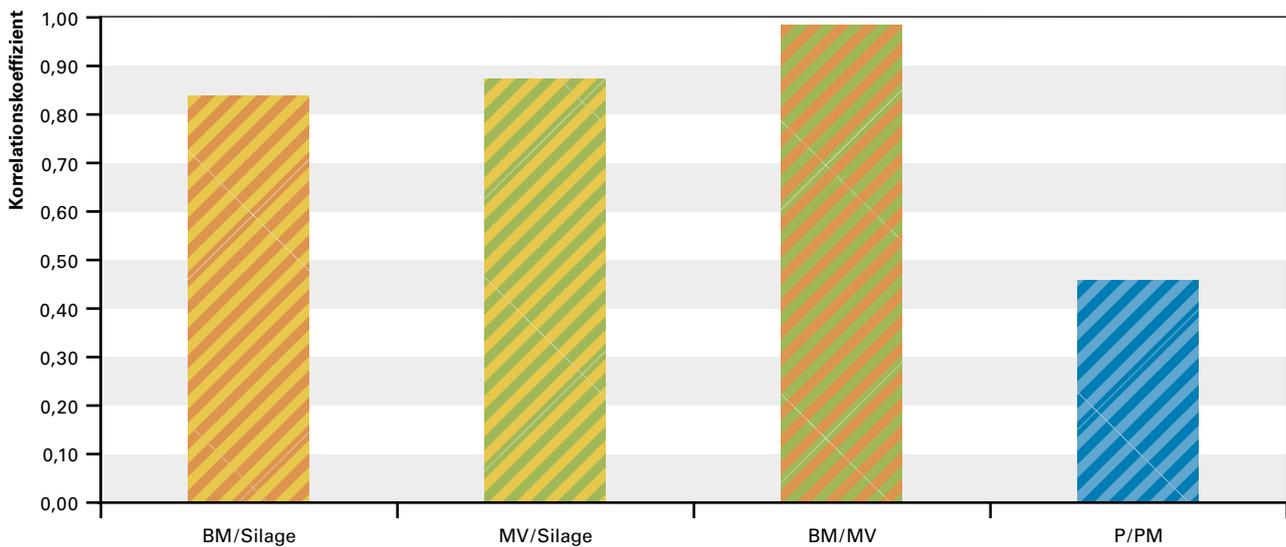


Abbildung 20: Vergleich der Korrelationskoeffizienten

### 6.1.9 Entfernung der Messpunkte von den Ställen

In der Abbildung 21 und der Abbildung 22 sind die Entfernungen der Messpunkte von den Ställen in m dargestellt. Es ist jeweils der quellnahe und quellferne Abstand genannt.

Neben einem Messpunkt in unmittelbarer Nähe zum Stall mit höchster Intensität befand sich der nächste quellnahe Messpunkt in der Regel ca. 10 bis 40 m vom Stall entfernt. Hier wurde der jeweilige Stallgeruch mit der Intensitätsstufe „schwach“ bis „deutlich“ von den Prüfern bewertet.

Der quellferne Messpunkt lag meist in einer Entfernung von rund 40 bis 130 m zum Stallgebäude bei einer Intensitätsbewertung von „sehr schwach“ bis „schwach“.

Die in den Abbildungen dargestellten Fälle mit Abständen unter 10 m haben sich bei Windstille bzw. sehr geringen Windgeschwindigkeiten ergeben.

Eine Ausnahme bildeten die Pferdeställe (Abbildung 23), da hier die Geruchsemissionen meist so gering waren, dass die angestrebten Stufen der Geruchsintensitäten nur in unmittelbarer Stallnähe oder direkt im Stall zu finden waren.

Aus den angegebenen Entfernungen können keine Fahnenreichweiten und keine Abhängigkeiten von der Windgeschwindigkeit abgeleitet werden. Die Angaben geben jedoch einen Hinweis darauf, dass die Reichweite von Stallgerüchen je nach Emissionssituation und Ausbreitungsbedingungen gering sein kann.

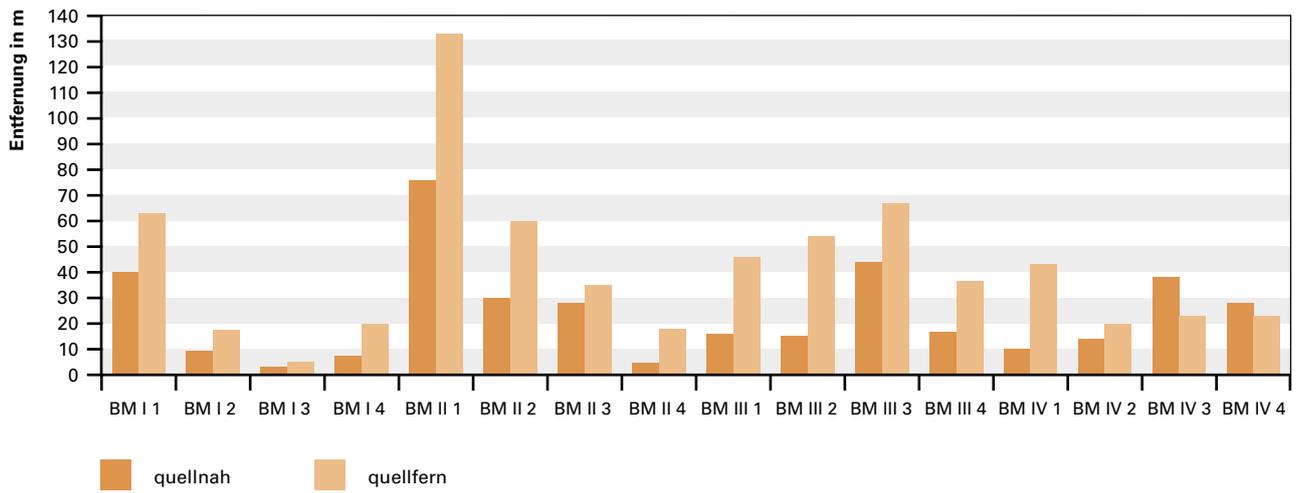


Abbildung 21: Entfernung der Messpunkte von der Quelle bei den Mastbullenställen

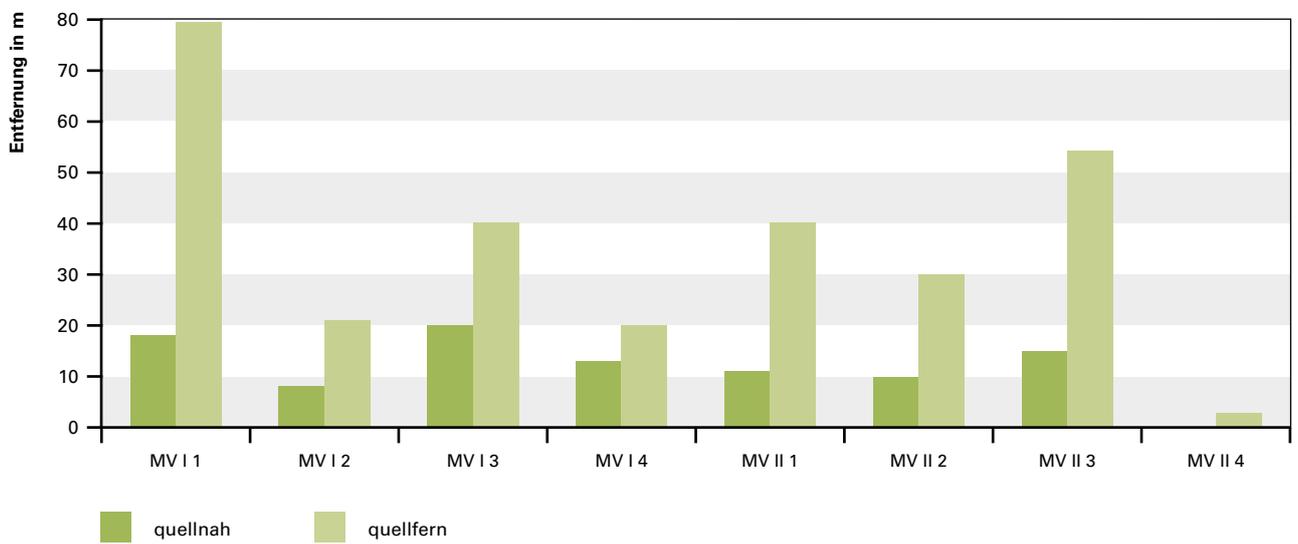


Abbildung 22: Entfernung der Messpunkte von der Quelle bei den Milchviehställen

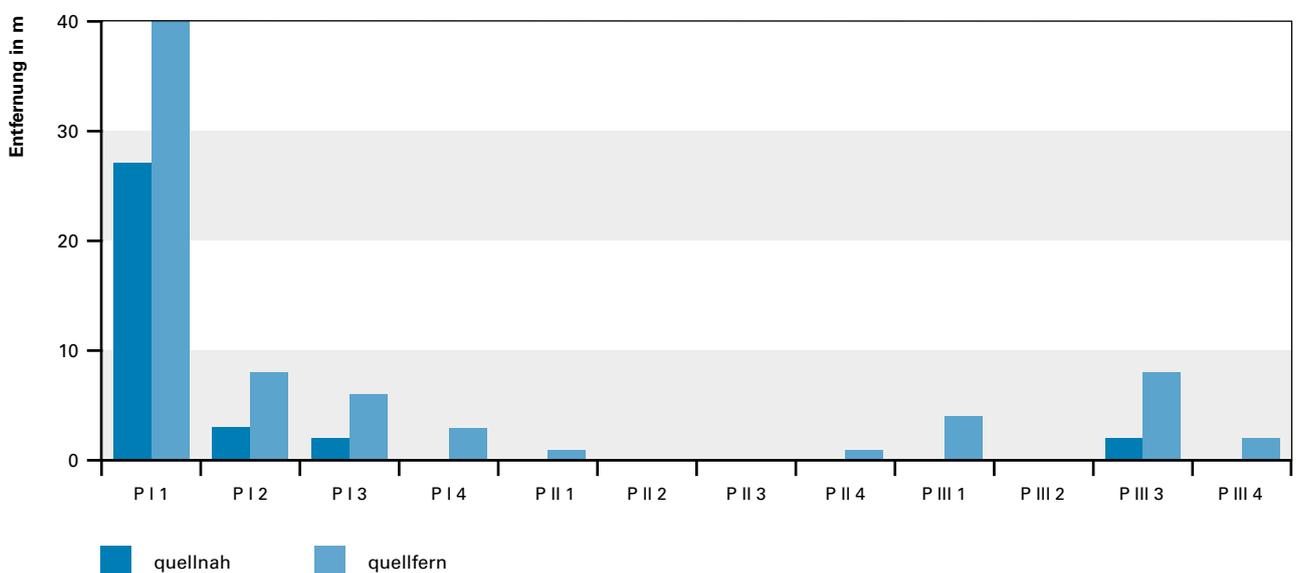


Abbildung 23: Entfernung der Messpunkte von der Quelle bei den Pferdeställen

### 6.1.10 Polaritätenprofile in Abhängigkeit von der Entfernung zum Stall

Vergleicht man die Polaritätenprofile in Abhängigkeit von der Entfernung der Messpunkte von den Ställen, so findet man zumindest bei den Mastbullen (Abbildung 24) den Zusammenhang, dass mit zunehmendem Abstand vom Stall die Bewertung des Geruchs positiver wird. Bei der Milchvieh- und Pferdehaltung (Abbildung 25 und Abbildung 26) ist dieser Effekt nur teilweise und weniger deutlich erkennbar. Bei letzteren ist zudem zu beachten, dass bei vielen Begehungen keine wirklich quellfernen Messpunkte aufgesucht werden konnten, da die Geruchsemissionen dieser Ställe zu gering waren.

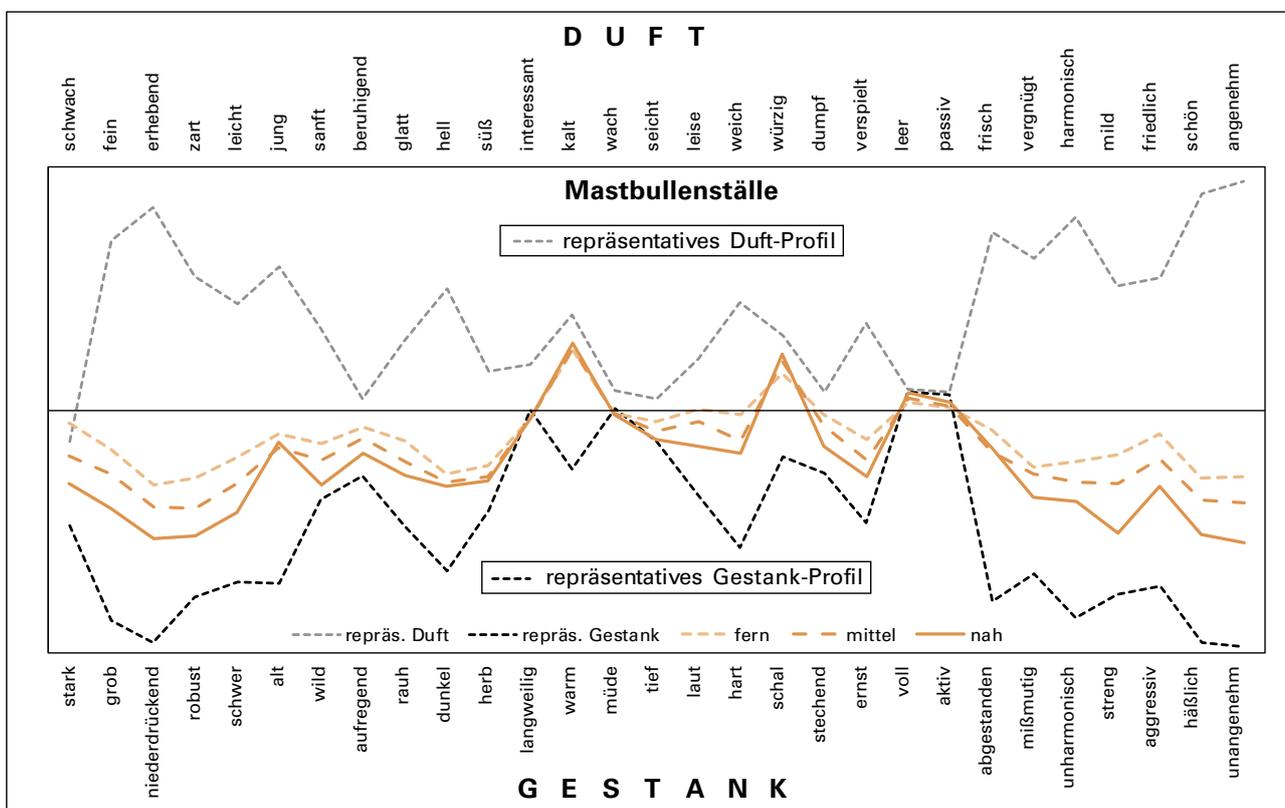


Abbildung 24: Polaritätenprofile in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Mastbullenställen

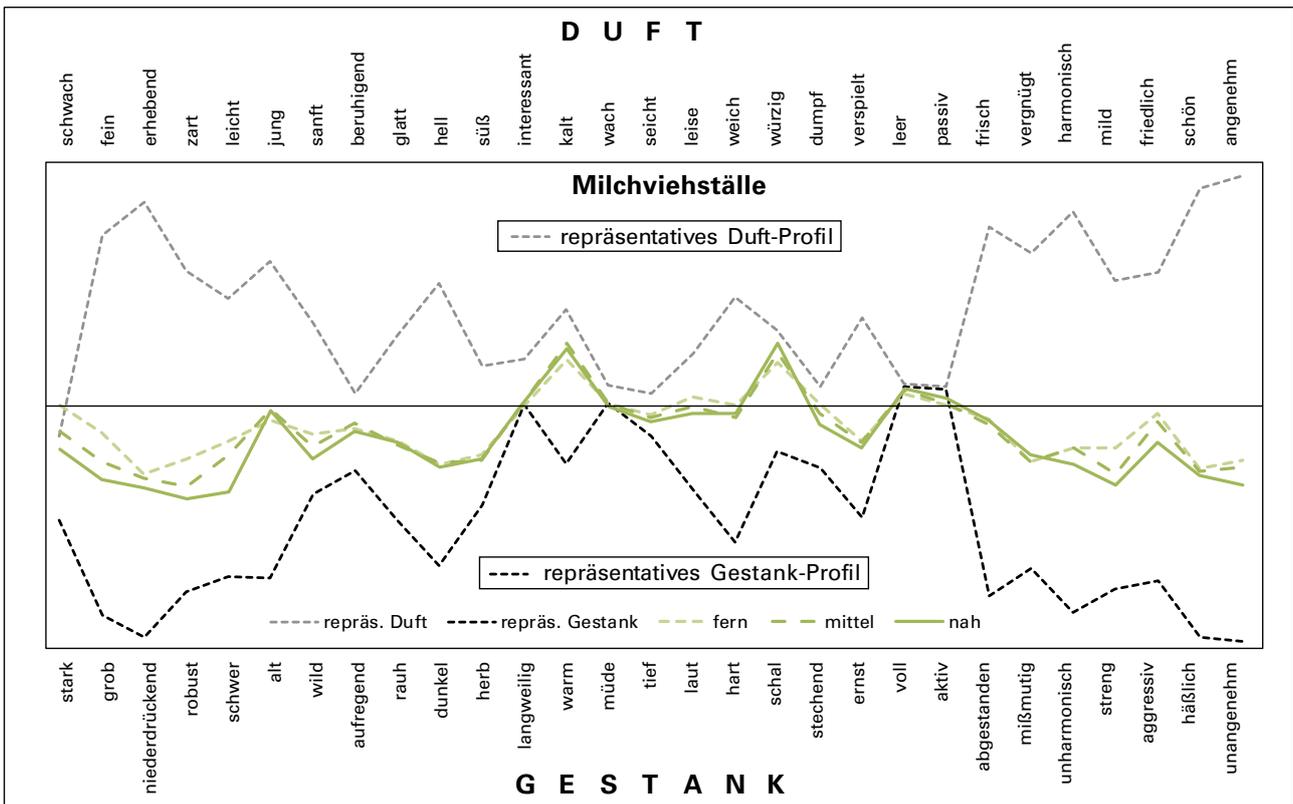


Abbildung 25: Polaritätenprofile in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Milchviehställen

