

ERGEBNISSE**1. Temperaturen im gesamten Beobachtungsjahr**

Das Klima in Mitteleuropa wird Übergangsklima genannt und zeichnet sich durch kühle Winter und milde Sommer aus. Deutschland ist daher in süd-westlichen Regionen eher vom südeuropäischen Seeklima beeinflusst, und weiter nordöstlich von kontinentalem Klima mit kalten klaren Wintern und trockenen heißen Sommern.

Tabelle 3: Beobachtungstage und Tagesmitteltemperaturen

Monat	Tagesmitteltemperatur in °C		Monat	Tagesmitteltemperatur in °C
8/10.12.02	-8,7		6/7.6	19,7
13/14.12.02	-3,9		13/14.6	16,8
21/23.12.02	-2,6		19/20.6	18,3
3/4.1	-1,1		4/5.7	15,5
10/11.1	-10,5		12/13.7	17,0
25/26.1	3,6		18/19.7	20,2
9/10.2	-3,5		8/9.8	22,1
14/15.2	-1,3		22/23.8	19,4
23/24.2	-0,4		6/7.9	17,5
16/17.3	3,9		13/14.9	16,1
22/23.3	1,0		18/19.9	16,1
28/29.3	6,3		3/4.10	13,4
4/5.4	7,4		11/12.10	9,1
11/13.4	3,8		18/19.10	1,0
25/26.4	15,7		1/2.11	7,1
9/11.5	12,4		7/8.11	5,7
23/24.5	18,2		15/16.11	5,9

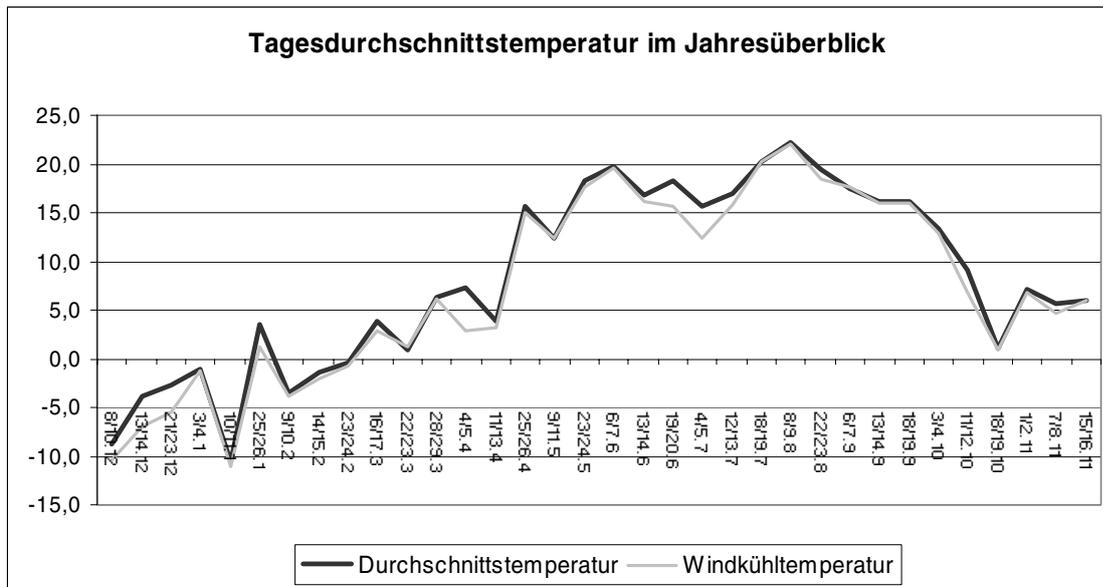


Abbildung 3: Tagesmitteltemperatur der einzelnen Beobachtungen in °C im gesamten Beobachtungsjahr

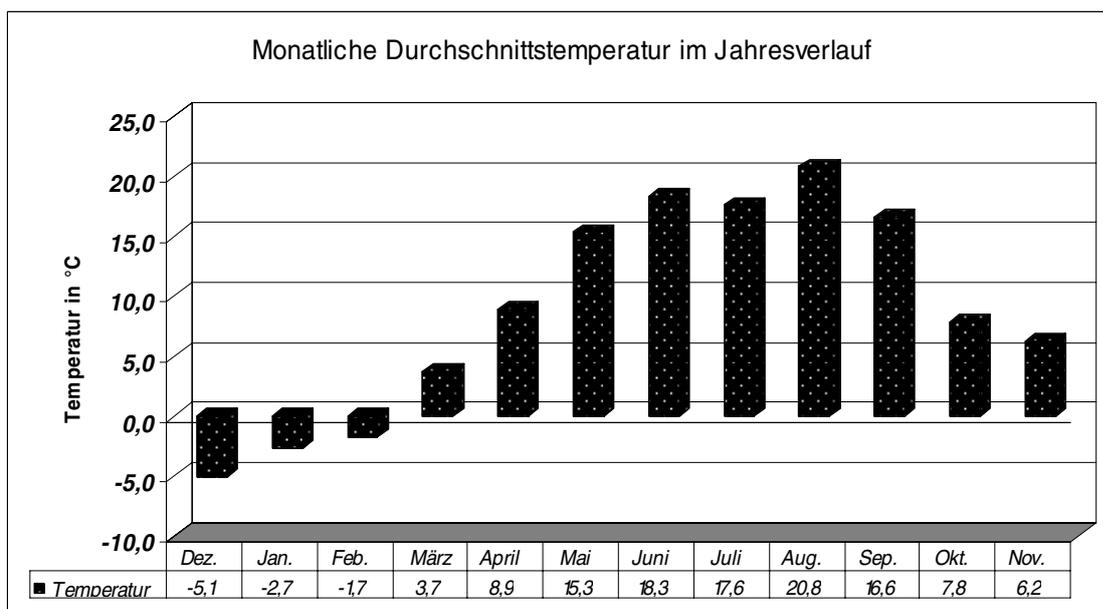


Abbildung 4: Monatsdurchschnittswerte in Grad Celsius (°C) im Laufe des Beobachtungsjahres

Abbildung 3 zeigt die gemessene Kurve der Tagesmitteltemperatur für jede Beobachtungseinheit im Jahresüberblick. Dazu werden alle Temperaturangaben einer 24-Stunden-Beobachtung summiert und der Tagesmittelwert nach der Formel des deutschen Wetterdienstes berechnet. Deutliche Temperaturunterschiede im Jahresverlauf sind zu erkennen.