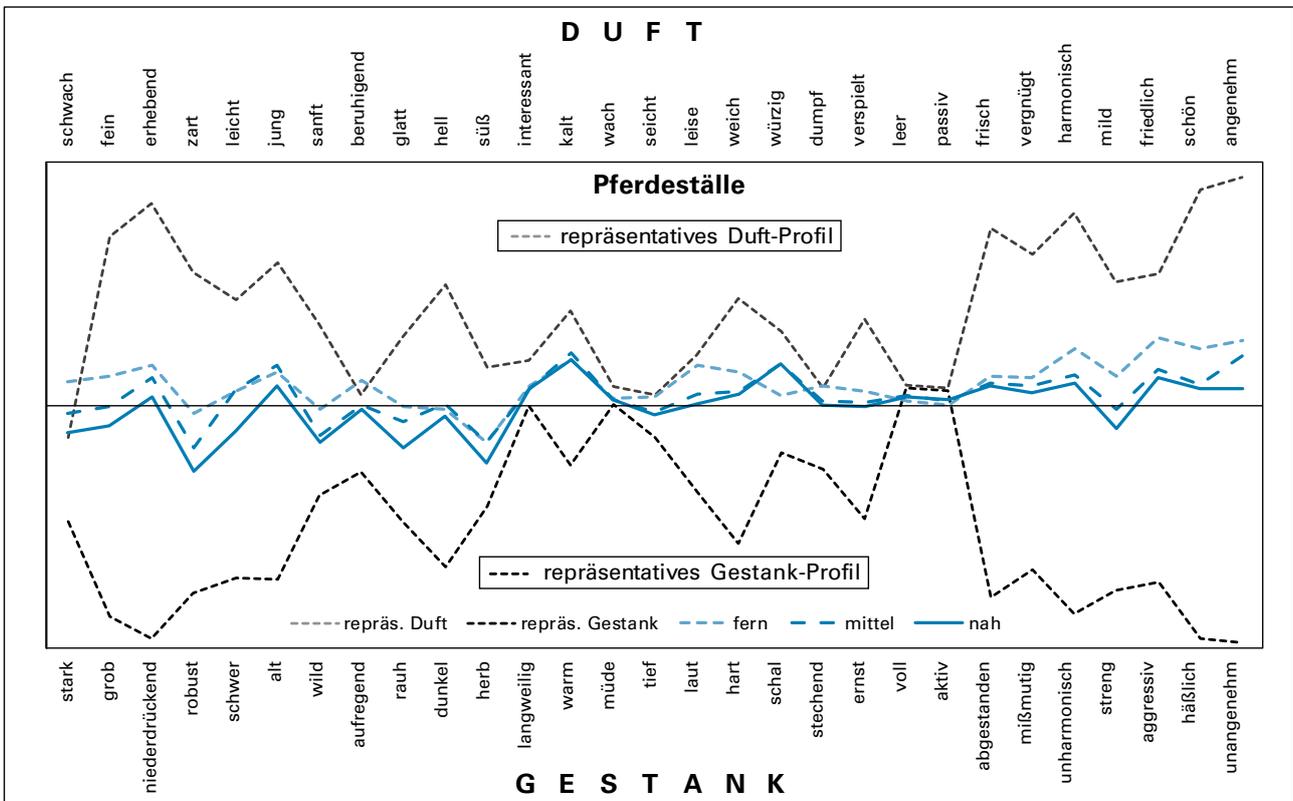


Abbildung 26: Polaritätenprofile in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Pferdeställen

## 6.2 Bewertung der Intensität und der hedonischen Geruchswirkung

### 6.2.1 Ställe

Die Auswertung der zur Intensität und hedonischen Geruchswirkung erhobenen Daten zeigt bei Betrachtung der mittleren Intensität die zu erwartende Abhängigkeit von der Entfernung zum Stall. D. h. mit zunehmender Entfernung zum Stall sinkt die wahrgenommene Geruchsintensität an den Messpunkten (Abbildung 27). Dies gilt für alle Geruchsqualitäten in ungefähr vergleichbarem Verhältnis.

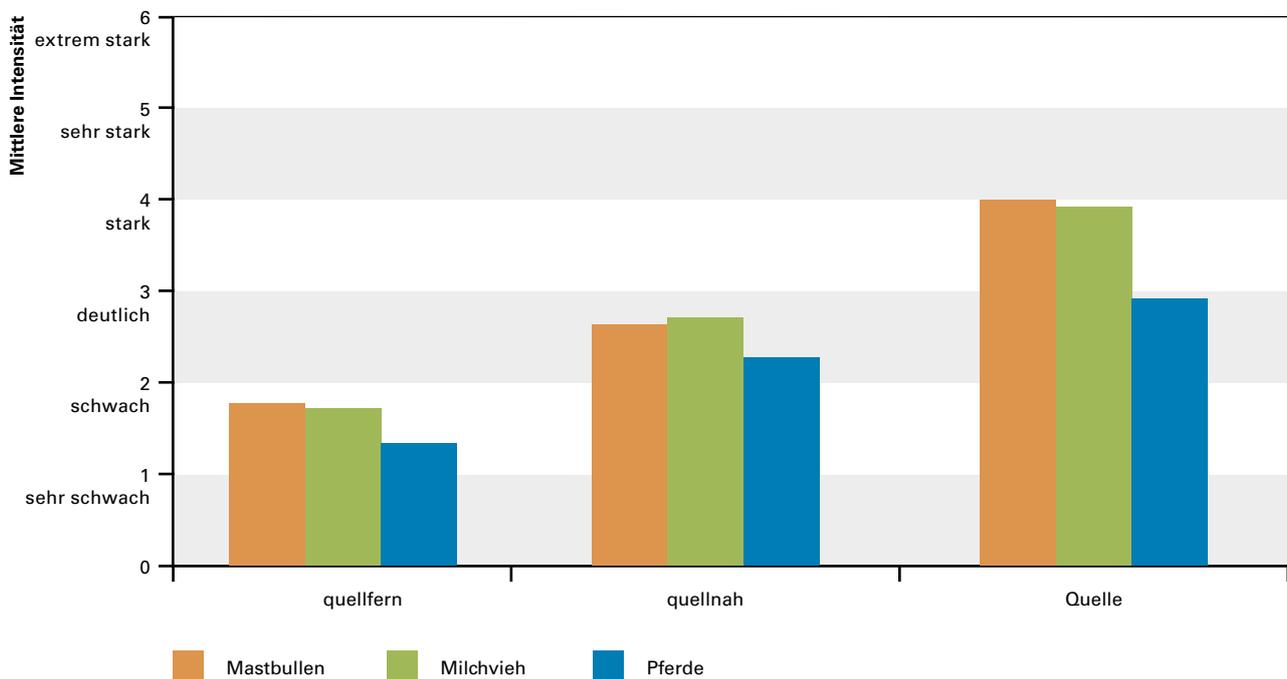


Abbildung 27: Mittlere Intensität in Abhängigkeit von der Entfernung zur Quelle

Im Hinblick auf die mittlere Hedonik findet sich der umgekehrte Effekt, wobei zu beachten ist, dass der Pferdestallgeruch an der Quelle im Mittel „weder angenehm noch unangenehm“ empfunden und mit zunehmender Entfernung positiv, d. h. eher angenehm bewertet wird. Dagegen zeigen die Gerüche aus den Bullen- und Milchviehställen auch in größeren Abständen eine negative Bewertung (Abbildung 28).

Diese Ergebnisse decken sich in der Tendenz mit der Auswertung der Polaritätenprofile, die ebenfalls einen deutlichen Unterschied der Pferdestallgerüche zu den übrigen Gerüchen zeigen.

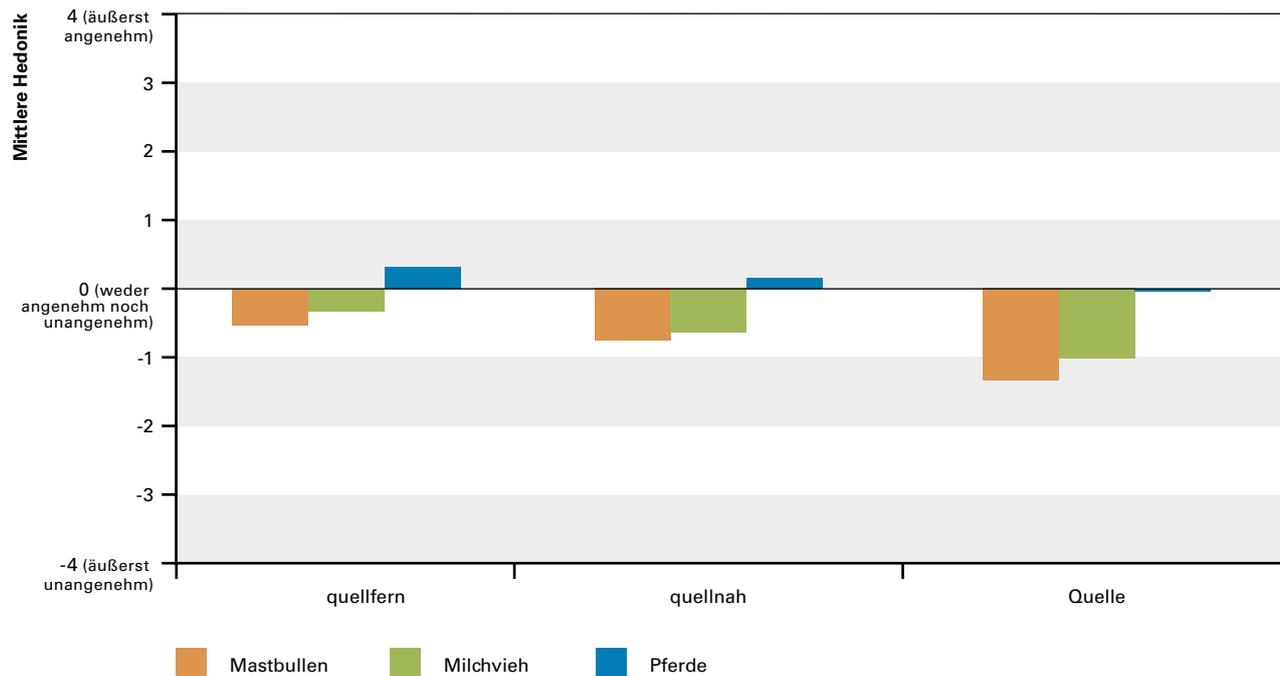


Abbildung 28: Mittlere Hedonik in Abhängigkeit von der Entfernung zur Quelle

### 6.2.2 Silage und Pferdemist

Je nach meteorologischen Bedingungen und Zustand der Anschnittflächen (trocken, frisch) wurden die Polaritätenprofile der Silagen in einem Bereich von 1 bis über 60 m erhoben. Die Mehrzahl der Profile wurde in Abhängigkeit von der Emissionssituation (Lage der Anschnittfläche zur Windrichtung und Windgeschwindigkeit) in einem Abstand von 1 bis 20 m erzeugt. Im Mittel wurden die Intensitäten einheitlich als „deutlich“ eingestuft.

Die Erhebungen zur Geruchsintensität des Pferdemists erfolgten in Abständen von 0 bis 18 m.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Abbildung 29 und der Abbildung 30 grafisch dargestellt.

Die Silagen wurden von den Prüfern mit -0,3 als leicht unangenehm bewertet, während der Pferdemist auf der Skala mit -1,0 eingestuft wurde.

Im Rahmen des Messprogramms wurden von den gelagerten Silagen der Hofstellen Proben entnommen und durch das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg Standort Karlsruhe (LTZ) analysiert. Dabei kann – bis auf wenige Ausnahmen bei Grassilagen – weitestgehend von

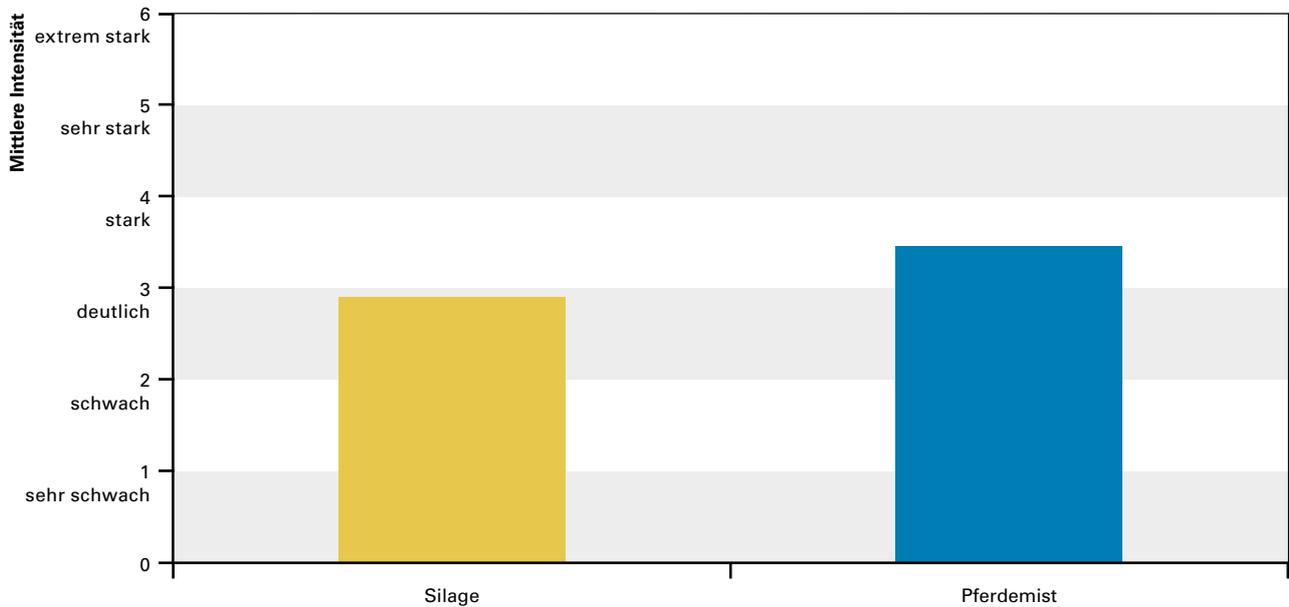


Abbildung 29: Mittlere Intensität Silage und Pferdemit

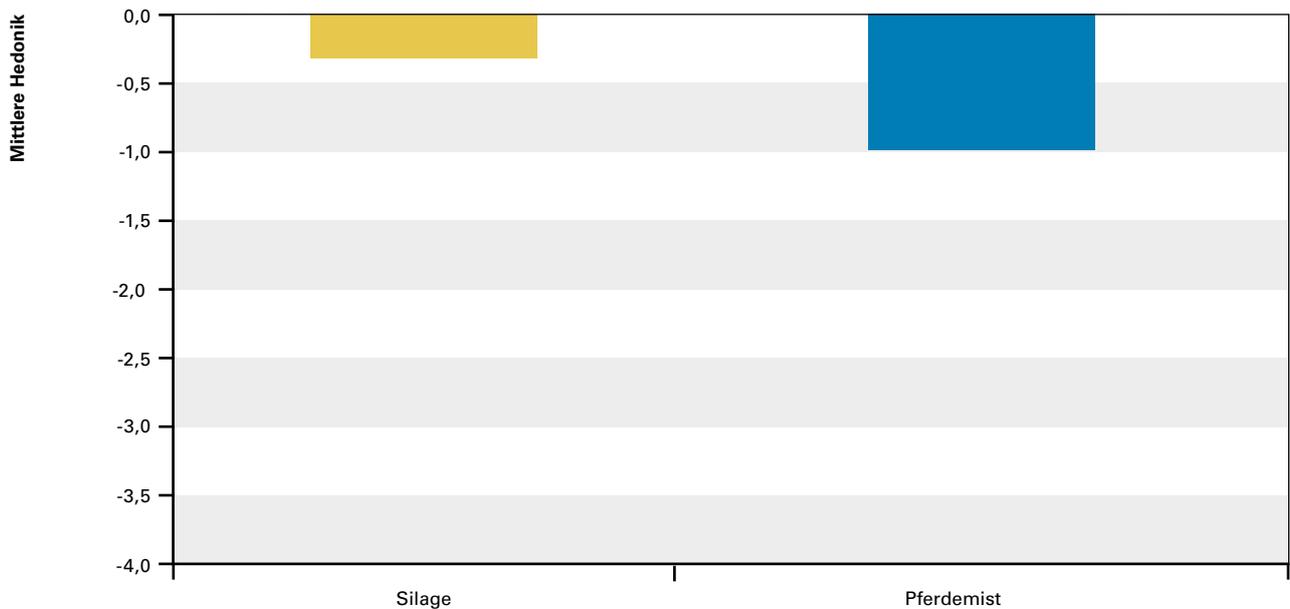


Abbildung 30: Mittlere Hedonik Silage und Pferdemit

einer guten bis sehr guten Silagequalität ausgegangen werden. Dies ist bei Tierhaltungsanlagen zu erwarten, da sich die Qualität der Silagen direkt auf die Gesundheit der Tiere auswirkt.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die in den Ställen während der Messtermine vorgehaltenen Silagen die Beurteilungen der Ställe durch die Prüfer nicht negativ beeinflusst

haben. Dies zeigen auch die Polaritätenprofile zu den Silagen, die die persönlichen Geruchseindrücke der vor Ort beteiligten Personen wiedergeben.

Der Pferdemit wurde bei beiden Höfen auf einer Fläche von ungefähr 12 m x 6 m bis zu einer Höhe von 3 m offen gelagert und sowohl im trockenen als auch im feuchten Zustand beurteilt.

### 6.3 Fahnenbegehungen

An zwei Standorten (MV II und BM II) wurden an jeweils zwei Tagen begleitende Fahnenmessungen gemäß Richtlinie VDI 3940 Blatt 2 [4] durchgeführt und an jedem Messpunkt der Geruchszeitanteil während eines Messzeitintervalls von zehn Minuten als auch die Intensität von den Prüfern erfasst.

#### 6.3.1 Hofstelle BM II am 28.06.2016

Im Bereich des Bullenstalls der Hofstelle BM II wurden insgesamt sechs Schnittlinienmessungen bei Wind aus nord-westlichen Richtungen (Pfeil in Abbildung 31) und Windgeschwindigkeiten von 1,0–3,5 m/s in unterschiedlichen Entfernungen zum Stall durchgeführt.

Nachfolgend sind exemplarisch die Geruchshäufigkeiten und die Geruchsintensitäten für drei Messungen dargestellt.

Es zeigt sich, dass mit zunehmender Entfernung vom Stall sowohl die Geruchshäufigkeiten als auch die von den Prüfern registrierten Geruchsintensitäten sehr schnell abnehmen und schließlich in einer Distanz von rund 150 m der Bereich der maximalen Reichweite erreicht ist.

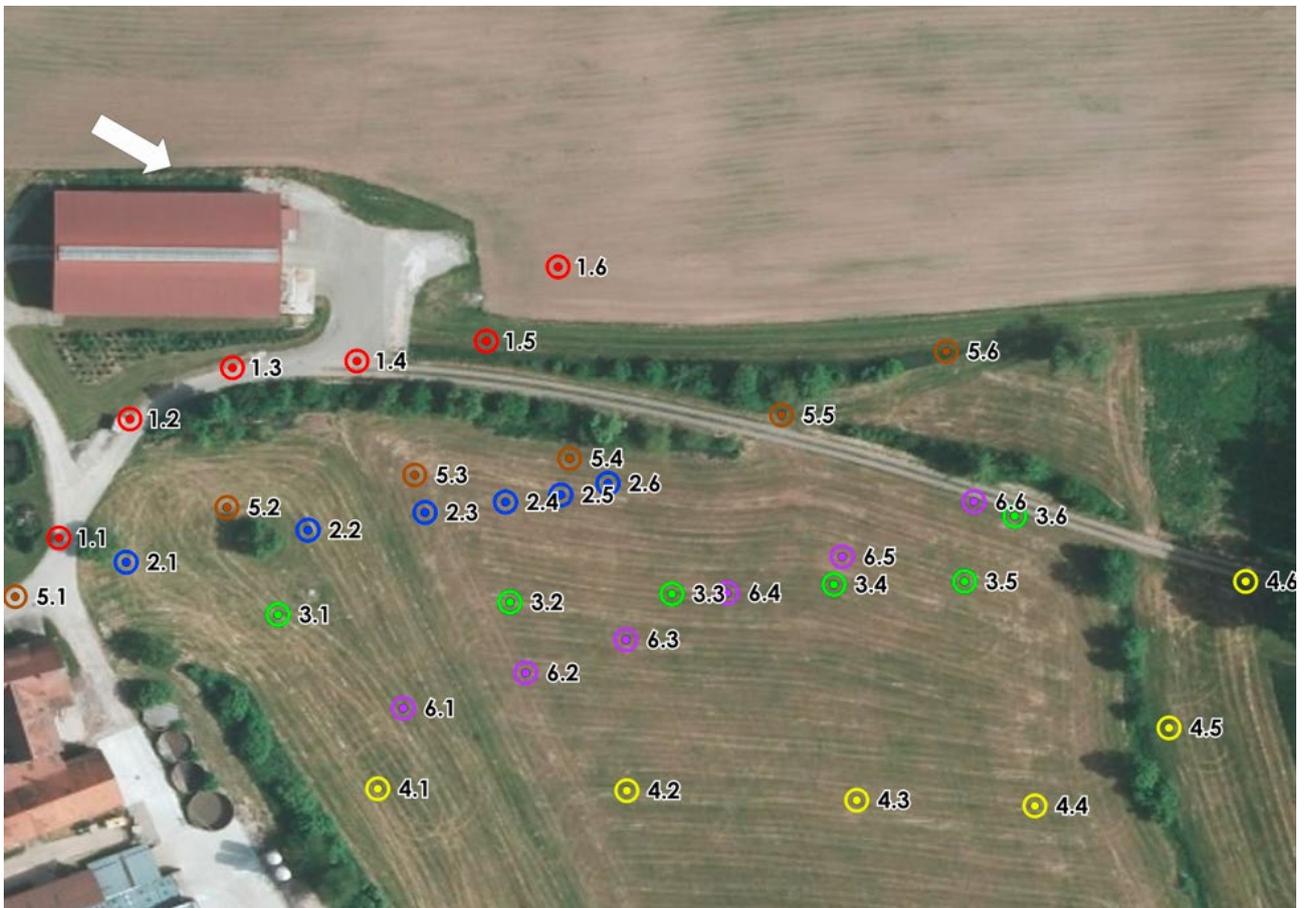


Abbildung 31: Lage der Schnittlinienmessungen BM II am 28. 6. 2016

Geobasisdaten: © Bayerische Vermessungsverwaltung ([www.geodaten.bayern.de](http://www.geodaten.bayern.de))



Abbildung 32: Messung 1 BM II am 28. 6. 2016

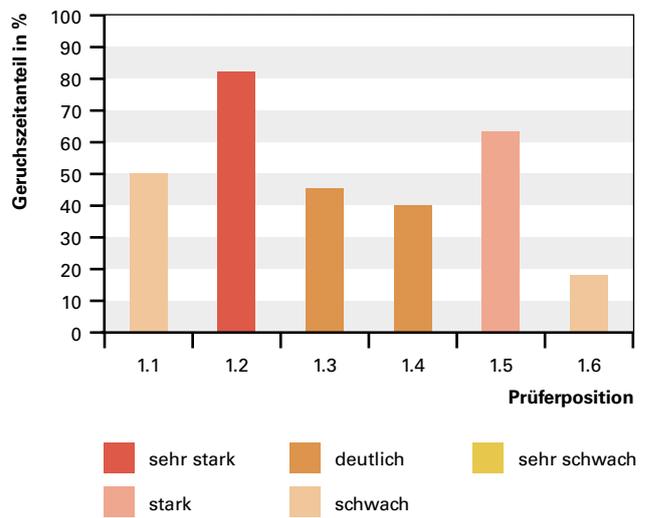


Abbildung 33: Messung 5 BM II am 28. 6. 2016

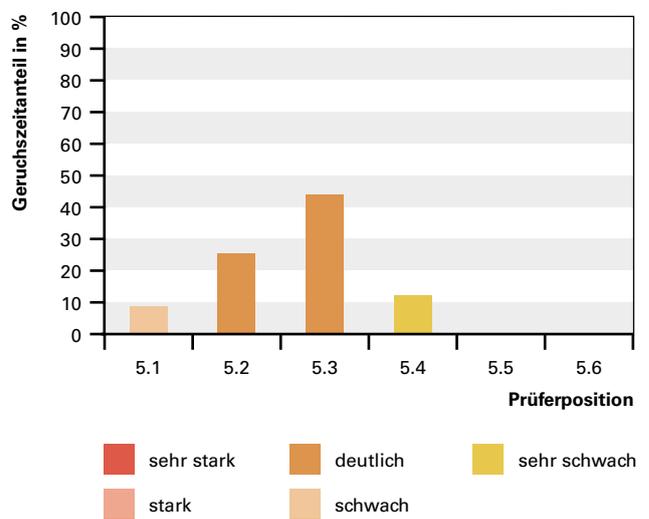
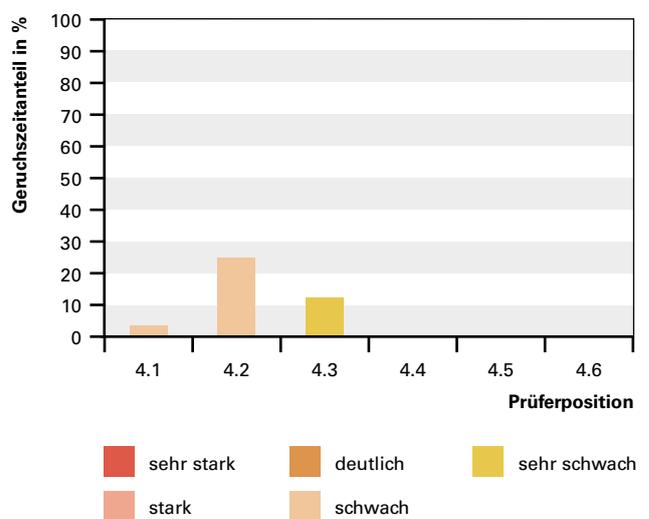


Abbildung 34: Messung 4 BM II am 28. 6. 2016



### 6.3.2 Hofstelle BM II am 11. 10. 2016

Die Fahnenbegehungen am 11.10.2016 fanden in einem Abstand von 30 bis 120 m vom Stallgebäude (Abbildung 35) statt. Die vorliegenden meteorologischen Bedingungen mit wechselnden Windrichtungen und häufigen Windstillen führten dazu, dass die Fahhengrenzen nur teilweise erfasst werden konnten. Die Windgeschwindigkeiten lagen im Bereich von 0,6–3,2 m/s.

Zudem ist zu beachten, dass sich nach der Fütterung der Tiere mit Silage die Emissionsbedingungen ab der 4. Begehung änderten. Der danach vornehmlich dem Stallgeruch beigemischte Silagegeruch war dem Stall eindeutig zuzu-

ordnen und führte auch in größerer Entfernung (ca. 100 m) zu Geruchseindrücken der Intensitätsstufe „deutlich“ (siehe Position 5.4 in Abbildung 40).

Auch wenn aus den genannten Gründen die Messungen 1 bis 3 nicht direkt mit den Messungen 4 bis 5 vergleichbar sind, zeigt sich hier jedoch, dass sich in der Phase der Fütterung die Geruchsemissionen des Stalles erhöhen. Dies ist vornehmlich durch den Einsatz eines Futterwagens bedingt, da durch die vorhergehende Vermischung des Materials und die mechanische Verteilung der Silage im Stall vermehrt Geruchsstoffe frei werden.



Abbildung 35: Lage der Schnittlinienmessungen BM II am 11. 10. 2016

Geobasisdaten: © Bayerische Vermessungsverwaltung ([www.geodaten.bayern.de](http://www.geodaten.bayern.de))



Abbildung 36: Messung 1 BM II am 11. 10. 2016

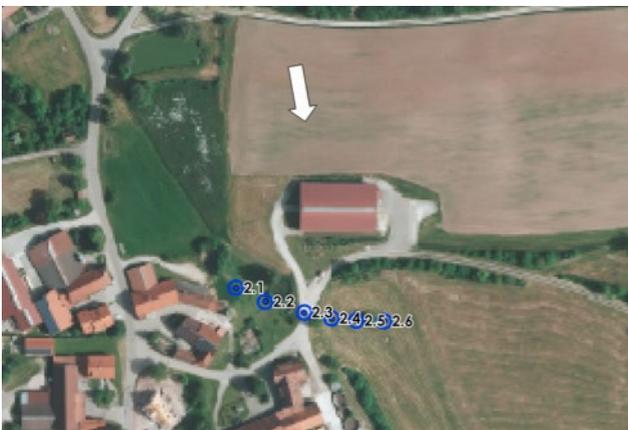
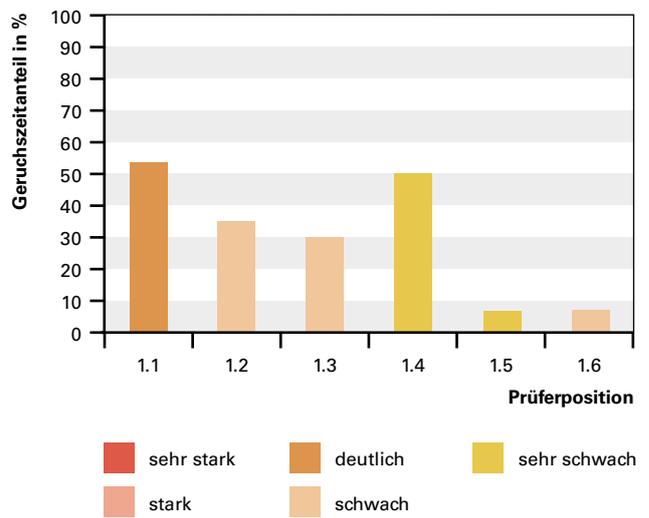


Abbildung 37: Messung 2 BM II am 11. 10. 2016

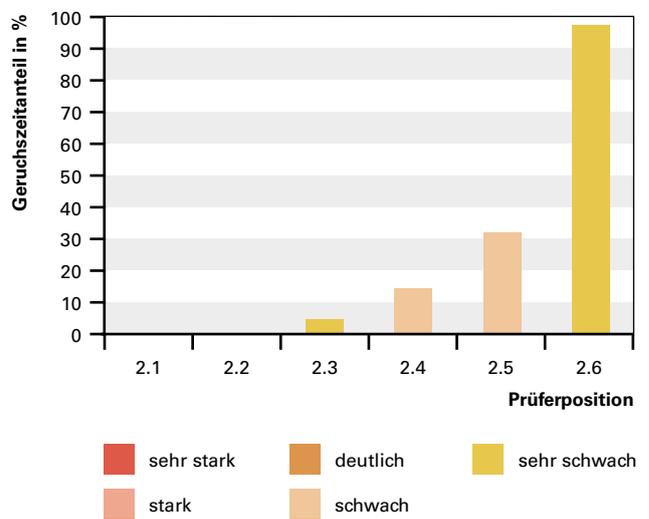


Abbildung 38: Messung 3 BM II am 11. 10. 2016

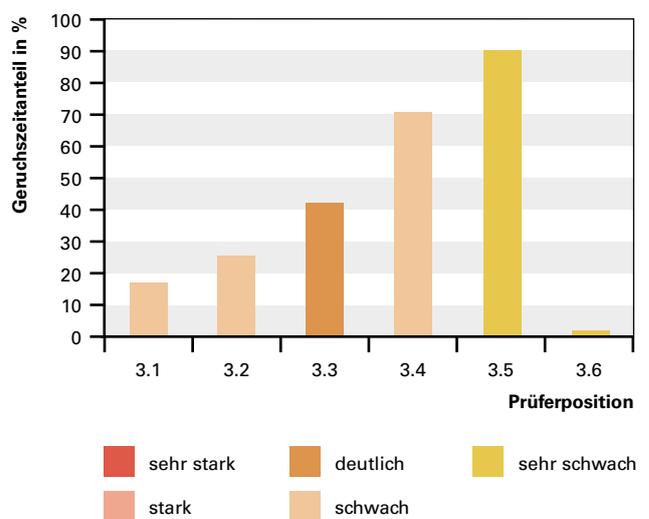




Abbildung 39: Messung 4 BM II am 11. 10. 2016

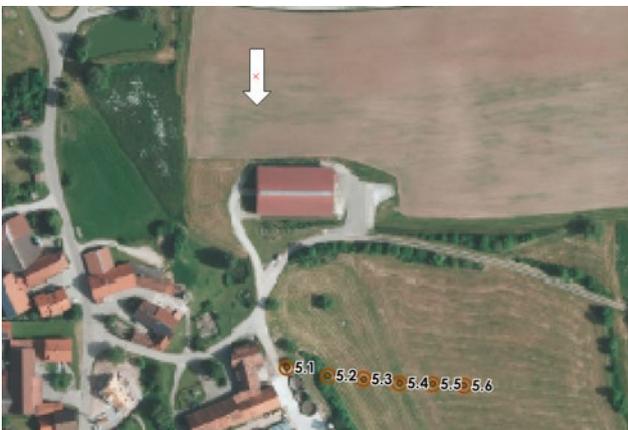
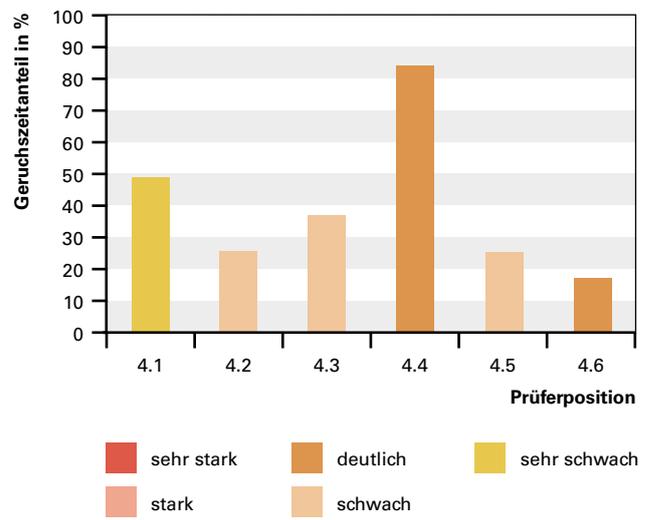
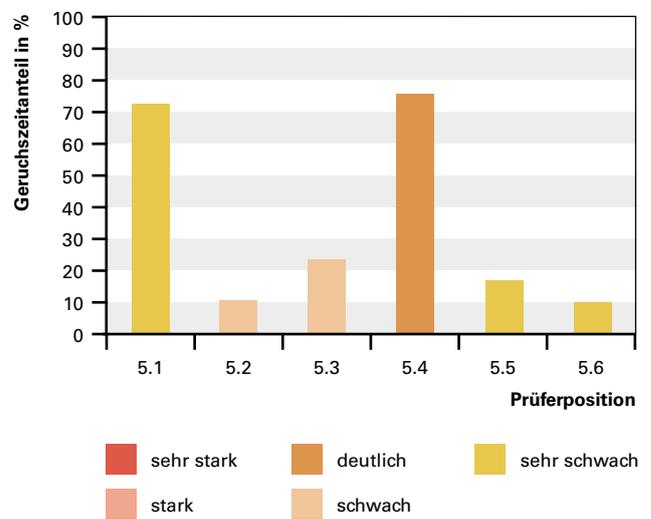


Abbildung 40: Messung 5 BM II am 11. 10. 2016



### 6.3.3 Hofstelle MV II am 29. 6. 2016

Im Bereich des Milchviehstalls des Hofes MV II wurden insgesamt vier Schnittlinienmessungen bei Wind aus west-nordwestlichen Richtungen und Windgeschwindigkeiten von 1,0–6,3 m/s durchgeführt. Die unterschiedlichen Entfernungen zum Stall verdeutlicht die Abbildung 41.