Die durchschnittlichen Tagestiefstwerte von minus 7°C im Dezember und minus 10°C im Januar deuten auf einen kalten Winter (Abbildung 4). Alle Winterbeobachtungen liegen im Durchschnitt unter dem Nullpunkt - mit Ausnahme von einer Beobachtung Ende Januar. Dort ist eine Tagesmitteltemperatur von 3,6°C über Null errechnet worden. Ab März liegen die durchschnittlichen Temperaturen erstmals zwischen 1 und 6°C über Null. Von da an erreicht die Temperaturkurve schon Ende April einen Wert von 15,7°C. Eine kältere Phase ist im Mai mit nur 12,4°C zu verzeichnen. Im Juni werden dann im Tagesdurchschnitt 19,7°C erreicht. Das Jahresmaximum ist im August mit einem Tagesdurchschnitt von 22,1°C beobachtet worden. In den Herbstmonaten, besonders Oktober und November, befinden sich die Werte unter zehn Grad. Die Windchilltemperatur verläuft nahezu gleich mit den Tagesmitteltemperaturen.

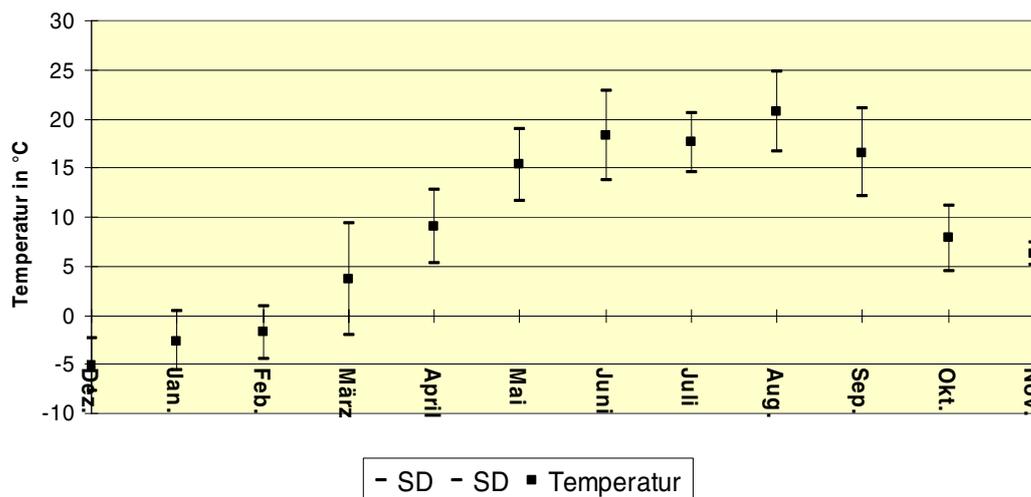


Abbildung 5: Jahresverlauf der durchschnittlichen Monatsmitteltemperatur und deren Standardabweichung (SD)

Tabelle 4: Monatsmitteltemperatur und Standardabweichung

Monat	Maximum	Minimum	Temperatur=M
Dezember	-2,4	-7,8	-5,1
Januar	0,3	-5,7	-2,7
Februar	0,9	-4,4	-1,7
März	9,4	-2,0	3,7
April	12,7	5,2	8,9
Mai	19,0	11,6	15,3
Juni	22,8	13,7	18,3
Juli	20,6	14,5	17,6
August	24,9	16,7	20,8
September	21,1	12,1	16,6
Oktober	11,2	4,4	7,8
November	7,4	5,1	6,2

Betrachtet man die Standardabweichung (SD) der Tagesmitteltemperatur, zeigen sich die Temperaturschwankungen von Tag und Nacht in den jeweiligen Monaten. Besonders gering sind die Temperaturunterschiede von Tag und Nacht im November. Dort beträgt die Standardabweichung nur +/-1,13. Eine besonders große Schwankungsbreite besteht im März, denn die SD lag bei +/- 5,70 (Abbildung 5).

Fasst man entsprechend dem meteorologischen Kalender jeweils drei Monate für jede Jahreszeit zusammen, ergeben sich Durchschnittswerte für Winter (Dezember, Januar, Februar), Frühling (März, April, Mai), Sommer (Juni, Juli, August) und Herbst (September, Oktober, November).

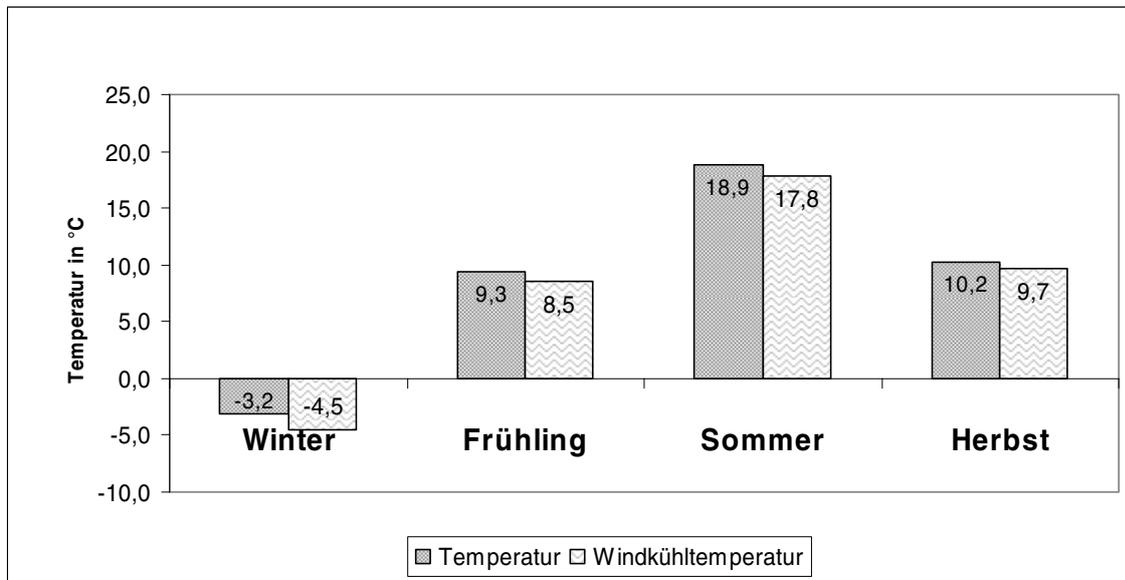


Abbildung 6: Durchschnittswerte der Temperatur und Windkühltemperatur in Grad Celsius (°C) in Bezug auf die vier Jahreszeiten

Auf Abbildung 6 ist deutlich zu sehen, dass im Winter eine tiefe Durchschnittstemperatur von $-3,2^{\circ}\text{C}$ gemessen wurde. Der Frühling und der Herbst haben ähnliche Durchschnittswerte. Im Frühling liegt die Temperatur bei $+9,3^{\circ}\text{C}$ und im Herbst bei $+10,2^{\circ}\text{C}$. Im Sommer liegt der Tagesmittelswert bei $+18,9^{\circ}\text{C}$.

2. Chronobiologische Ergebnisse der visuellen Verhaltensbeobachtung

2.1 Jahresverlauf des Pferdeverhaltens

Zu Beginn werden fünf verschiedene Verhaltenskategorien wie Fressen, Ruhen, Lokomotion, Komfortverhalten und Trinken der Liebenthaler Pferde über das Jahr hinweg dargestellt. Dazu wird anhand jeder 24-Stunden-Beobachtung ein Tagesdurchschnittswert für jede der Verhaltensweisen berechnet. Alle Werte aus allen Beobachtungen innerhalb eines Monats werden zu einem Monatswert gemittelt.

Daraus entsteht für die fünf Verhaltenskategorien eine Jahreskurve von 24 Stunden-Durchschnittswerten für jeden einzelnen Monat. Diese Jahreskurve präsentiert den Jahresverlauf der Verhaltensweisen als prozentualen Anteil der Dauer, in der die Pferde das jeweilige Verhalten innerhalb der 24 Stunden zeigen (Abbildung 7).

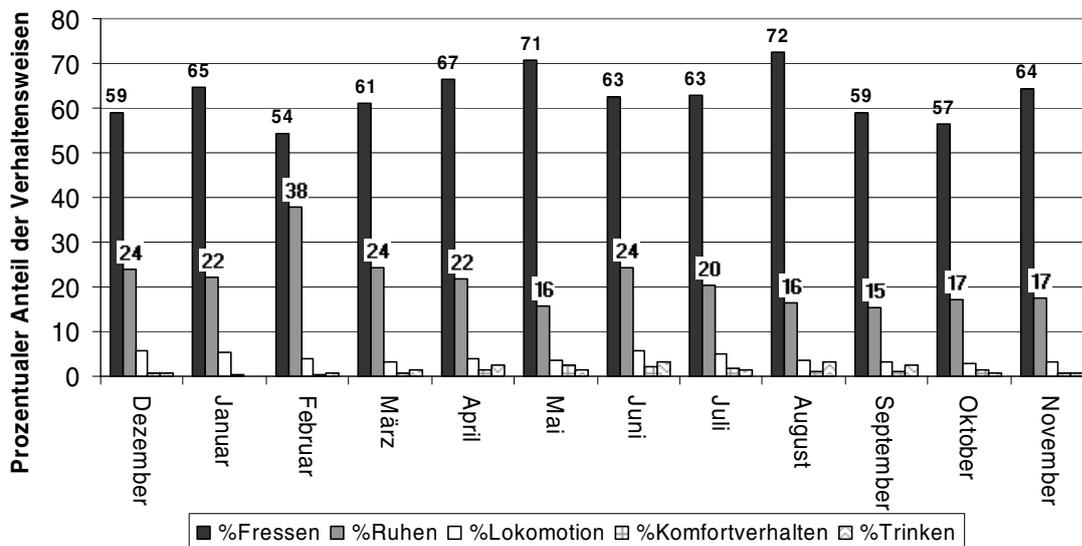


Abbildung 7: Verhaltensweisen der Pferdeherde in Prozent im Beobachtungsjahr

Tabelle 5: Jahresüberblick der Verhaltensweisen der Pferde im gesamten Beobachtungsjahr

	%Fressen	%Dösen	%Liegen	%Lokomotion	%Komfortverhalten	%Trinken
Dezember	58,81	22,23	1,60	5,72	0,66	0,65
Januar	64,50	20,74	1,38	5,33	0,43	0,06
Februar	54,45	33,46	4,45	4,00	0,53	0,66
März	61,08	19,71	4,44	3,24	0,78	1,44
April	66,56	15,53	6,15	4,01	1,48	2,45
Mai	70,78	11,70	3,86	3,42	2,51	1,60
Juni	62,65	21,41	2,80	5,74	1,98	3,21
Juli	62,79	18,90	1,44	5,02	1,70	1,32
August	72,44	14,88	1,46	3,55	0,96	3,19
September	59,02	13,46	1,82	3,19	1,22	2,37
Oktober	56,51	13,59	3,42	2,84	1,33	0,79
November	64,30	14,66	2,78	3,28	0,70	0,76
Jahresmittel	62,82	18,36	2,97	4,11	1,19	1,54

Betrachtet man als erstes die Nahrungsaufnahme, fällt mit 54,4% ein geringer Zeitaufwand der Pferde für das Fressen im winterlichen Februar auf. Dagegen steigt der prozentuale Anteil der für die Nahrungsaufnahme verwendeten Zeit bis Ende des meteorologischen Frühlings kontinuierlich an, bis die Pferde im Mai 70,8% ihrer Zeit darauf verwenden. In den Sommermonaten Juni und Juli brauchen die Pferde tendenziell etwas weniger Zeit für das Fressen. Im August wird mit 72% des Zeitbudgets der Pferde im Jahresvergleich die meiste Zeit mit Fressen verbracht. Im September und Oktober sinkt die Zeit für die Nahrungsaufnahme noch einmal auf 56,5%. Sie steigt jedoch gegen Ende des Herbstes mit 64,3% im November wieder leicht an.

In Verbindung mit der für das Fressen verwendeten Zeit stellt sich das Ruheverhalten der Pferde dar. Im Februar ist ein deutliches Maximum von 37,9% als prozentualer Anteil des Ruheverhaltens am 24-Stunden-Tag zu erkennen. Bis Mai sinkt das Ruheverhalten auf ein Minimum von 15,5%, bis es im Juni bei 24,2% einen weiteren Gipfel erreicht und sich von da an auf einem Niveau um die 16% bis zum Ende des Herbstes hält.

Die Häufigkeit des Komfortverhaltens steigt kontinuierlich mit dem Frühling an und erreicht im Mai seinen höchsten Wert und fällt zum Herbst hin wieder langsam ab.

Im Spätherbst und in den Wintermonaten am Jahresbeginn wird deutlich weniger Komfortverhalten gezeigt als in den Sommermonaten.

Das Trinkverhalten erreicht sein Maximum im Sommer.

Im Jahresüberblick zeigt das Lokomotionsverhalten zwei Maxima. Das eine liegt im Winter, nämlich im Dezember und Januar und das andere im Sommer, nämlich im Juni.

2.2 Jahresmittel des Pferdeverhaltens

Fasst man die Ergebnisse aller 12 Monatswerte für jede der sechs Verhaltensweisen zusammen, entsteht ein Jahresdurchschnittswert. Dieser gibt den prozentualen Anteil des Verhaltens innerhalb von 24 Stunden im Jahresdurchschnitt an. Der Jahresdurchschnitt wird im Folgenden auch als Jahresmittelwert, kurz Jahresmittel, bezeichnet.

So beschäftigt sich die Herde durchschnittlich an einem 24-Stunden-Tag im Jahresmittel zu 62,8% mit Fressen, 18,4% mit Dösen, 3,0% mit Liegen, 4,1% mit Lokomotion, 1,2% mit Komfortverhalten und 1,5% mit Trinken. 10% der Tätigkeiten am Tagesgeschehen sind nicht nachweisbar, da bei über 90 Tieren fast immer einige der Pferde undeutlich zu sehen und zu zählen sind.

Umgerechnet in Minuten verwenden die Pferde für die Nahrungsaufnahme 898 Minuten eines Tages. Das sind fast 15 Stunden also 62,8% des Tages. Im Jahresdurchschnitt entsprechen also 18,4% Dösen 269 Minuten (4,5 Stunden), 3,0% Ruhen im Liegen 43 Minuten, 4,1% Lokomotion 59 Minuten, 1,2% Komfortverhalten 17 Minuten und 1,5% Trinken 21,4 Minuten (Abbildung 8).