Auch hier sind exemplarisch drei Schnittlinienmessungen detailliert dargestellt, um die mit zunehmender Entfernung rapide abnehmenden Geruchshäufigkeiten und Geruchsintensitäten zu verdeutlichen.

Wie auch bei der Hofstelle BM II ist hier die maximale Reichweite des Milchviehstallgeruchs nach ca. 140 bis 160 m erreicht.

Im Fall des Stalls MV II ist zu beachten, dass außer den Stallgerüchen auch deutliche Geruchsemissionen der Silage und des Güllelagers wahrnehmbar waren und diese auch teilweise größere Reichweiten zwischen 100 und 130 m aufwiesen. Zum direkten Vergleich der Ställe sind diese Geruchsqualitäten jedoch nicht dargestellt.



Abbildung 41: Lage der Schnittlinienmessungen MV II am 29. 6. 2016

© LUBW, LGL BW



Abbildung 42: Messung 4 MV II am 29. 6. 2016

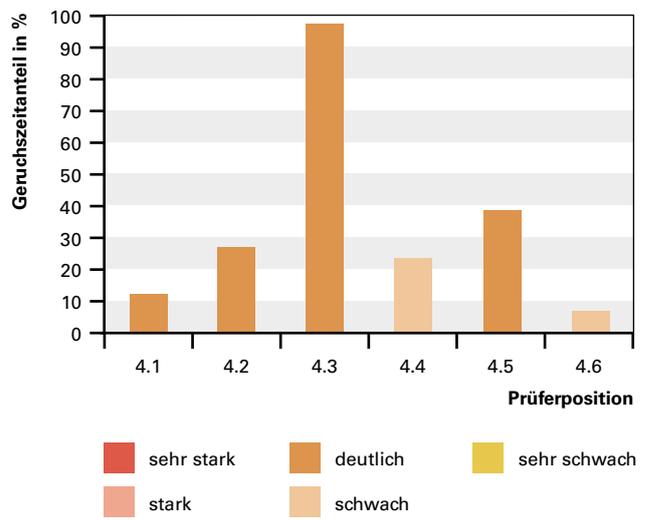


Abbildung 43: Messung 1 MV II am 29. 6. 2016

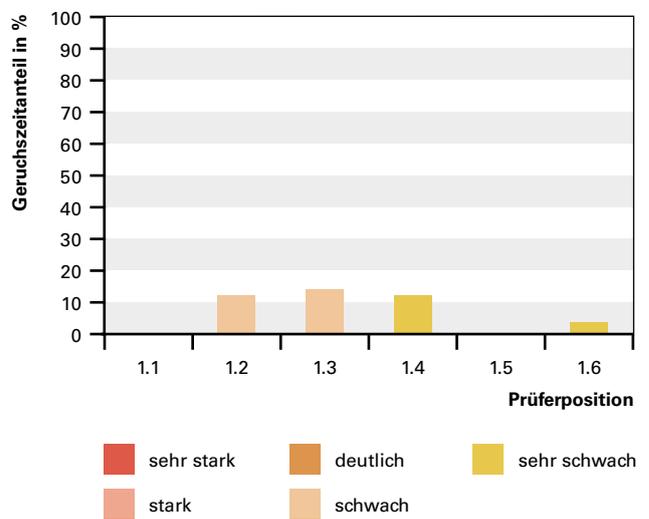
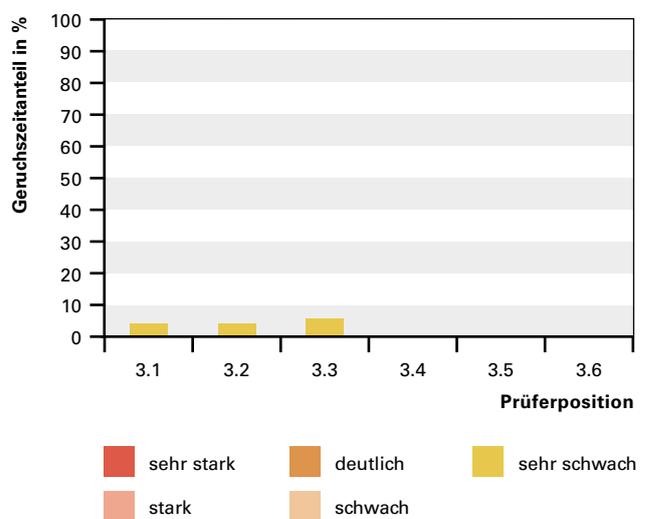


Abbildung 44: Messung 3 MV II am 29. 6. 2016



### 6.3.4 Hofstelle MV II am 12. 10. 2016

Die Fahnenmessungen am 12.10.2016 im Umfeld des Betriebs MVII (Abbildung 45) zeigen, wie zuvor am 29.6.2016, deutlich abnehmende Geruchshäufigkeiten und Geruchintensitäten mit zunehmender Entfernung vom Stall. Unter den gegebenen meteorologischen Bedingungen war der Stallgeruch bei Windgeschwindigkeiten von 0,5–2,6 m/s nach 40 bis 50 m nicht mehr wahrnehmbar.

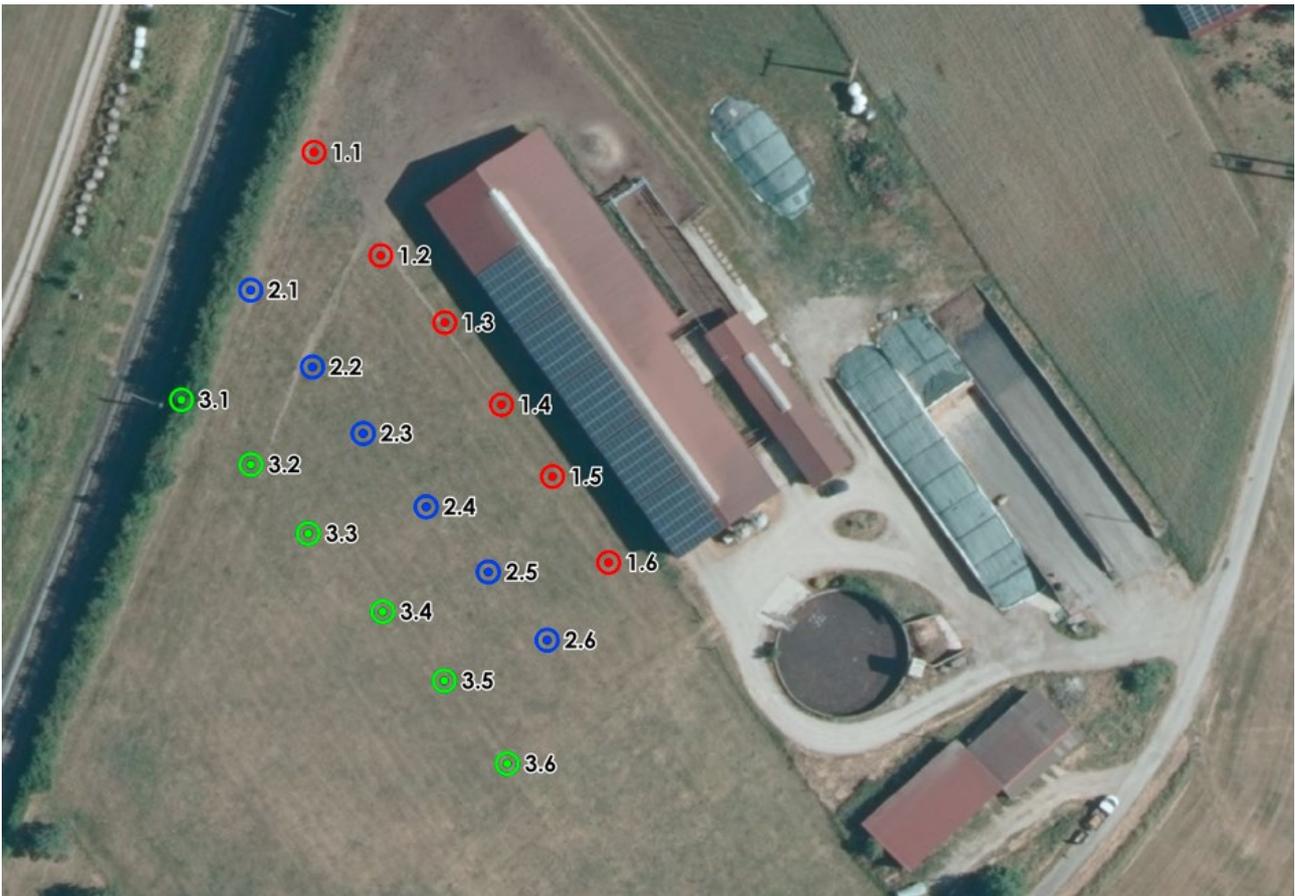


Abbildung 45: Lage der Schnittlinienmessungen MV II am 12. 10. 2016

© LUBW, LGL BW



Abbildung 46: Messung 1 MV II am 12. 10. 2016

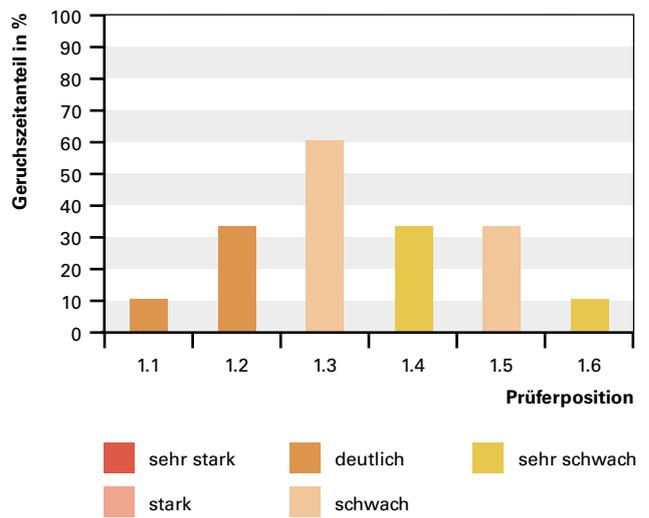


Abbildung 47: Messung 2 MV II am 12. 10. 2016

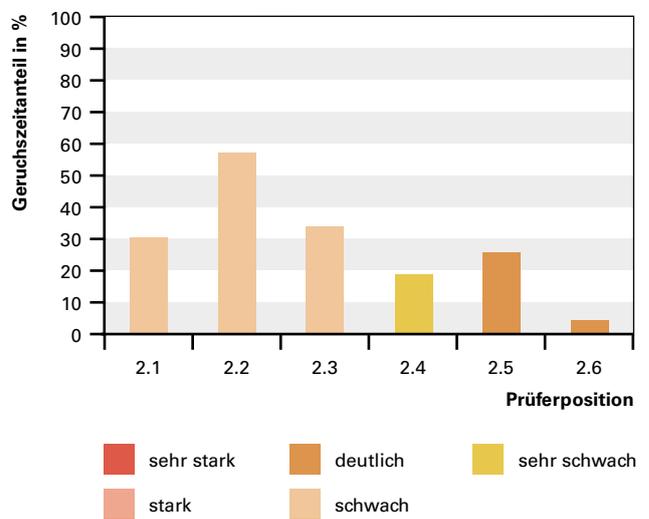
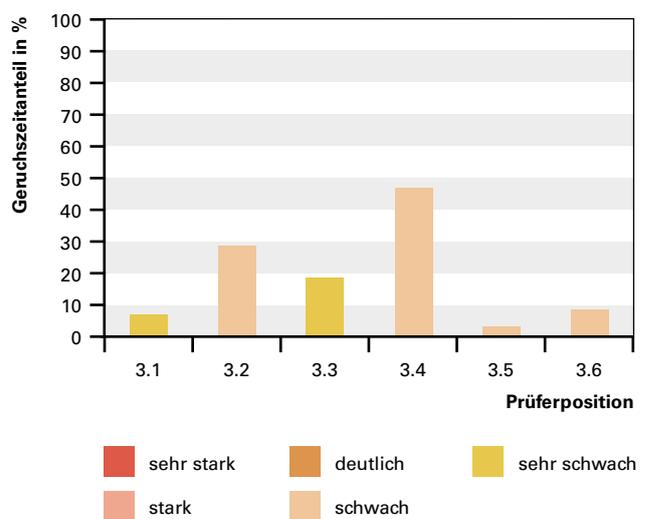


Abbildung 48: Messung 3 MV II am 12. 10. 2016



# 7 Zusammenfassung der Ergebnisse

1. An zwei Milchvieh-, vier Mastbullen- und drei Pferde-stallungen konnten insgesamt 648 Polaritätenprofile erhoben werden, ergänzend 138 Profile von Silagelagern und 42 Profile von Pferdemitlagern.
2. Die von den Mastbullen- und Milchviehställen emittierten Gerüche wurden mit der Methode der Polaritätenprofile sehr ähnlich bewertet. Dies wurde auch weitgehend durch die hedonische Bewertung der Gerüche bestätigt.
3. Die Korrelationen der Duft- und Gestankprofile für Mastbullen- und Milchviehstallungen liegen für das Konzept „Gestank“ bei 0,8 und 0,71 und für das Konzept „Duft“ bei -0,59 und -0,51.
4. Der direkte Vergleich der Profile der Mastbullen- und Milchviehställe ergibt einen Korrelationskoeffizienten von 0,98.
5. Insgesamt wurden die Bewertungen bzgl. Hedonik, Intensität und Polaritätenprofile in einem Bereich von 0 m bis zu rund 130 m Abstand zu den Ställen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen eine eher geringe Reichweite der Gerüche aus den offenen bzw. gut belüfteten Ställen.
6. Die beiden Fahnenbegehungen an einem Mastbullenstall ergaben maximale Reichweiten der Gerüche von ca. 150 m, an einem der Milchviehställe konnten bei den beiden Begehungen die Stallgerüche in maximal ca. 140 bis 160 m festgestellt werden.
7. Die Silagequalität wurde im Rahmen der Laboranalysen mit Ausnahme einiger Grassilagen überwiegend mit gut bis sehr gut bewertet, sodass hier kein negativer Einfluss auf die Bewertung der Stallgerüche abgeleitet werden kann. Es hat sich aber gezeigt, dass in der Phase der Fütterung mit Silage im Stall höhere Geruchsemissionen auftreten können, die kurzzeitig zu größeren Reichweiten der Geruchsfahne führen.
8. Der Pferdestallgeruch (ohne Mistlege) weist im Vergleich zu den anderen Gerüchen eine deutlich höhere Korrelation zum Duftprofil und eine deutlich geringere Korrelation zum Gestankprofil auf. Dies ist durch die Haltungsbedingungen, die Art des Futters, die geringen Mengen Kot und die Lagerung von Heu und Stroh im Stall bedingt. Diese Tendenz zeigt sich auch bei der Erhebung zur hedonischen Wirkung der Gerüche. Hier ist weiter zu beachten, dass auch die in der Regel gute Durchlüftung der Ställe am Tag für eine Verdünnung und den Abtransport der Gerüche sorgen. Kurzzeitige Emissionsspitzen und auch eine negativere hedonische Bewertung der Stallgerüche können sich ergeben, wenn der über Nacht verschlossene Stall am Morgen geöffnet wird. Insgesamt waren die Gerüche bei den vorherrschenden geringen Windgeschwindigkeiten in rund 50 m Entfernung meist nicht mehr wahrnehmbar.

Die Unterzeichner erstellten dieses Gutachten unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen.

Als Grundlage für die Feststellungen und Aussagen der Sachverständigen dienten die vorgelegten und im Gutachten zitierten Unterlagen sowie die Auskünfte der Beteiligten.

Bericht verfasst durch:



Dipl.-Biol. Michael Bischoff  
Stellvertretend Fachlich Verantwortlicher

Geprüft und freigegeben durch:



Dipl.-Phys. Ing. Frank Müller  
Stellvertretend Fachlich Verantwortlicher

# Anhang

## **Verzeichnis des Anhangs**

- A Polaritätenprofile**
- B Datenaufnahmebogen  
Geruchsintensität/Hedonik**
- C Meteorologische Bedingungen  
während der Messungen und der  
Fahnenbegehungen**

# A Polaritätenprofile

## Polaritätenprofile Duftprofil



Prüfer-ID: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_  
 Datum/Uhrzeit: \_\_\_\_\_ Geschlecht: \_\_\_\_\_

**Duftprofil**  
 Bitte beschreiben Sie anhand der Gegensatzpaare die Vorstellung die Sie bei dem Wort **Duft** haben. Kreuzen Sie dazu in jeder Zeile sofort diejenige Ziffer an, die Ihrer Vorstellung am ehesten entspricht. Einige der Eigenschaftswörter gelten nicht im wörtlichen, sondern eher im übertragenen Sinn. Je mehr die rechte Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie Ihr Kreuz nach rechts, je mehr die linke Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie Ihr Kreuz nach links. Die „0“ in der Mitte sollten Sie möglichst selten verwenden. Es geht hierbei allein um Ihren subjektiven Eindruck. Gehen Sie intuitiv, spontan und zügig vor!