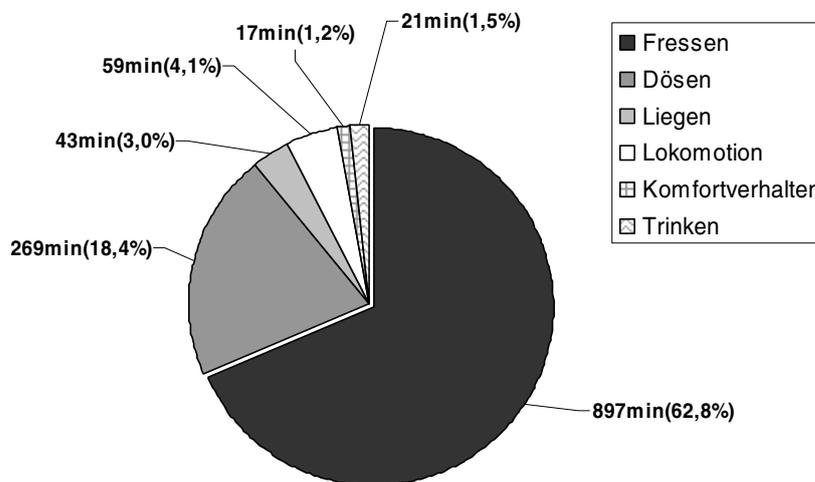


Abbildung 8: Jahresdurchschnitt der Verhaltensweisen in Minuten innerhalb von 24 Stunden

2.3 Pferdeverhalten in Abhängigkeit des Jahresmittels

Stellt man nun für jede der Verhaltensweisen den durchschnittlichen Monatswert dem Jahresmittelwert im Jahresverlauf gegenüber, ist deutlich zu erkennen, wann und wie stark der Monatswert vom Jahresmittelwert abweicht.

In Abbildung 9 ist der Jahresverlauf des Fress- und des Ruheverhaltens mit seinen beiden Varianten „Dösen“ als Ruhen im Stehen und „Liegen“ im Vergleich zum Jahresmittel (JM) dargestellt.

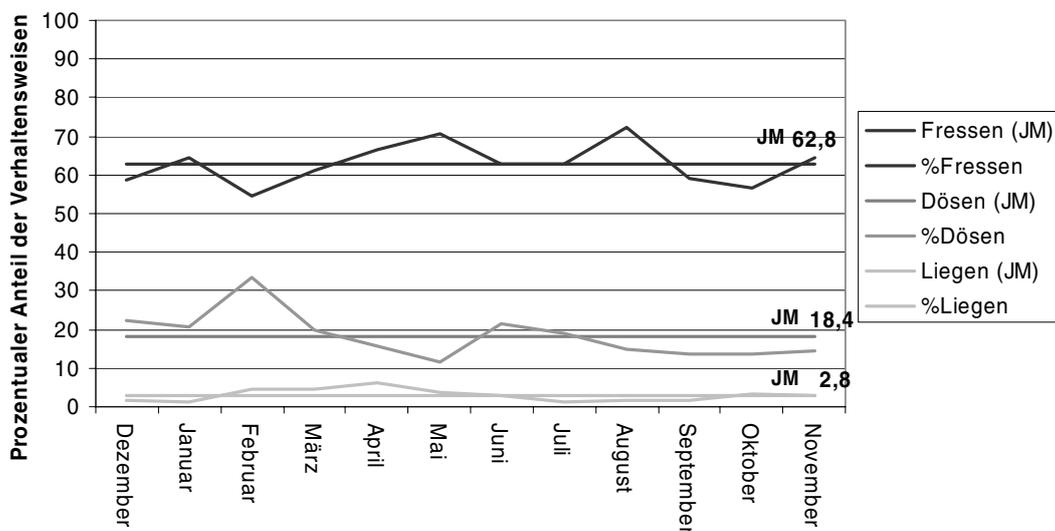


Abbildung 9: Drei Verhaltensweisen (Fressen, Dösen und Liegen) im Jahresverlauf in Abweichung zum Jahresmittel (JM)

Im Februar verwenden die Pferde mit 54,4% im Vergleich zum Jahresmittelwert weniger ihrer Zeit für das Fressen als in allen anderen Monaten. Auch unter das Jahresmittel fällt der Zeitaufwand für Fressaktivitäten im September (59,0%) und Oktober (56,5%). In den Monaten Mai und August haben die Pferde den höchsten prozentualen Anteil an Fressaktivität gezeigt. So liegt im Mai der Wert bei 70,8% und im August bei 72,4%.

Ebenso ist der prozentuale Anteil des Ruheverhaltens am 24-Stunden-Tag im Winter überdurchschnittlich hoch. Im Februar dösen die Pferde mit 33,5% eines 24-Stunden-Tages im Jahresvergleich am längsten. Zum Mai hin fällt der Zeitanteil für das „Dösen“ auf 11,7% ab, erhöht sich im Juni bis zu 21,4% und pendelt in den Herbstmonaten um 13 bis 14% unterhalb des Jahresdurchschnittes (Abbildung 9). Der Zeitaufwand für das Ruhen im Liegen steigt von 1,4% im Januar bis auf 6,1% im April zu seinem Jahreshöchstwert an. Im Hochsommer fällt der Anteil des Liegens am 24-Stunden-Tag der Pferdeherde mit 1,4%

unter das Jahresmittel, und erst im Oktober liegt der Wert mit 3,4% wieder über dem Jahresmittel.

In Abbildung 10 werden auf die gleiche Weise wie in Abbildung 9 die drei Verhaltensweisen Komfortverhalten, Lokomotion und Wasseraufnahme im Jahresverlauf im Vergleich zum Jahresmittel dargestellt.

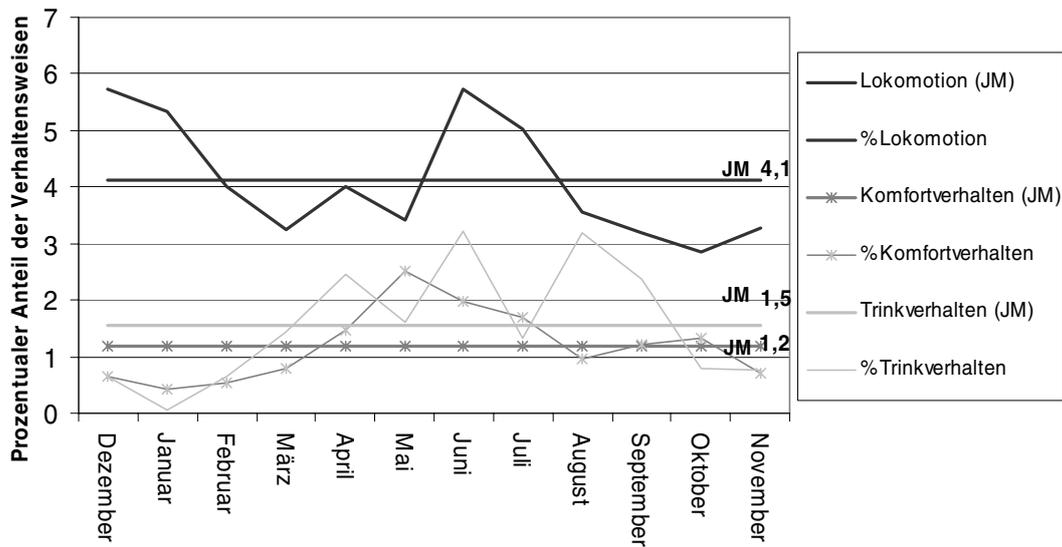


Abbildung 10: Drei Verhaltensweisen (Lokomotion, Komfortverhalten und Trinken) im Jahresverlauf in Abweichung zum Jahresmittel (JM)

Das Komfortverhalten wird in den Wintermonaten weniger gezeigt als in den Sommermonaten. So beschäftigen sich die Pferde im Januar nur 0,4% eines 24-Stunden-Tages mit diesem Verhalten. Das ist der geringste Wert im Jahresverlauf. Im Mai erreicht der Zeitanteil mit 2,5% seinen Jahreshöchstwert. Über die nächsten drei Monate fällt der prozentuale Anteil am Tagesbudget, den die Pferde dieser Verhaltensweise widmen, bis auf 0,9% und damit unter das Jahresmittel von 1,2%. Im Oktober liegt der Anteil mit 1,3% noch einmal über dem Jahresmittel.

Die Lokomotion ist eine Bewegung auf ein Ziel zu. So stellen die Wassertränke, bestimmte Futterplätze, geschützte Plätze zum Ruhen oder andere funktionale Räume solche Ziele für die Lokomotion der Tiere dar, die meist von einer zusammenhängenden Familie für nur kurze Zeit aufgesucht wird.

Im Winter, besonders im Dezember, ist die Bewegungsaktivität sehr hoch und erreicht einen Anteil von 5,7% am 24-Stunden-Tag. Im Februar und März fällt die Lokomotion bis zu 3,2 % des 24-Stunden-Tages ab. Obwohl im April ein geringer Anstieg bis auf 4,0% des Tagesbudgets zu erkennen ist, erreicht der Anteil für die Lokomotion erst im Juni 5,7% am 24-Stunden-Tagesgeschehen und liegt damit über dem Jahresmittel von 4,1%. Danach wird

der Anteil für die Lokomotion deutlich geringer und erreicht im Oktober noch 2,8% des Tagesbudgets.

Die für das Trinkverhalten aufgewendete Zeit liegt im Winter mit weniger als 1% des 24-Stunden-Tages deutlich unterhalb des Jahresmittels. Im Frühjahr trinken die Pferde länger. Im Jahresvergleich werden mit 2,4% im April, 3,2% im Juni und 3,1% im August die höchsten Zeitanteile für das Trinken verwendet. Danach fällt der Zeitaufwand für die Wasseraufnahme innerhalb eines 24-Stunden-Tages unter das Jahresmittel.

2.4 Präferenzen der Verhaltensweisen in Bezug auf die Hell- und Dunkelphase

2.4.1 Präferenzindex

Ein 24-Stunden-Tag besteht aus einer Licht- und einer Dunkelphase. Untersucht man das Verhalten von Lebewesen, ist es wichtig, ihre Tag- oder Nachtvorlieben zu klären.

Dabei spielt die Zeitrelation Licht : Dunkelheit als Zeitgeber eine wichtige Rolle (SMIDT u. Mitarbeiter 1991). Circadiane Rhythmen - Schwankungen, die über 24 Stunden laufen - sind auf verschiedenen Ebenen zu beobachten, sowohl in der Verhaltensaktivität als auch in zahlreichen physiologischen Prozessen (SMIDT 1991).

Je nach Jahreszeit (circannualer Rhythmus) ist die Zeitspanne der Licht- und Dunkelphasen unterschiedlich lang. Die längsten Lichtphasen prägen den sommerlichen Juni und liegen zwischen 20 und 22 Stunden Helligkeit. Im Dezember haben die längsten Nächte eine Dunkelphase von knapp 14 Stunden. Im Frühling und Herbst gibt es Zeiten der Tages- und Nachtgleiche.

Abbildung 11 zeigt den Präferenzindex der sechs Verhaltensweisen in der Hellphase im Jahresdurchschnitt und Abbildung 12 den Präferenzindex der jeweiligen Verhaltensweise für die Dunkelphase.