1.	stark	3	2	1	0	1	2	3	schwach
2.	grob	3	2	1	0	1	2	3	fein
3.	niederdrückend	3	2	1	0	1	2	3	erhebend
4.	robust	3	2	1	0	1	2	3	zart
5.	schwer	3	2	1	0	1	2	3	leicht
6.	alt	3	2	1	0	1	2	3	jung
7.	wild	3	2	1	0	1	2	3	sanft
8.	aufregend	3	2	1	0	1	2	3	beruhigend
9.	rau	3	2	1	0	1	2	3	glatt
10.	dunkel	3	2	1	0	1	2	3	hell
11.	herb	3	2	1	0	1	2	3	süß
12.	interessant	3	2	1	0	1	2	3	langweilig
13.	kalt	3	2	1	0	1	2	3	warm
14.	wach	3	2	1	0	1	2	3	müde
15.	seicht	3	2	1	0	1	2	3	tief
16.	leise	3	2	1	0	1	2	3	laut
17.	weich	3	2	1	0	1	2	3	hart
18.	würzig	3	2	1	0	1	2	3	schal
19.	dumpf	3	2	1	0	1	2	3	stechend
20.	verspielt	3	2	1	0	1	2	3	ernst
21.	leer	3	2	1	0	1	2	3	voll
22.	passiv	3	2	1	0	1	2	3	aktiv
23.	frisch	3	2	1	0	1	2	3	abgestanden
24.	vergnügt	3	2	1	0	1	2	3	missmutig
25.	harmonisch	3	2	1	0	1	2	3	unharmonisch
26.	mild	3	2	1	0	1	2	3	streng
27.	friedlich	3	2	1	0	1	2	3	aggressiv
28.	schön	3	2	1	0	1	2	3	hässlich
29.	angenehm	3	2	1	0	1	2	3	unangenehm

Version: <b>QMH 1.0</b>	Revision: <b>1</b>	erstellt:	geprüft:	freigegeben:
A09_09a_Polaritätenprofil_Duftprofil		<i>Bl</i>	<i>FM</i>	<i>lu</i>
Gültig ab: <b>22.04.2016</b>		Seite 1 von 1		

# Polaritätenprofile Anlagenprofil

Projekt-Nr.: 17 0126 16R Ort/Anlage: \_\_\_\_\_

Prüfer-ID: \_\_\_\_\_ Datum/Uhrzeit: \_\_\_\_\_

Messung/MP-Nr.: \_\_\_\_\_ Geruchsqualität: \_\_\_\_\_

### Anlagenprofil

Bitte beschreiben Sie den vorliegenden Geruchsreiz anhand der folgenden Gegensatzpaare. Schnuppern / schnüffeln Sie und machen sich mit dem Geruch vertraut. Beginnen Sie dann mit der Beschreibung des Geruchs. Kreuzen Sie dazu in jeder Zeile sofort diejenige Ziffer an, die Ihrer Vorstellung am ehesten entspricht. Einige der Eigenschaftswörter gelten nicht im wörtlichen, sondern eher im übertragenen Sinn. Je mehr die rechte Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie Ihr Kreuz nach rechts, je mehr die linke Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie Ihr Kreuz nach links. Die „0“ in der Mitte sollten Sie möglichst selten verwenden. Wenn Sie zwischendurch das Gefühl haben, sich nicht mehr an den Geruch zu erinnern, können Sie erneut eine Geruchsprobe nehmen. Es geht hierbei allein um Ihren subjektiven Eindruck. Gehen Sie intuitiv, spontan und zügig vor!

		3	2	1	0	1	2	3	
1.	stark								schwach
2.	grob								fein
3.	niederdrückend								erhebend
4.	robust								zart
5.	schwer								leicht
6.	alt								jung
7.	wild								sanft
8.	aufregend								beruhigend
9.	rau								glatt
10.	dunkel								hell
11.	herb								süß
12.	interessant								langweilig
13.	kalt								warm
14.	wach								müde
15.	seicht								tief
16.	leise								laut
17.	weich								hart
18.	würzig								schal
19.	dümpf								stechend
20.	verspielt								ernst
21.	leer								voll
22.	passiv								aktiv
23.	frisch								abgestanden
24.	vergnügt								missmutig
25.	harmonisch								unharmonisch
26.	mild								streng
27.	friedlich								aggressiv
28.	schön								hässlich
29.	angenehm								unangenehm

Zufallsverteilung

Dieses Formblatt ist nicht Bestandteil des QM-Systems

## B Datenaufnahmebogen Geruchsintensität/Hedonik

### Bestimmung von Intensität und Hedonik im Feld

Projekt-Nr.: 17 0126 16R

Ort:

Prüfer-ID:

Datum:

Messung:

Messpunkt-Nr.:

**Achtung!**  
**Angabe der Geruchsqualität nicht vergessen!**

**Erläuterung:** Bitte den Namen der Hofstelle als *Ort* eintragen  
Unter *Messung* wird die Nr. des Durchgangs an der jeweiligen Hofstelle notiert (1-4)  
Die *Messpunkt-Nr.* wird durch den Versuchsleiter mitgeteilt

**Hinweis**

Hier bitte die Tierart eintragen  
Milchkühe: **K**  
Mastbullen: **B**  
Pferde: **P**

**stärkster Eindruck**

- 6  extrem stark
- 5  sehr stark
- 4  stark
- 3  deutlich
- 2  schwach
- 1  sehr schwach

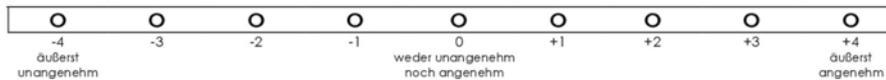
**Häufigkeit des stärksten Eindrucks**

- 5  immer
- 4  sehr oft
- 3  oft
- 2  manchmal
- 1  selten

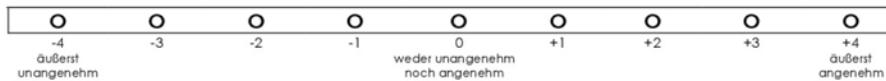
**durchschnittlicher Eindruck**

- 6  extrem stark
- 5  sehr stark
- 4  stark
- 3  deutlich
- 2  schwach
- 1  sehr schwach

**angenehmster Eindruck**



**unangenehmster Eindruck**



**durchschnittlicher Eindruck**



Dieses Formblatt ist nicht Bestandteil des QM-Systems.

## C Meteorologische Bedingungen während der Messungen und der Fahnenbegehungen

### Meteorologische Bedingungen während der Messungen

Datum	Betrieb	Messpunkt	Entfernung zur Quelle	Windgeschwindigkeit in m/s	Windrichtung in °	Bedeckungsgrad	Lufttemp. in °C	Niederschlag	
10.5.2016	MV I	1	18	4,5	270	8/8	18,0	leichter Regen	
		2	79	1,7	190	8/8	18,4	leichter Regen	
		3	0	6,0	200	8/8	17,6	leichter Regen	
	BM II	1	0	5,5	120	8/8	17,3	-	
		2	76	7,5	150	8/8	17,6	leichter Regen	
		3	133	2,5	170	8/8	18,1	-	
		4	5	3,0	180	8/8	18,0	leichter Regen	
	11.5.2016	BM III	1	46	2,5	80	7/8	17,3	-
2			16	2,2	80	7/8	18,3	-	
3			0	4,7	80	6/8	17,9	-	
P		1	40	4,5	90	8/8	21,1	-	
		2	27	3,5	90	8/8	21,7	-	
		3	0	2,5	90	8/8	21,5	-	
24.5.2016	BM I	1	40	3,5	270	8/8	12,6	-	
		2	63	5,0	270	8/8	12,6	-	
		3	0	4,5	270	8/8	12,3	Nieselregen	
		4	0	4,0	260	8/8	12,0	Nieselregen	
	MV II	1	40	3,0	260	8/8	11,6	-	
		2	11	6,0	260	8/8	11,4	-	
		3	5	7,0	260	7/8	35,1	Nieselregen	
	P	1	0	1,0	270	8/8	12,2	-	
		2	8	0	270	8/8	11,8	-	
		3	3	0	260	7/8	12,2	-	
	25.5.2016	BM IV	1	0	3,5	120	8/8	12,3	-
			2	10	0,8	230	8/8	13,1	-
3			43	0,8	190	8/8	13,6	-	
4			27	1,5	200	8/8	14,2	-	
5			63	2,5	200	8/8	16,9	-	
7.6.2016	MV I	1	21	5,5	170	2/8	30,8	-	
		2	8	1,3	160	1/8	27,8	-	
		3	0	5,0	100	0/8	29,37	-	
	BM I	1	0	0	-	3/8	27,9	-	
		2	9	0	-	3/8	30,8	-	
		3	17	0	-	4/8	33,6	-	
		4	0	0	-	2/8	26,9	-	
	BM III	1	0	0	-	3/8	32,4	-	
		2	15	1,0	90	1/8	31,8	-	
		3	54	3,5	90	1/8	29,8	-	
		4	0	0,5	90	0/8	30,8	-	

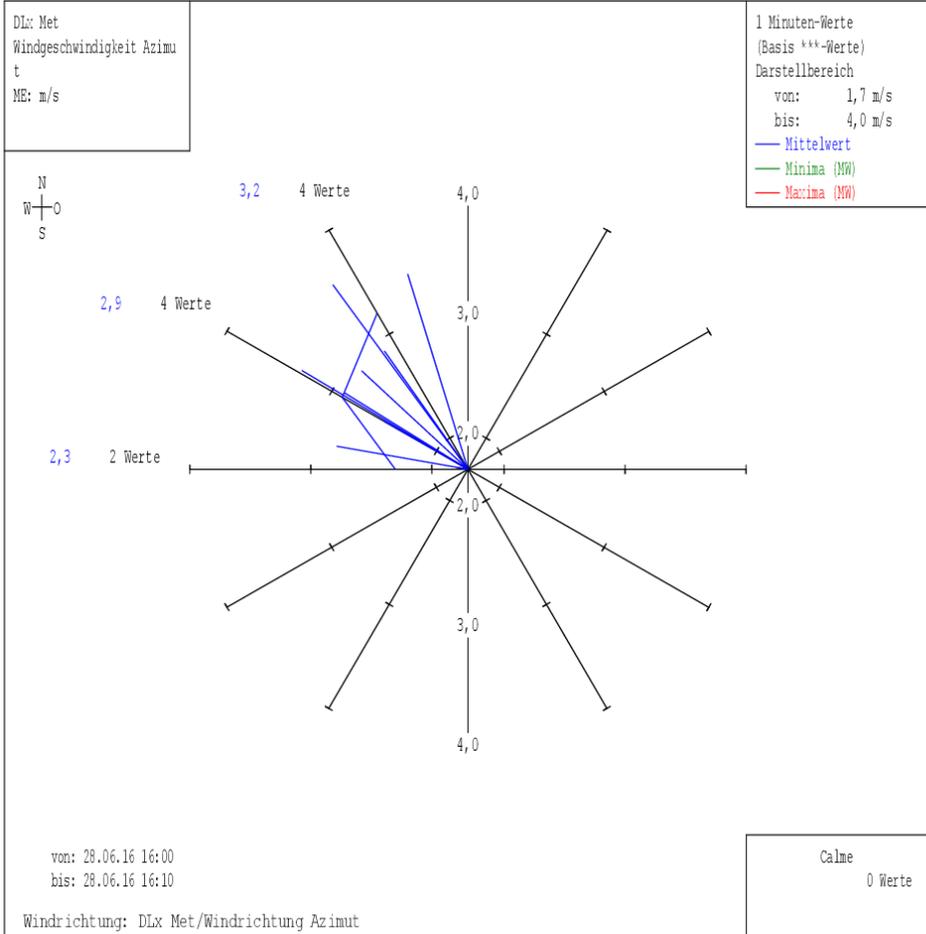
Datum	Betrieb	Messpunkt	Entfernung zur Quelle	Windgeschwindigkeit in m/s	Windrichtung in °	Bedeckungsgrad	Lufttemp. in °C	Niederschlag	
8.6.2016	BM IV	1	0	0	-	8/8	20,6	-	
		2	14	0,5	180	8/8	18,8	-	
		3	20	1,5	200	8/8	19,8	-	
		4	0	1,0	180	8/8	20,0	-	
		5	10	0,5	180	8/8	19,1	-	
28.6.2016	BM II	1	0	4,4	232	8/8	35,0	-	
		2	30	4,2	309	8/8	34,0	-	
		3	60	4,7	255	7/8	35,1	-	
29.6.2016	MV II	1	0	4,0	233	3/8	27,8	-	
		2	10	5,6	258	2/8	28,9	-	
		3	30	4,4	255	5/8	27,3	-	
16.8.2016	MV I	1	0	1,6	290	1/8	27,2	-	
		2	20	0,1	290	2/8	34,7	-	
		3	40	1,5	225	4/8	30,6	-	
		4	2	1,6	70	3/8	28,0	-	
	BM II	1	35	1,0	320	4/8	33,1	-	
		2	30	1,0	320	2/8	35,3	-	
		3	3	2,5	320	1/8	28,9	-	
		4	2	0	-	1/8	28,0	-	
	BM III	1	10	0,8	40	0/8	30,9	-	
		2	0	0,6	45	0/8	33,7	-	
		3	44	1,3	30	0/8	33,6	-	
		4	67	1,1	45	0/8	31,5	-	
	17.8.2016	BM IV	1	23	1,3	90	6/8	20,8	-
			2	38	1,2	80	7/8	25,4	-
			3	2	0,9	80	8/8	25,4	-
			4	19	1,3	90	8/8	22,3	-
30.8.2016	BM I	1	5	0	-	3/8	26,7	-	
		2	3	0	-	2/8	28,7	-	
		3	0	0,9	180	4/8	32,0	-	
		4	10	2,2	90	1/8	34,4	-	
	MV II	1	15	2,3	90	0/8	29,2	-	
		2	4	0,8	90	0/8	33,3	-	
		3	54	1,2	90	5/8	34,0	-	
		4	4	4,0	90	5/8	31,4	-	
	BM III	1	3	1,0	90	1/8	28,5	-	
		2	17	1,6	90	0/8	33,4	-	
		3	37	1,1	90	0/8	33,7	-	
		4	20	0,1	90	0/8	30,1	-	
31.8.2016	P	1	6	0	-	0/8	25,3	-	
		2	2	0	-	0/8	26,8	-	
		3	0	1,2	90	0/8	27,9	-	
		4	0	1,0	90	0/8	27,3	-	
		5	18	1,2	140	0/8	28,7	-	

Datum	Betrieb	Messpunkt	Entfernung zur Quelle	Windgeschwindigkeit in m/s	Windrichtung in °	Bedeckungsgrad	Lufttemp. in °C	Niederschlag
20.9.2016	BM I	1	5	0	-	7/8	21,4	-
		2	20	0	-	8/8	20,4	-
		3	7	0	-	7/8	22,9	-
	MV I	1	4	1,0	45	8/8	19,8	-
		2	13	1,3	45	8/8	20,0	-
		3	20	1,6	45	8/8	18,3	-
		4	4	0,7	45	8/8	17,3	-
	P I	1	0	0,9	90	0/8	19,4	-
		2	0	1,2	90	0/8	18,4	-
		3	3	0,3	90	0/8	17,5	-
		4	2	0	-	3/8	18,2	-
	21.9.2016	BM IV	1	23	1,2	120	1/8	21,3
2			28	0,5	90	0/8	25,6	-
3			0	1,0	90	2/8	25,1	-
4			0	0	90	1/8	18,7	-
31.8.2016	P I	1	6	0	-	0/8	25,3	-
		2	2	0	-	0/8	26,8	-
		3	0	1,2	90	0/8	27,9	-
		4	0	1,0	90	0/8	27,3	-
		5	18	1,2	140	0/8	28,7	-
11.10.2016	BM II	1	0	0,8	70	8/8	12,2	-
		2	5	0,5	50	8/8	12,0	-
		3	18	1,5	50	8/8	12,6	-
		4	0	0,6	70	8/8	6,6	-
12.10.2016	MV II	1	0	0	-	0/8	8,9	-
		2	3	0	-	0/8	8,9	-
		3	3	0	-	0/8	9,2	-
		4	0	0	-	0/8	14,6	-
17.11.2016	P II	1	0	0	-	8/8	14,1	-
		2	1	0	-	8/8	12,4	-
		3	0	0	-	8/8	11,4	-
		4	8	0,8	270	8/8	11,6	-
	P III	1	0	1,4	180	8/8	10,3	-
		2	0	1,3	180	8/8	9,7	-
		3	4	2,3	180	8/8	9,3	-
		4	1	1,1	180	8/8	8,9	-
25.11.2016	P II	1	0	0	-	0/8	10,2	-
		2	0	0	-	0/8	10,1	-
		3	0	0	-	0/8	8,0	-
		4	2	0	-	0/8	5,6	-
	P II	1	25	1,0	45	0/8	9,3	-
		2	0	0,5	45	0/8	8,1	-
		3	0	1,1	45	0/8	7,2	-
		4	0	0,8	45	0/8	6,3	-

Datum	Betrieb	Messpunkt	Entfernung zur Quelle	Windgeschwindigkeit in m/s	Windrichtung in °	Bedeckungsgrad	Lufttemp. in °C	Niederschlag
1.12.2016	P II	1	0	0,6	-	8/8	6,0	-
		2	0	0	-	8/8	6,5	-
		3	0	0	-	8/8	7,8	-
		4	0	0	-	8/8	6,5	-
	P II	1	0	1,8	90	8/8	6,5	-
		2	2	0,5	90	8/8	6,6	-
		3	8	-	-	8/8	5,3	-
		4	3	-	-	8/8	4,6	-
8.12.2016	P II	1	0	0	-	4/8	3,3	-
		2	0	0	-	4/8	3,3	-
		3	1	0	-	5/8	3,4	-
		4	1	0	-	4/8	3,3	-
	P II	1	0	1,3	180	8/8	7,0	-
		2	0	1,6	160	8/8	6,9	-
		3	2	1,0	160	8/8	7,1	-
		4	1	1,4	180	8/8	8,7	-

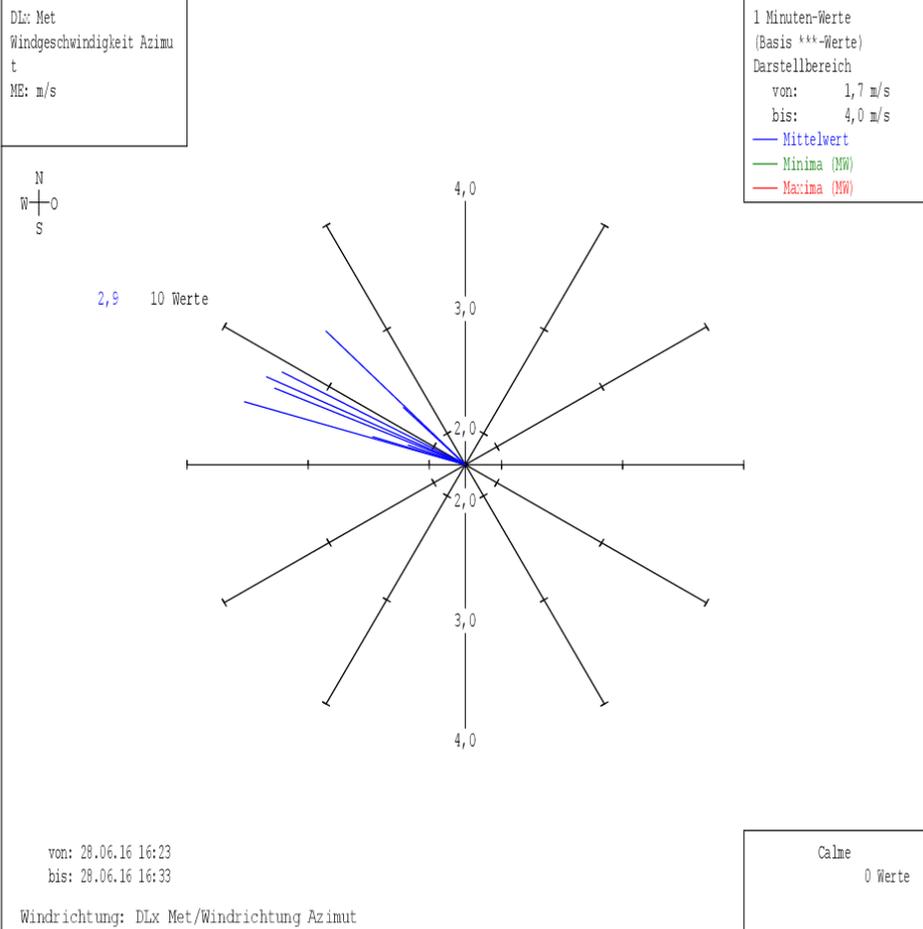
# Meteorologische Bedingungen während der Fahrenbegehungen BM II am 28.6.2016

BM II \_28062016\_1



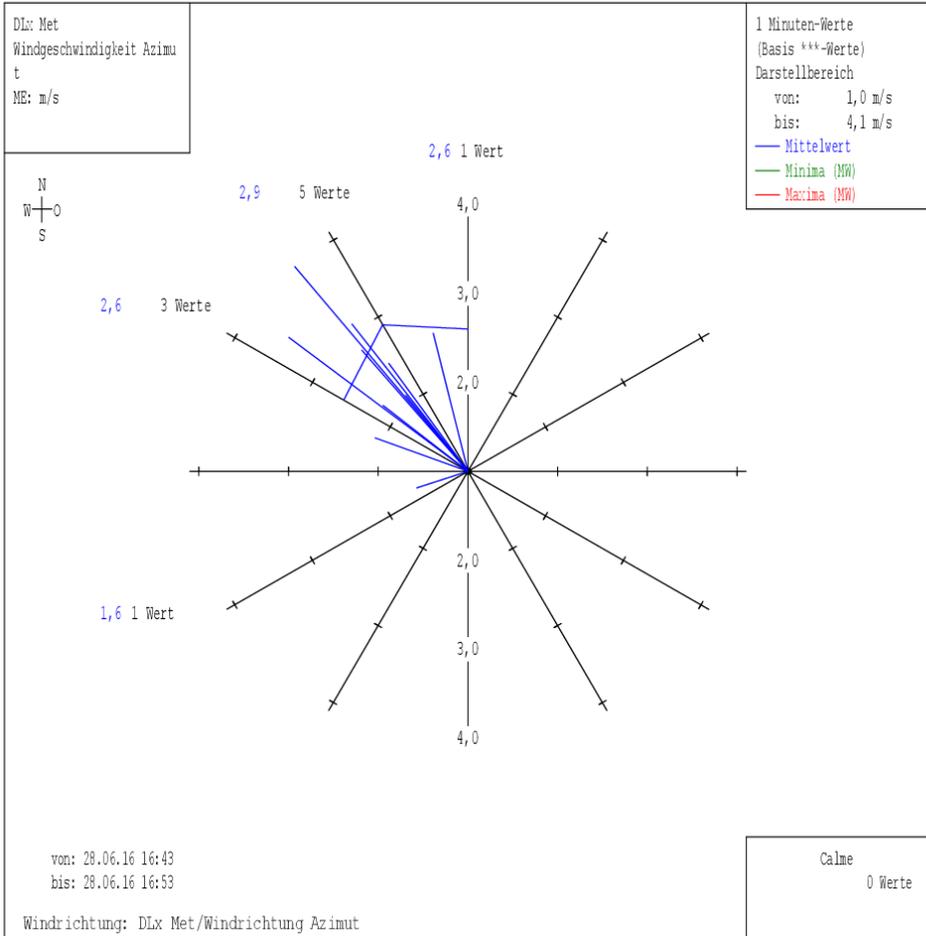
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	2	20,0	2,3	0.28
30	4	40,0	2,9	0.70
33	4	40,0	3,2	0.77
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>2,9</b>	<b>1.74</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

BM II \_28062016\_2



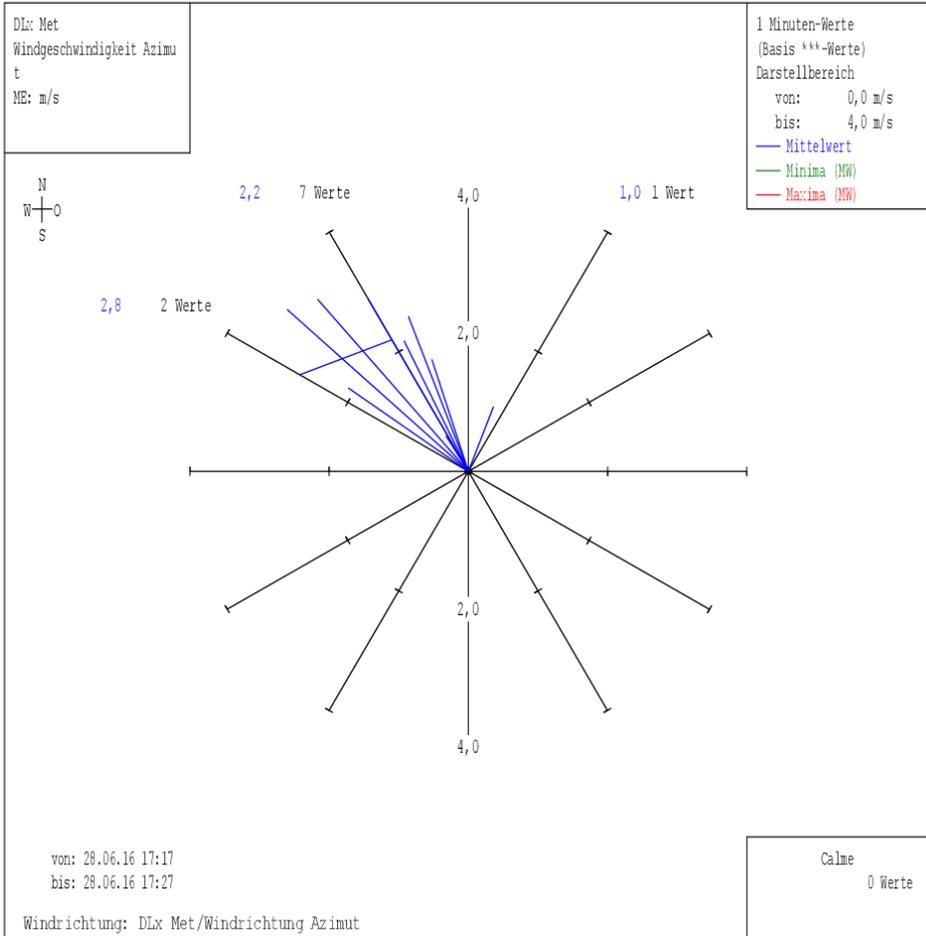
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	10	100,0	2,9	1.76
33	0	0,0		
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>2,9</b>	<b>1.76</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

BM II \_28062016\_3



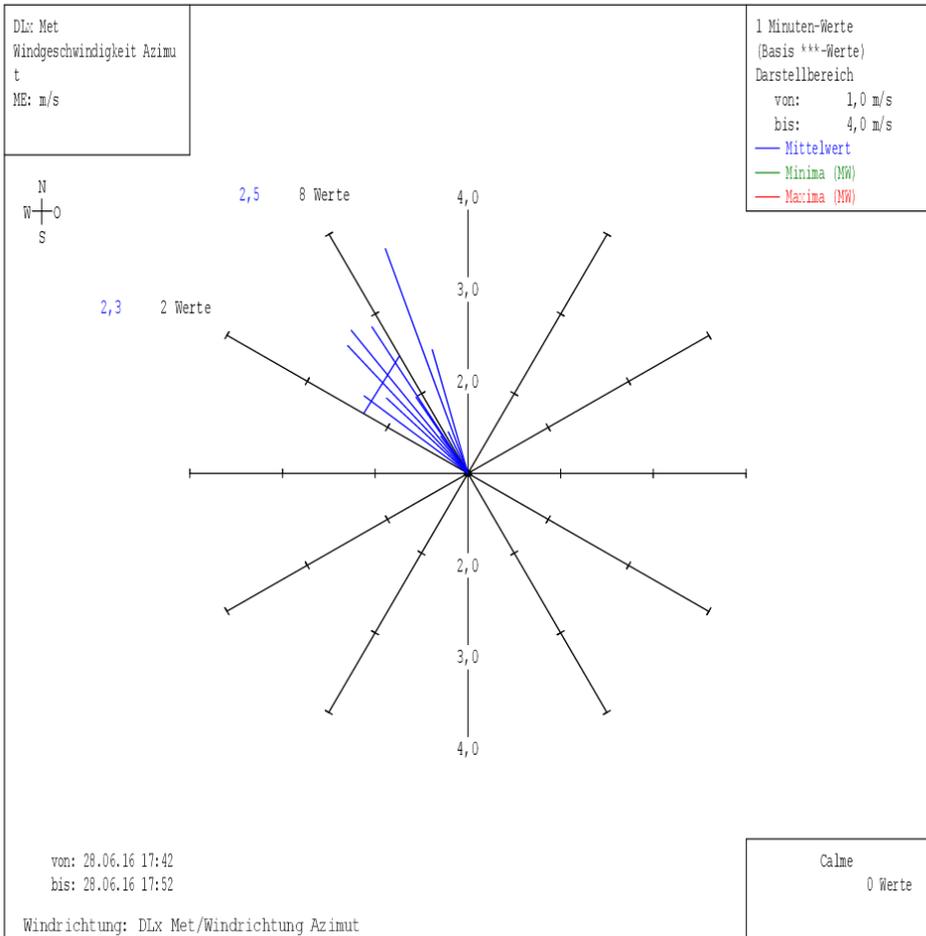
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	1	10,0	2,6	0.16
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	1	10,0	1,6	0.10
27	0	0,0		
30	3	30,0	2,6	0.47
33	5	50,0	2,9	0.87
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>2,6</b>	<b>1.59</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

BM II \_28062016\_4



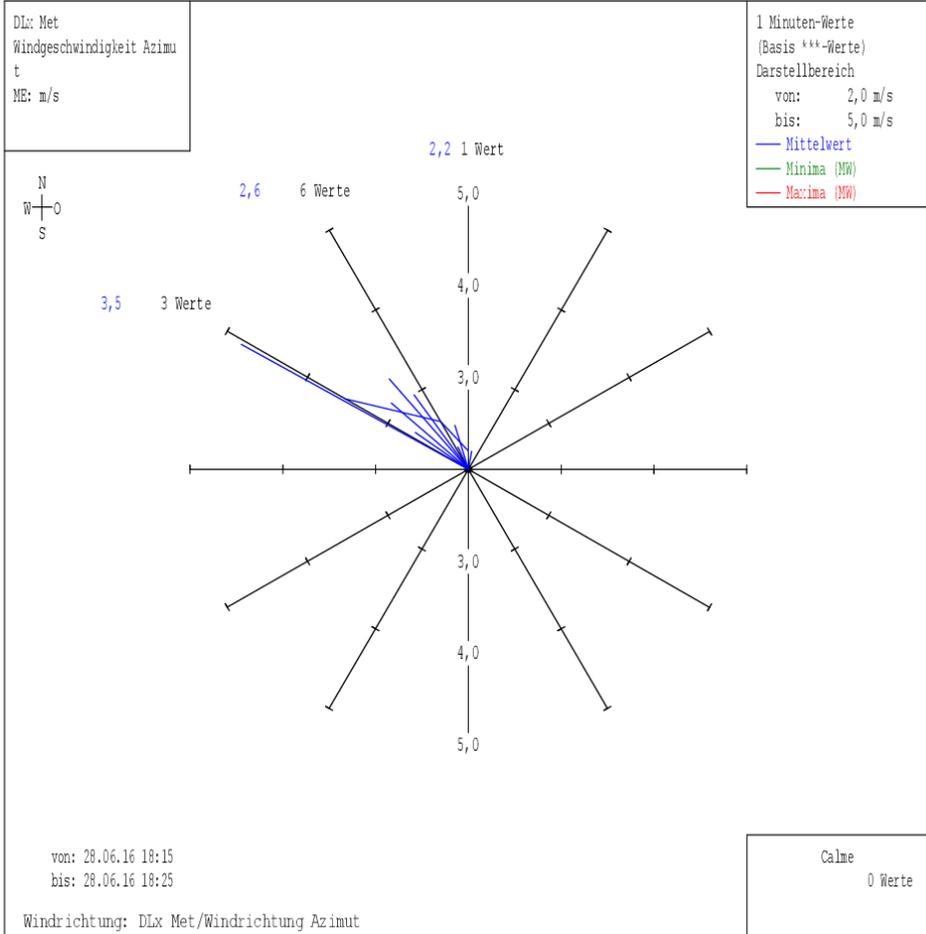
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	1	10,0	1,0	0.06
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	2	20,0	2,8	0.34
33	7	70,0	2,2	0.92
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>2,2</b>	<b>1.32</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

BM II\_28062016\_5



WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	2	20,0	2,3	0.28
33	8	80,0	2,5	1.19
Gesamt:	10	100,0	2,4	1.46
Nicht verfügbar:	0	0,0		

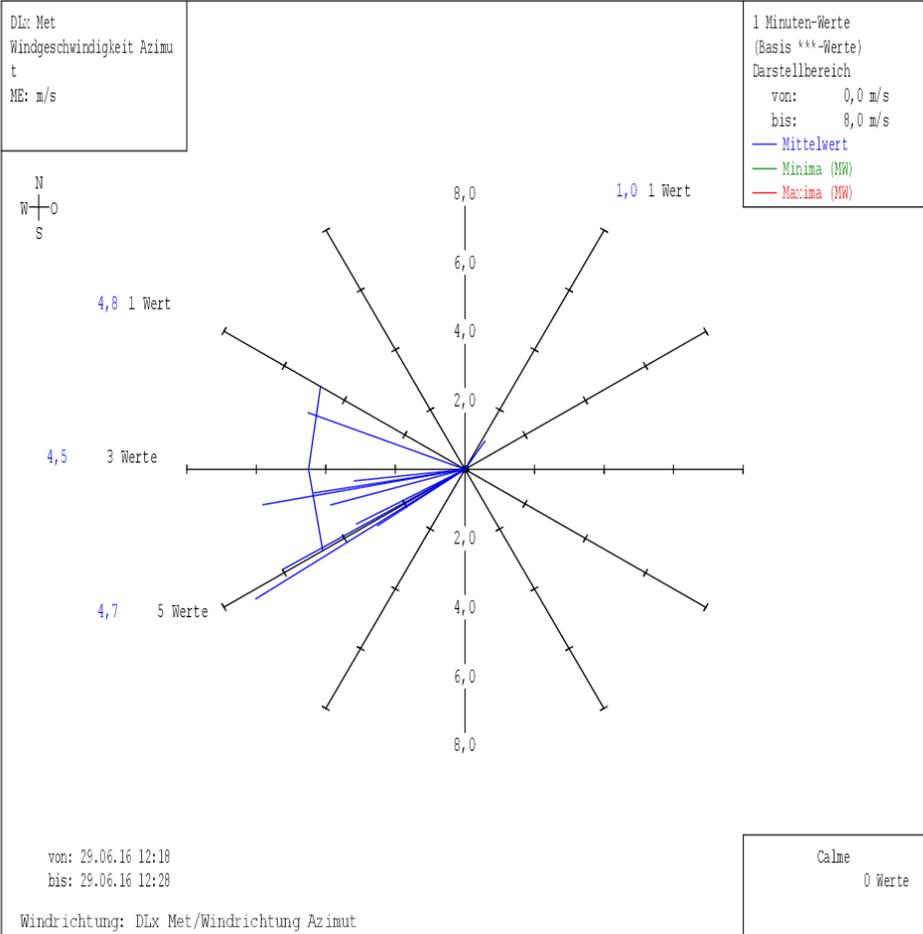
BM II \_28062016\_6



WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	1	10,0	2,2	0.13
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	3	30,0	3,5	0.64
33	6	60,0	2,6	0.94
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>2,8</b>	<b>1.70</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