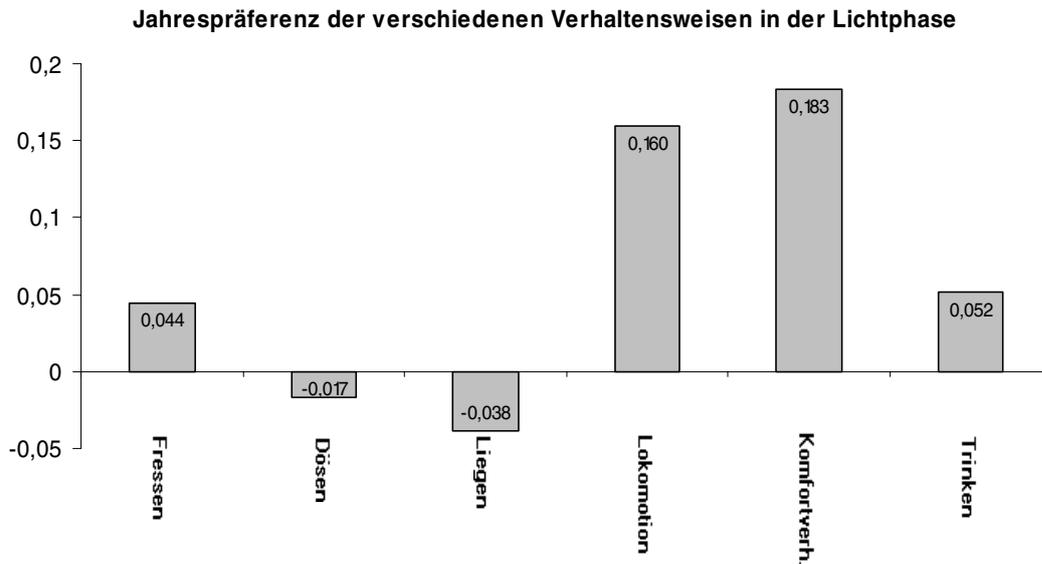


Abbildung 11: Jahrespräferenz der einzelnen Verhaltensweisen in der Hellphase

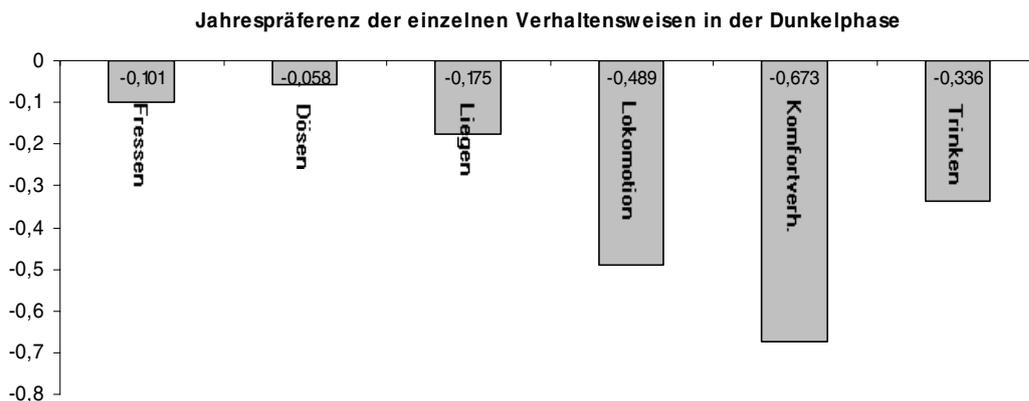


Abbildung 12: Jahresdurchschnitts-Präferenz der einzelnen Verhaltensweisen in der Dunkelphase

Für die Nahrungsaufnahme bevorzugen die Pferde im Jahresdurchschnitt die Lichtphase eines Tages. Für die Verhaltensweisen „Dösen“ und „Liegen“ werden weder der Tag noch die Nacht eindeutig bevorzugt. Für das Komfortverhalten und die Lokomotion werden eine deutliche Bevorzugung der Lichtphasen mit Durchschnittswerten von 0,16 und 0,18 und eine Nichtbevorzugung der Dunkelphase von 0,49 und 0,67 im Jahresdurchschnitt ausgewiesen. Im folgendem werden die einzelnen Monate in Verbindung mit dem Wechsel der Jahreszeiten und den daraus folgenden Bedingungen und die einzelnen Verhaltensweisen im Vergleich des Tages- und Nachtrhythmus analysiert. Abbildung 13 repräsentiert den jeweiligen Präferenzindex einer jeden Verhaltensweise für die Hellphase eines

durchschnittlichen Beobachtungstages für den jeweiligen Beobachtungsmontat. Abbildung 14 zeigt dasselbe für die Dunkelphase im Jahresverlauf.

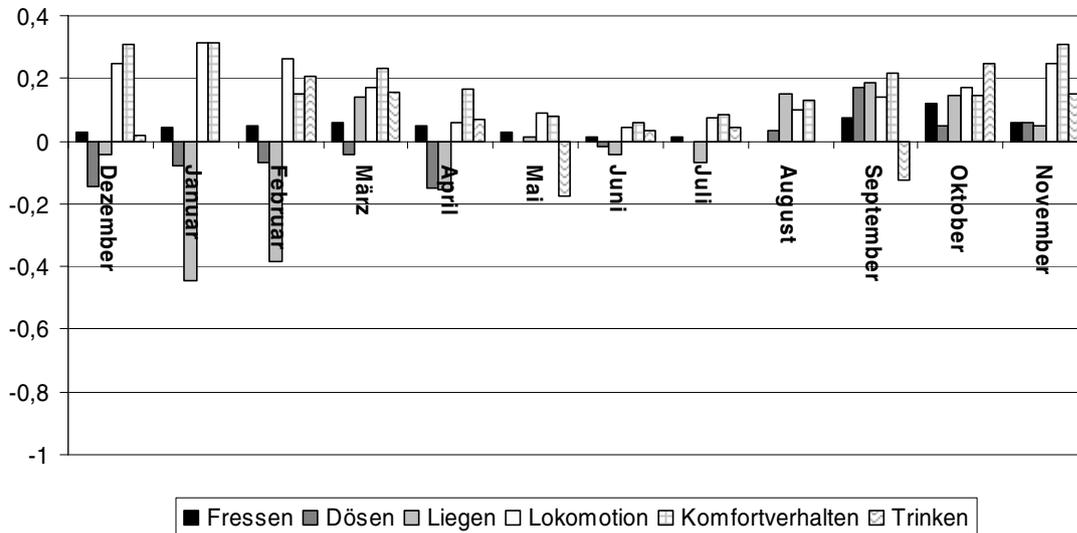


Abbildung 13: Präferenzen der Verhaltensweisen für die Lichtphase im Jahresverlauf

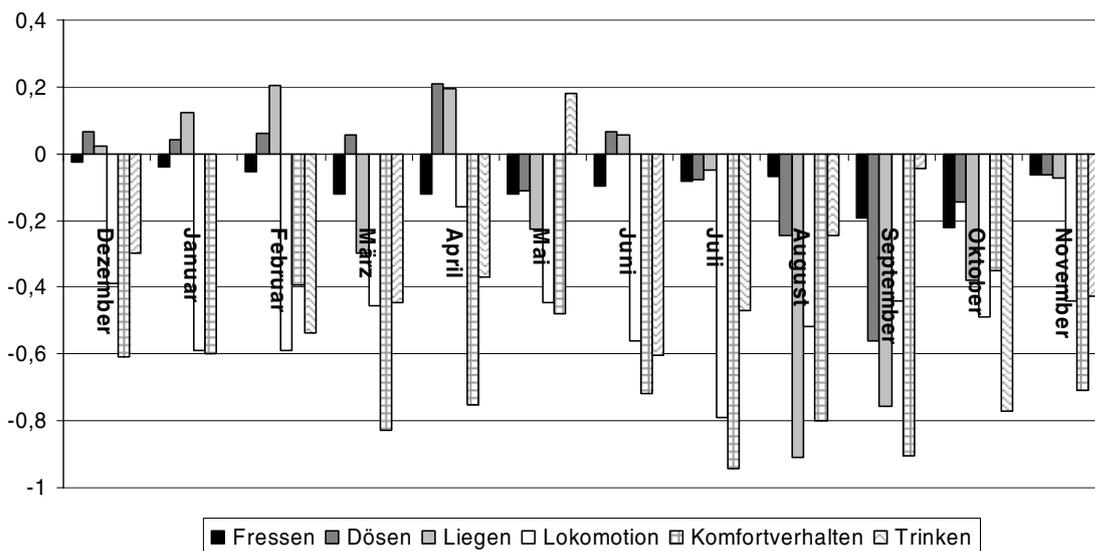


Abbildung 14: Präferenzen der Verhaltensweisen für die Dunkelphase im Jahresverlauf

Die Nahrungsaufnahme der gesamten Herde zeigt eine schwach ausgeprägte Bevorzugung der Lichtphase. Es scheint ein fast ausgewogenes Verhältnis zwischen Tag- und Nachtfressen zu geben. Die monatlichen Werte liegen alle knapp oberhalb der Nulllinie. Jahreszeitliche Schwankungen sind zwar vorhanden aber undeutlich.