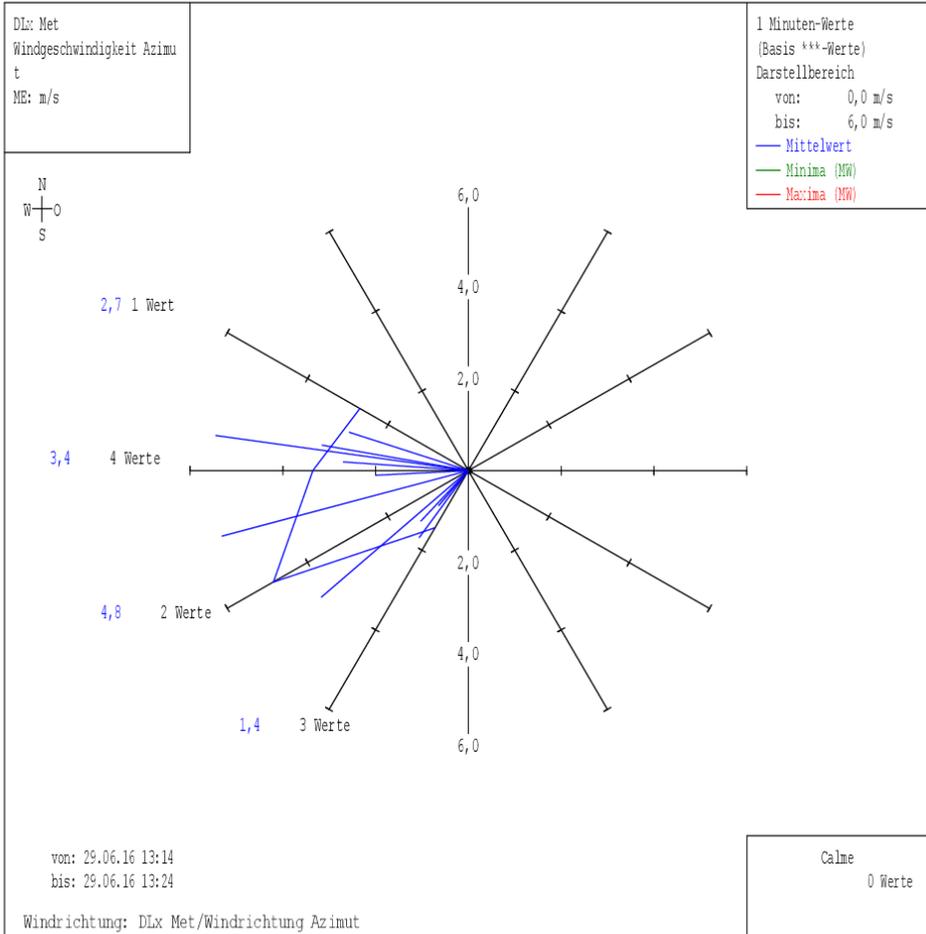
# Meteorologische Bedingungen während der Fahrenbegehungen MV II am 29.6.2016

MV II \_29062016\_1



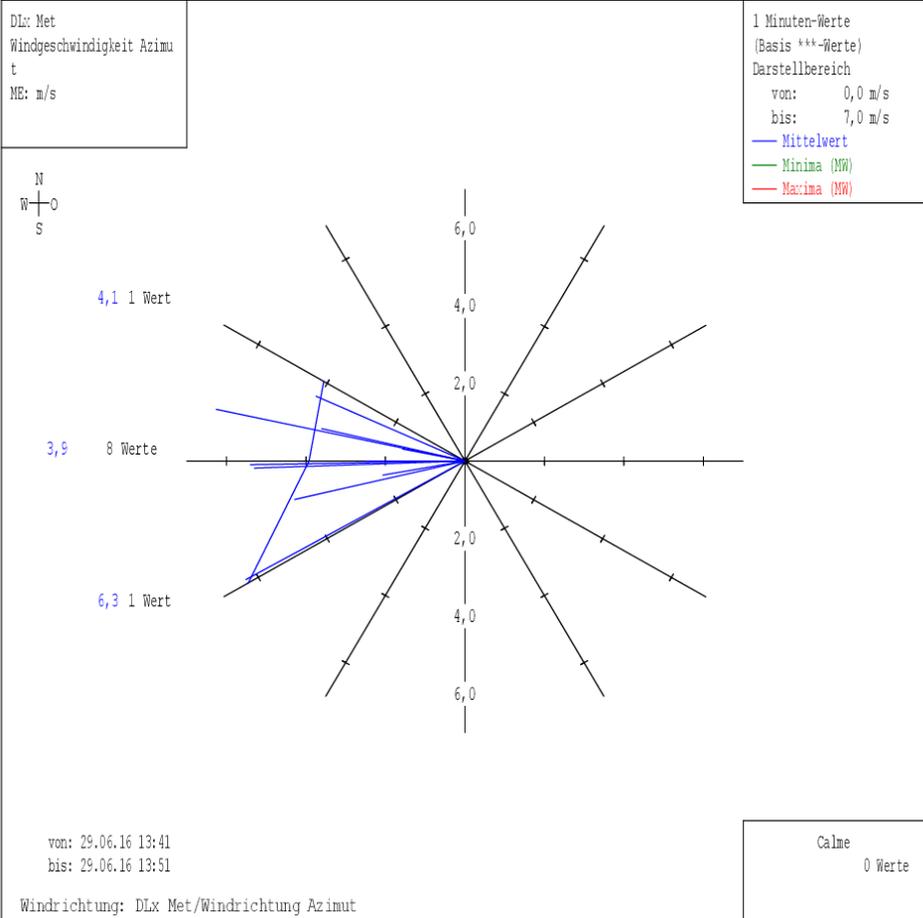
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	1	10,0	1,0	0.06
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	5	50,0	4,7	1.42
27	3	30,0	4,5	0.81
30	1	10,0	4,8	0.29
33	0	0,0		
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>4,3</b>	<b>2.57</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

MV II \_29062016\_2



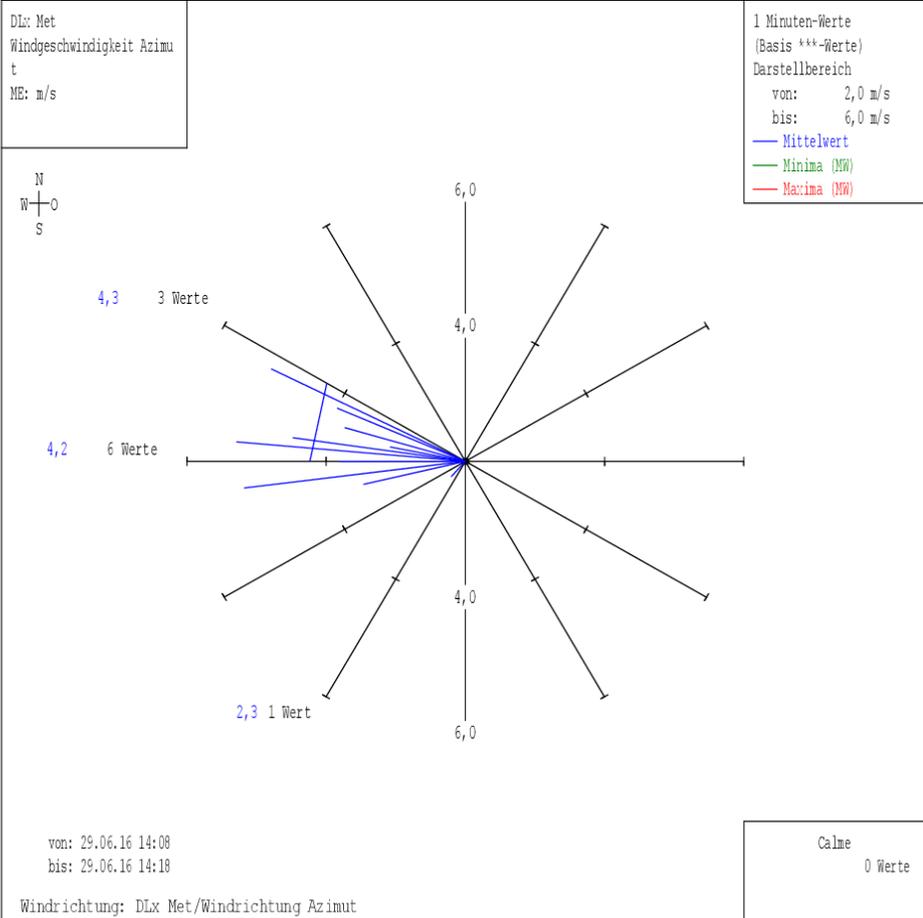
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	3	30,0	1,4	0.26
24	2	20,0	4,8	0.58
27	4	40,0	3,4	0.80
30	1	10,0	2,7	0.16
33	0	0,0		
Gesamt:	10	100,0	3,0	1.81
Nicht verfügbar:	0	0,0		

MV II \_29062016\_3



WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	1	10,0	6,3	0,38
27	8	80,0	3,9	1,88
30	1	10,0	4,1	0,25
33	0	0,0		
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>4,2</b>	<b>2,51</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

MV II \_29062016\_4



WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	1	10,0	2,3	0.14
24	0	0,0		
27	6	60,0	4,2	1.52
30	3	30,0	4,3	0.77
33	0	0,0		
Gesamt:	10	100,0	4,1	2.44
Nicht verfügbar:	0	0,0		

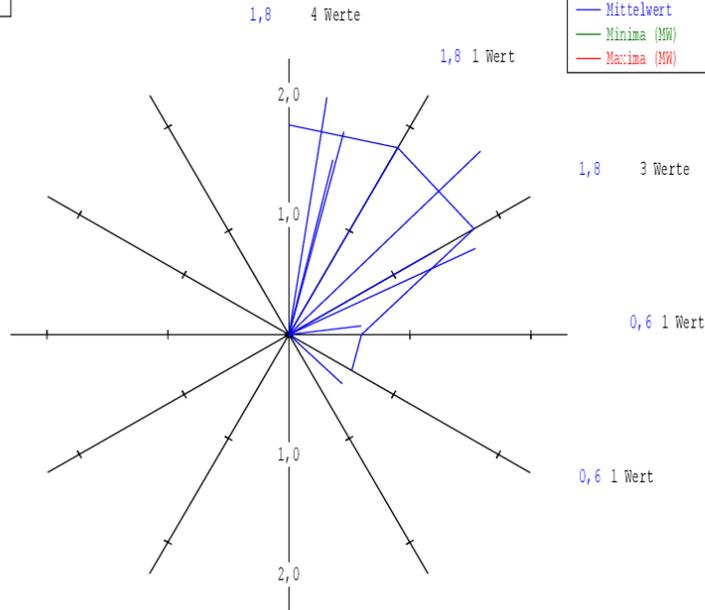
# Meteorologische Bedingungen während der Fahrenbegehungen BM II am 11.10.2016

BM II \_11102016\_1

DLx Met  
Windgeschwindigkeit Azimut  
ME: m/s

1 Minuten-Werte  
(Basis \*\*\*-Werte)  
Darstellungsbereich  
von: 0,0 m/s  
bis: 2,3 m/s  
— Mittelwert  
— Minima (MW)  
— Maxima (MW)

N  
W 0  
S



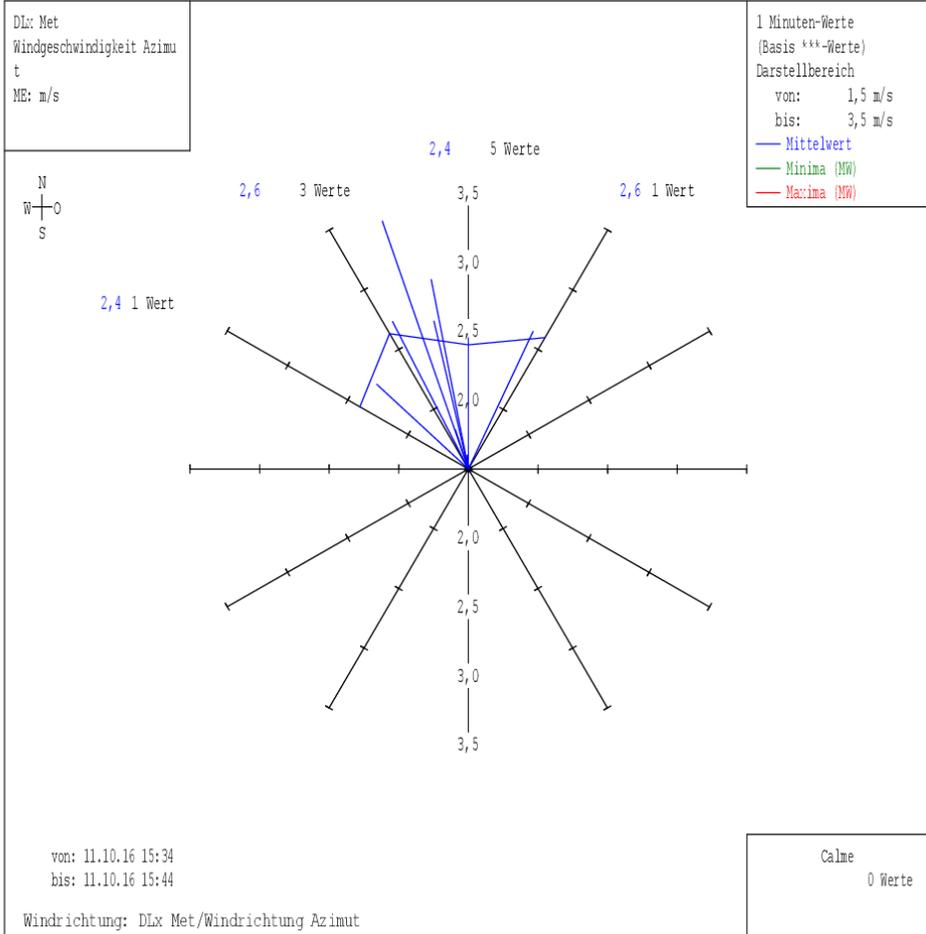
von: 11.10.16 15:12  
bis: 11.10.16 15:22

Calme  
0 Werte

Windrichtung: DLx Met/Windrichtung Azimut

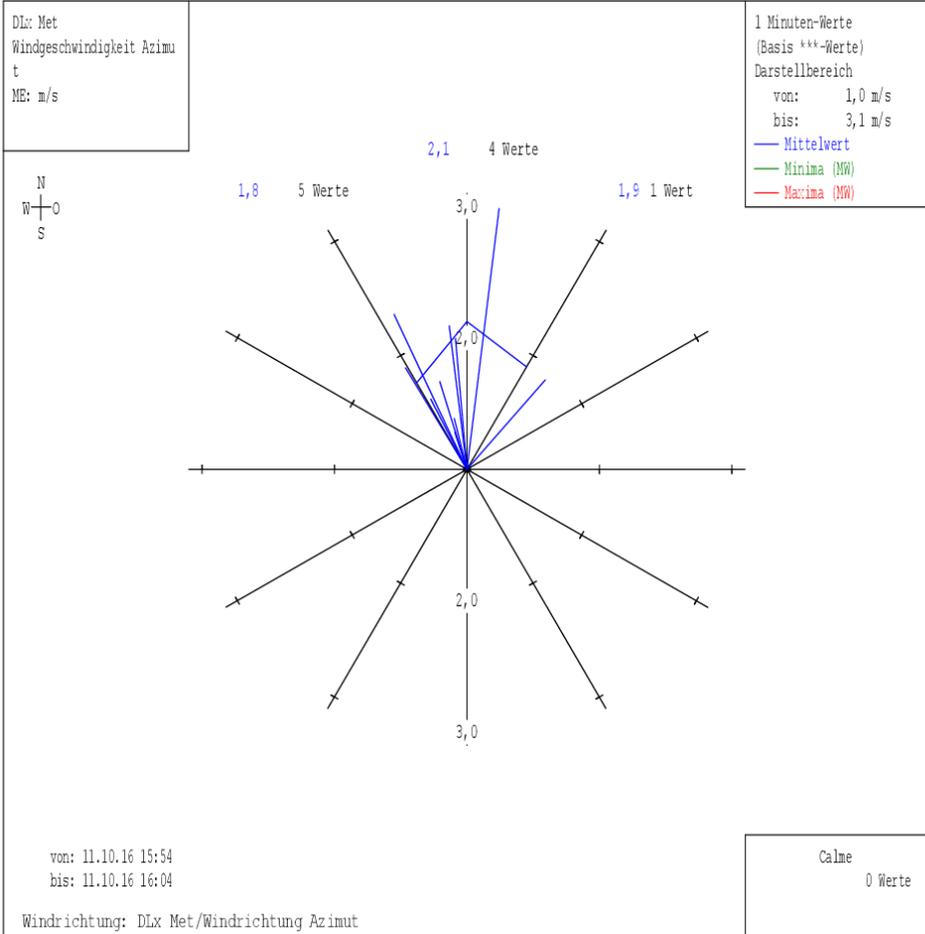
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	4	40,0	1,8	0.42
03	1	10,0	1,8	0.11
06	3	30,0	1,8	0.32
09	1	10,0	0,6	0.04
12	1	10,0	0,6	0.04
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	0	0,0		
33	0	0,0		
Gesamt:	10	100,0	1,5	0.92
Nicht verfügbar:	0	0,0		

BM II \_11102016\_2



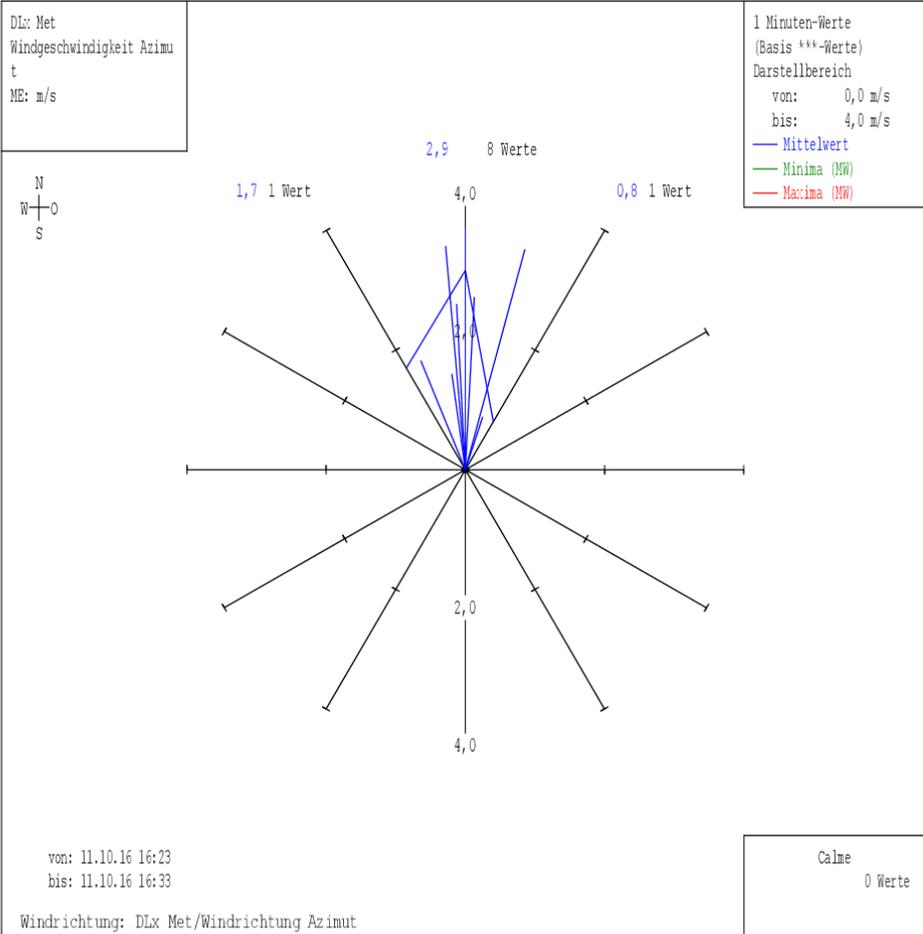
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	5	50,0	2,4	0.72
03	1	10,0	2,6	0.16
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	1	10,0	2,4	0.14
33	3	30,0	2,6	0.47
Gesamt:	10	100,0	2,5	1.49
Nicht verfügbar:	0	0,0		

BMII\_11102016\_3



WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	4	40,0	2,1	0.51
03	1	10,0	1,9	0.11
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	0	0,0		
33	5	50,0	1,8	0.53
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1.15</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

BM II\_11102016\_4



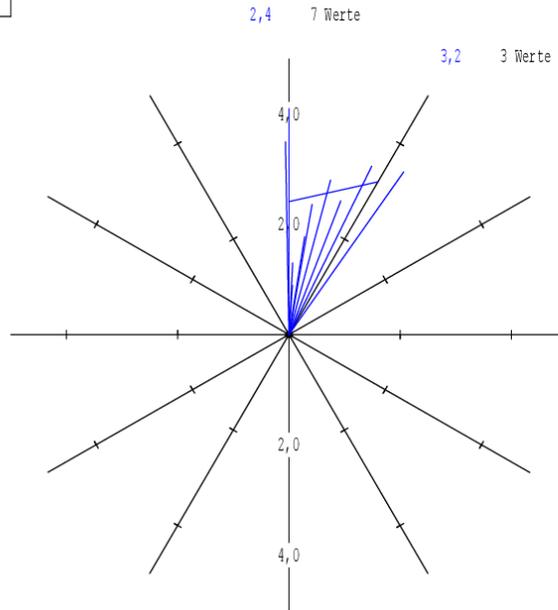
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	8	80,0	2,9	1.39
03	1	10,0	0,8	0.05
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	0	0,0		
33	1	10,0	1,7	0.10
<b>Gesamt:</b>	10	100,0	2,6	1.54
Nicht verfügbar:	0	0,0		

BM II \_11102016\_5

DLx Met  
Windgeschwindigkeit Azimut  
ME: m/s

1 Minuten-Werte  
(Basis \*\*\*-Werte)  
Darstellungsbereich  
von: 0,0 m/s  
bis: 5,0 m/s  
— Mittelwert  
— Minima (MW)  
— Maxima (MW)

N  
W 0  
S



von: 11.10.16 16:49  
bis: 11.10.16 16:58

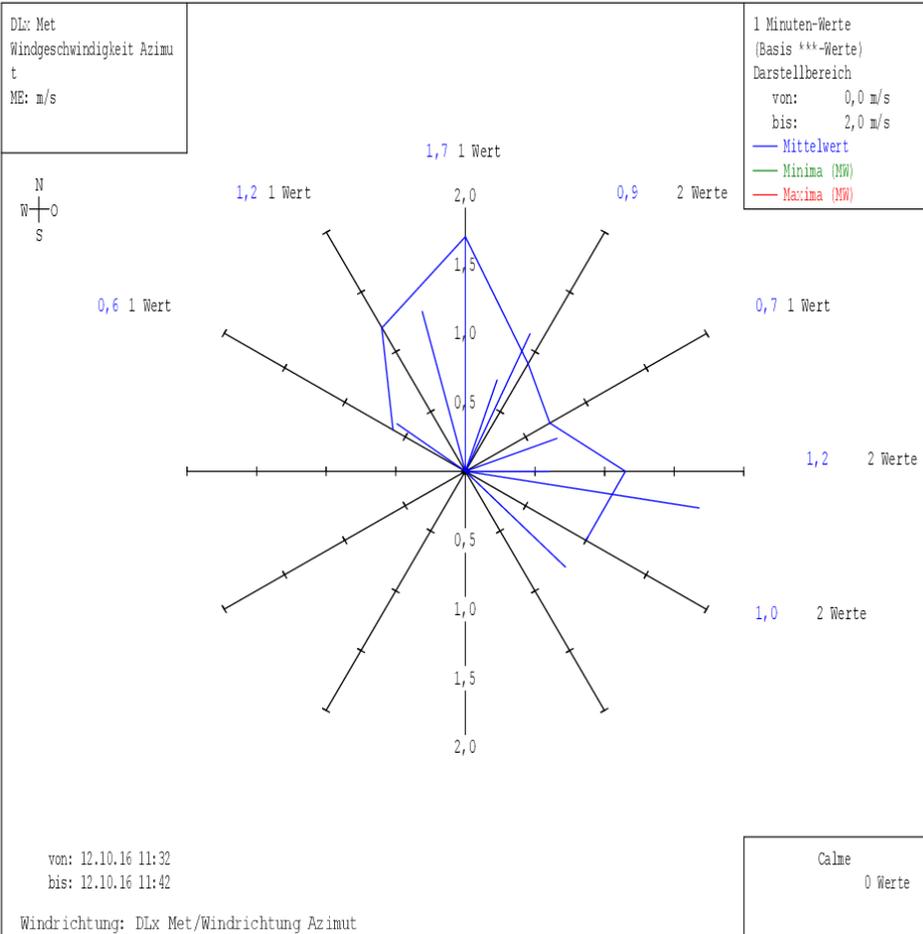
Calme  
0 Werte

Windrichtung: DLx Met/Windrichtung Azimut

WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	7	70,0	2,4	1.01
03	3	30,0	3,2	0.58
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	0	0,0		
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	0	0,0		
33	0	0,0		
Gesamt:	10	100,0	2,6	1.59
Nicht verfügbar:	0	0,0		

# Meteorologische Bedingungen während der Fahrenbegehungen MV II am 12. 10. 2016

MV II \_12102016\_1



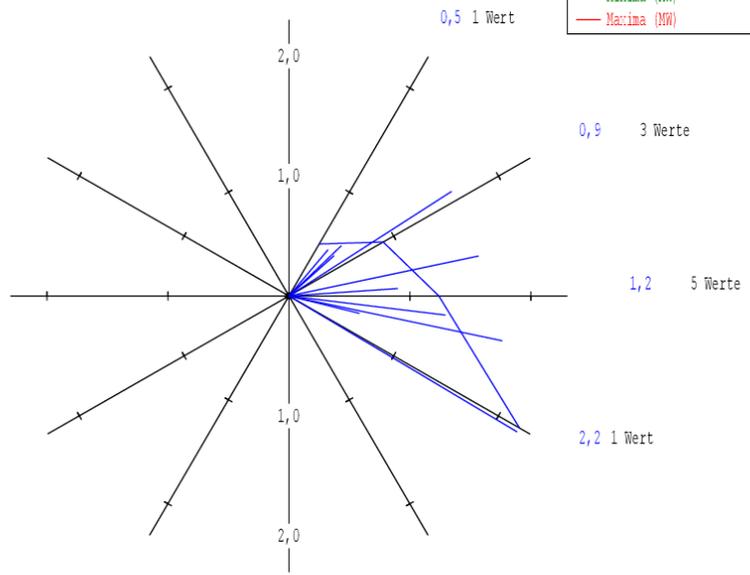
WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	1	10,0	1,7	0.10
03	2	20,0	0,9	0.11
06	1	10,0	0,7	0.04
09	2	20,0	1,2	0.14
12	2	20,0	1,0	0.12
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	1	10,0	0,6	0.04
33	1	10,0	1,2	0.07
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0.62</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

MV II \_12102016\_2

DLx Met  
Windgeschwindigkeit Azimut  
ME: m/s

1 Minuten-Werte  
(Basis \*\*\*-Werte)  
Darstellungsbereich  
von: 0,0 m/s  
bis: 2,3 m/s  
— Mittelwert  
— Minima (MW)  
— Maxima (MW)

N  
W 0  
S



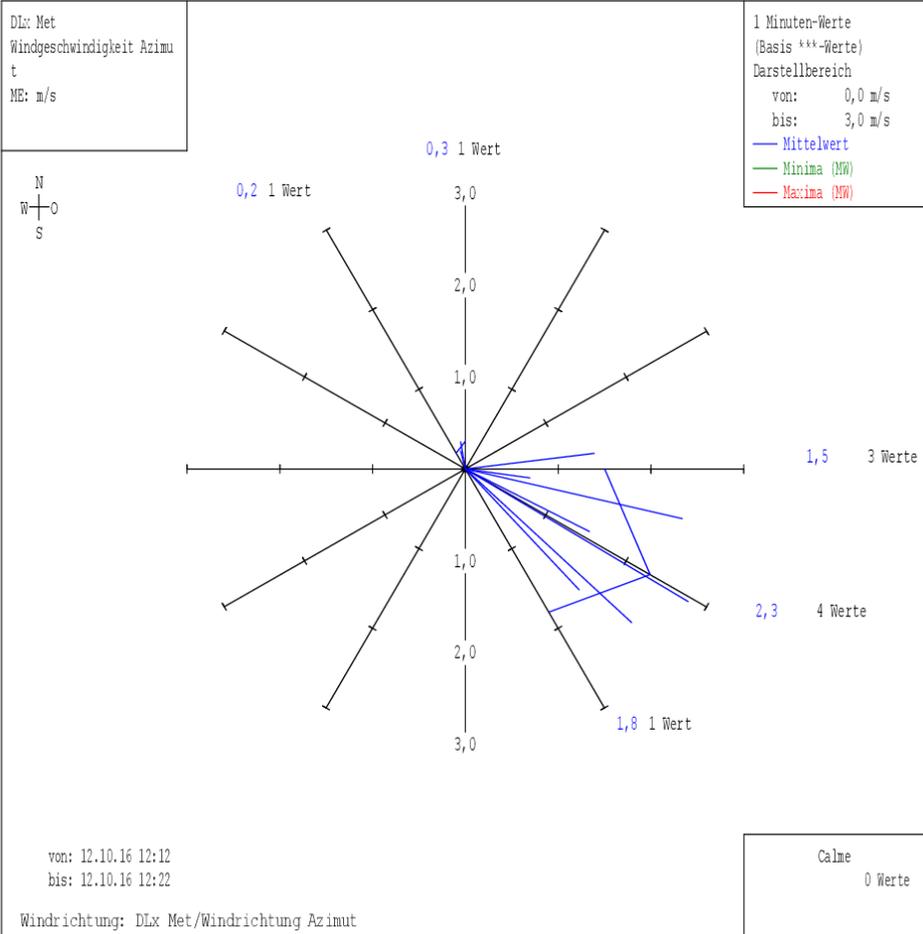
von: 12.10.16 11:55  
bis: 12.10.16 12:05

Windrichtung: DLx Met/Windrichtung Azimut

Calm  
0 Werte

WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	1	10,0	0,5	0.03
06	3	30,0	0,9	0.16
09	5	50,0	1,2	0.37
12	1	10,0	2,2	0.13
15	0	0,0		
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	0	0,0		
33	0	0,0		
Gesamt:	10	100,0	1,2	0.70
Nicht verfügbar:	0	0,0		

MV II \_12102016\_3

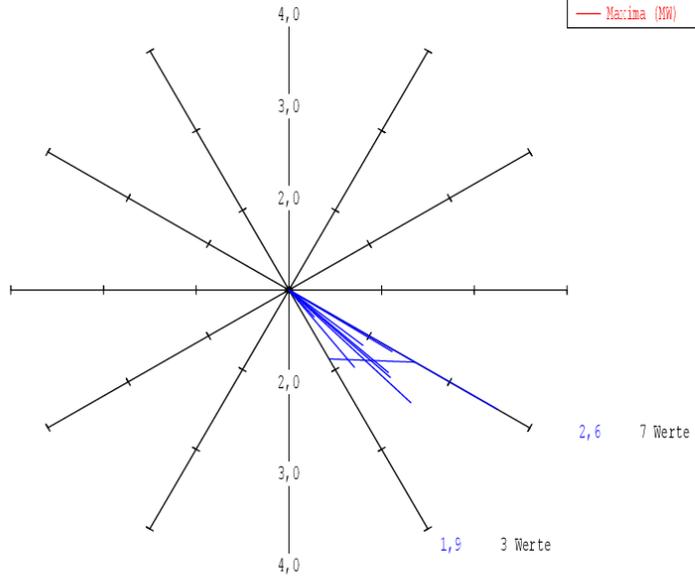


WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	1	10,0	0,3	0.02
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	3	30,0	1,5	0.27
12	4	40,0	2,3	0.55
15	1	10,0	1,8	0.11
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	0	0,0		
33	1	10,0	0,2	0.01
<b>Gesamt:</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>	<b>1,6</b>	<b>0.96</b>
Nicht verfügbar:	0	0,0		

MV II \_12102016\_4

DLx Met  
Windgeschwindigkeit Azimut  
ME: m/s

1 Minuten-Werte  
(Basis \*\*\*-Werte)  
Darstellungsbereich  
von: 1,0 m/s  
bis: 4,0 m/s  
— Mittelwert  
— Minima (MW)  
— Maxima (MW)



von: 12.10.16 12:30  
bis: 12.10.16 12:40

Calme  
0 Werte

Windrichtung: DLx Met/Windrichtung Azimut

WR-Sektor	WR-Häufigkeit [min]	WR-Häufigkeit [%]	Mittelwert [m/s]	Windweg [km]
Calme	0	0,0		
36	0	0,0		
03	0	0,0		
06	0	0,0		
09	0	0,0		
12	7	70,0	2,6	1.08
15	3	30,0	1,9	0.34
18	0	0,0		
21	0	0,0		
24	0	0,0		
27	0	0,0		
30	0	0,0		
33	0	0,0		
Gesamt:	10	100,0	2,4	1.42
Nicht verfügbar:	0	0,0		

## D Bildnachweis

- Titelseite: links: Bayerisches Landesamt für Umwelt;  
rechts oben: Landesanstalt für Umwelt, Messungen  
und Naturschutz Baden-Württemberg;  
rechts Mitte: Bayerisches Landesamt für Umwelt;  
rechts unten: Landesanstalt für Umwelt,  
Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- S. 9    Abbildung 1: Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Abbildung 2: Landesanstalt für Umwelt,  
Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- S. 10    Abbildung 3: Bayerische Vermessungsverwaltung;  
Abbildung 4: Bayerisches Landesamt für Umwelt
- S. 11    Abbildung 5, 6: Bayerische Vermessungsverwaltung
- S. 12    Abbildung 7, 8: Landesanstalt für Umwelt,  
Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- S. 13    Abbildung 9: Landesanstalt für Umwelt,  
Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- S. 17    Abbildung 10: uppenkamp und partner GmbH
- S. 34    Abbildung 31: Bayerische Vermessungsverwaltung
- S. 35    Abbildung 32, 33, 34: Bayerische Vermessungs-  
verwaltung
- S. 36    Abbildung 35: Bayerische Vermessungsverwaltung
- S. 37    Abbildung 36, 37, 38: Bayerische Vermessungs-  
verwaltung
- S. 38    Abbildung 39, 40: Bayerische Vermessungs-  
verwaltung
- S. 39    Abbildung 41; Landesamt für Geoinformation und  
Landentwicklung Baden-Württemberg
- S. 40    Abbildung 42, 43, 44: Landesamt für  
Geoinformation und Landentwicklung  
Baden-Württemberg
- S. 41    Abbildung 45: Landesamt für Geoinformation und  
Landentwicklung Baden-Württemberg
- S. 42    Abbildung 46, 47, 48: Landesamt für Geoinfor-  
mation und Landentwicklung Baden-Württemberg