Dösen als eine der beiden Verhaltensweisen mit dem die Pferde ihr Ruhebedürfnis anzeigen, hat mehr Variabilität. In den fünf Monaten Dezember, Januar, Februar, März und April ist häufigeres Dösen in der Nacht zu erkennen. Im Mai und in den folgenden Sommermonaten Juni, Juli und August dösen die Pferde tagsüber und nachts gleich viel. Die Werte befinden sich hier sehr nah an der Nulllinie. In den folgenden herbstlichen Monaten September, Oktober und November dösen die Pferde mehr am Tage.

Das Liegeverhalten der Pferde steht in Verbindung mit jahreszeitlichen Schwankungen. In den Wintermonaten wird das Liegen in der Nacht bevorzugt. Im März liegen die Tiere lieber tagsüber, hingegen bevorzugen sie im April wiederum die Nacht. Im Mai, Juni und Juli ist das Liegen am Tag und in der Nacht fast gleichmäßig ausgeprägt. Dafür ist in den Monaten September, Oktober und November eine Bevorzugung des Liegens in der Lichtphase zu erkennen.

Für die Lokomotion der Pferde besteht eine deutliche Präferenz für die Lichtphasen im Jahresverlauf. In den Sommermonaten ist die Bevorzugung weniger deutlich als in den Herbst und Wintermonaten. Hier tendieren die Werte näher zur Nulllinie.

Die Präferenz des Komfortverhaltens liegt deutlich in den Lichtstunden eines 24-Stunden-Tages. Im Jahresverlauf wird ersichtlich, dass es dennoch jahreszeitliche Schwankungen gibt, und eine Bevorzugung des Tages in den sommerlichen Monaten weniger ausgeprägt ist als dieses zu Zeiten im Winter und Herbst der Fall ist. Das Trinkverhalten hat eine allgemeine Präferenz für den Tag.

2.4.2 Intensität und Dauer der Verhaltensweisen in der Hell- und Dunkelphase

Zur Verdeutlichung der Ergebnisse des Präferenzindex, der die allgemeine Vorliebe für eine Verhaltensweise für den Zeitraum des Tages mit oder ohne Sonnenlicht deutlich macht, können auch Aussagen über die Dauer einer bestimmten Verhaltensweise in der Nacht und am Tag gemacht werden. Es wurde unter Berücksichtigung der Hell- und Dunkelphase das durchschnittliche Verhalten innerhalb einer Stunde berechnet. Auf den folgenden Abbildungen 15 - 20 wird deutlich, wie sich die Beschäftigungsdauer einer Verhaltensweise am Tag und in der Nacht im Jahresverlauf unterscheidet.

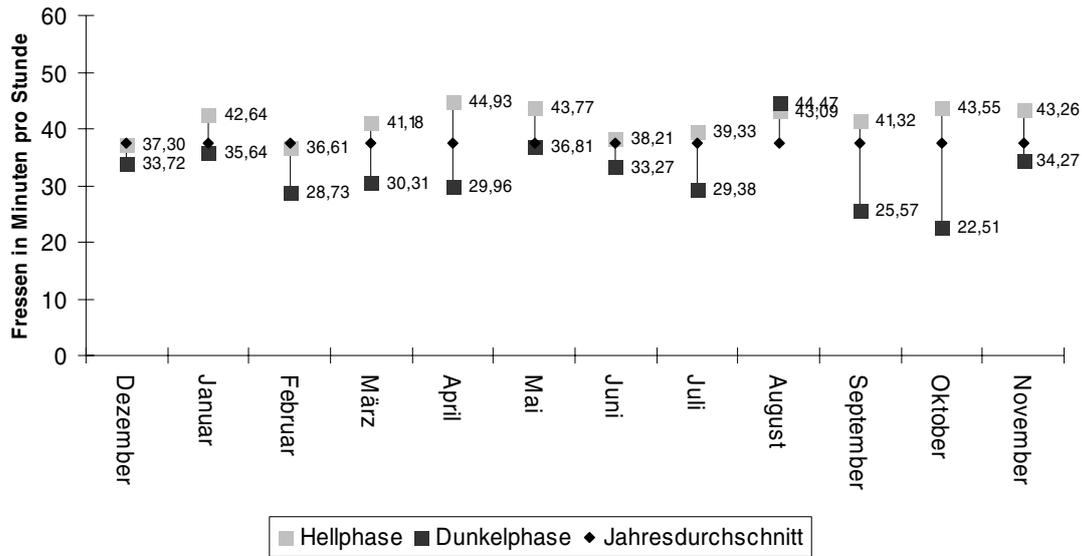


Abbildung 15: Fressen in der Hell- und Dunkelphase pro Stunde

Die Nahrungsaufnahme in den Lichtzeiten dauert im Jahresvergleich im April mit 45 Minuten/Stunde am längsten und mit 37 Minuten je Stunde im Februar am kürzesten. Aus der Graphik geht hervor, dass sich die Tiere in allen Monaten in den Hellphasen länger mit Fressen beschäftigen als in den Dunkelphasen. Nur im August kehrt sich das Zeitverhältnis der Nahrungsaufnahme um. Hier fressen die Pferde während der Dunkelphase etwas länger je Stunde als in der Hellphase der Tage.

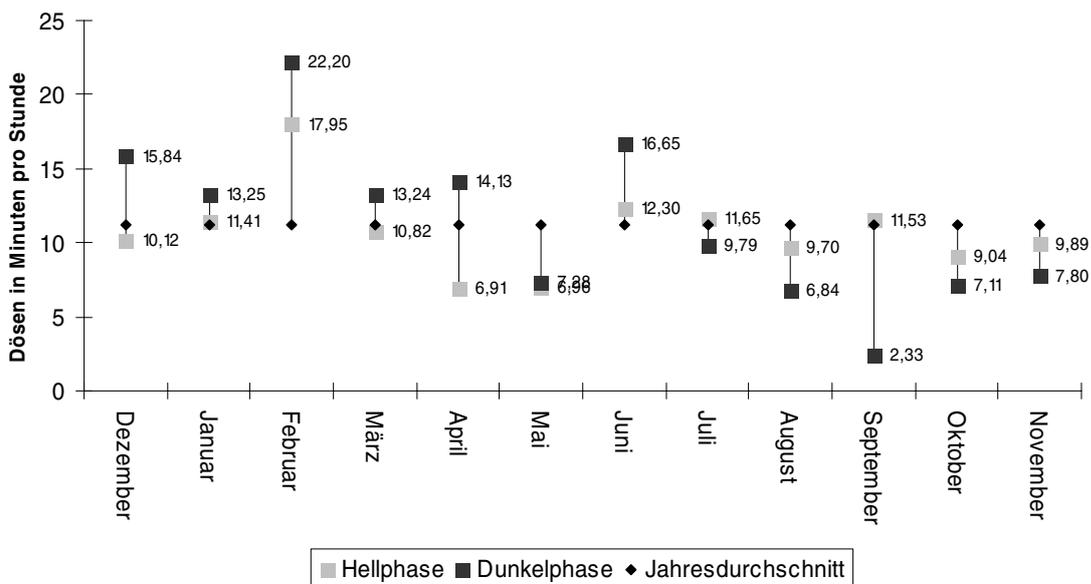


Abbildung 16: Ruhen im Stehen (Dösen) in der Hell- und Dunkelphase pro Stunde

Betrachtet man die Dauer des Döseverhaltens in Bezug auf Tag und Nacht, fallen Unterschiede zwischen den Monaten im Jahresverlauf auf. Im Jahresdurchschnitt dösen die Pferde 11,2 Minuten pro Stunde. In der ersten Jahreshälfte von Dezember bis Juni dösen sie länger im Dunkeln als im Hellen. Ab Juli bis November dösen sie tagsüber länger als in der Nacht. Insgesamt dösen sie jedoch in der zweiten Jahreshälfte deutlich kürzer (überwiegend zwischen 9 und 12 Minuten) als in der ersten Jahreshälfte (überwiegend zwischen 10 und 22 Minuten). In den letzten fünf Monaten liegen fast alle Werte unterhalb des Jahresdurchschnitts.

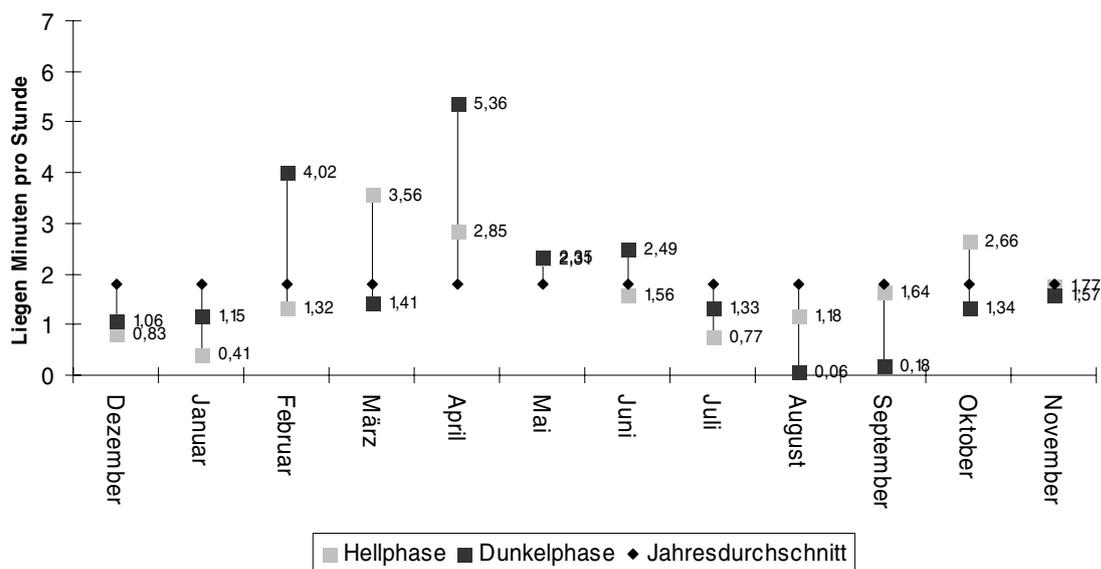


Abbildung 17: Liegen in der Hell- und Dunkelphase pro Stunde

Das Liegeverhalten verläuft ähnlich dem des Döseverhaltens. Es ist jedoch erkennbar, dass die Tiere von Dezember bis Juli länger nachts als tagsüber liegen. Im Monat April liegen die Tiere bis zu 5,4 Minuten pro Stunde in der Nacht. Eine Ausnahme ist der März. In diesem Monat liegen die Pferde tagsüber bis zu 3,5 Minuten in einer Stunde und nachts nur 1,4 Minuten pro Stunde. Insgesamt verkürzen sich die Liegezeiten in den Sommer- und Herbstmonaten. Nur im Oktober überschreitet die Dauer für das Ruhen im Liegen den Jahresdurchschnitt von 1,8 Minuten pro Stunde.

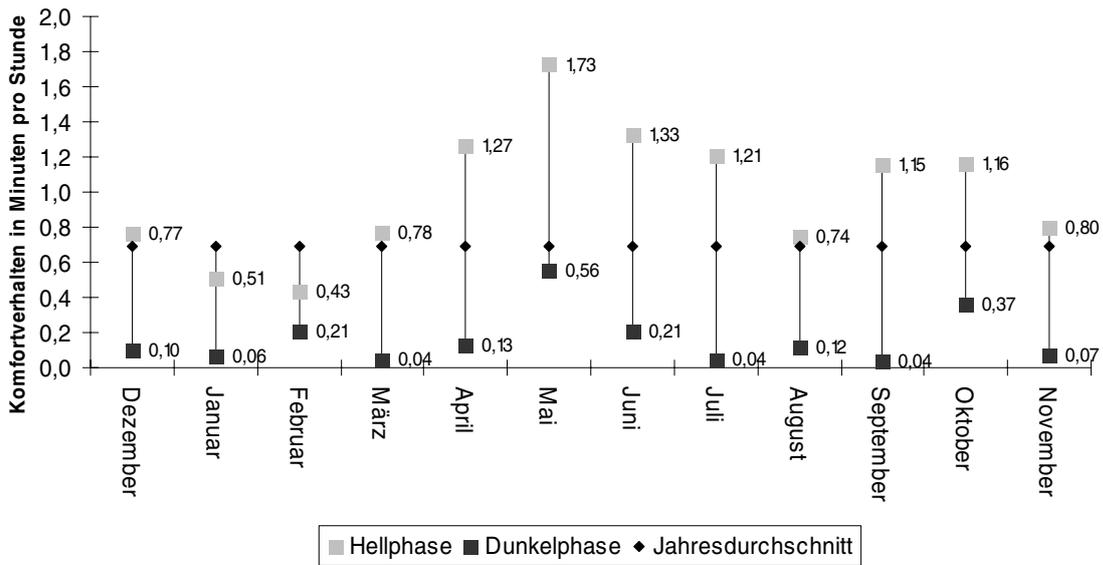


Abbildung 18: Komfortverhalten in der Hell- und Dunkelphase

Für das Komfortverhalten verwenden die Pferde in allen Monaten des Jahres mehr Zeit in der Hellphase als in der Dunkelphase. Dennoch gibt es Zeiten, in denen die Pferde länger oder kürzer Komfortverhalten zeigen. In den drei Wintermonaten dauert das Komfortverhalten kürzer als im Jahresdurchschnitt, nämlich 42 Sekunden, das entspricht 0,7 Minuten pro Stunde. Im Mai nimmt das Komfortverhalten in der Hellphase bis zu 1,8 Minuten pro Stunde ein. Das ist die längste Zeit, die im Jahresvergleich für diese Verhaltensweise aufgewendet wurde.

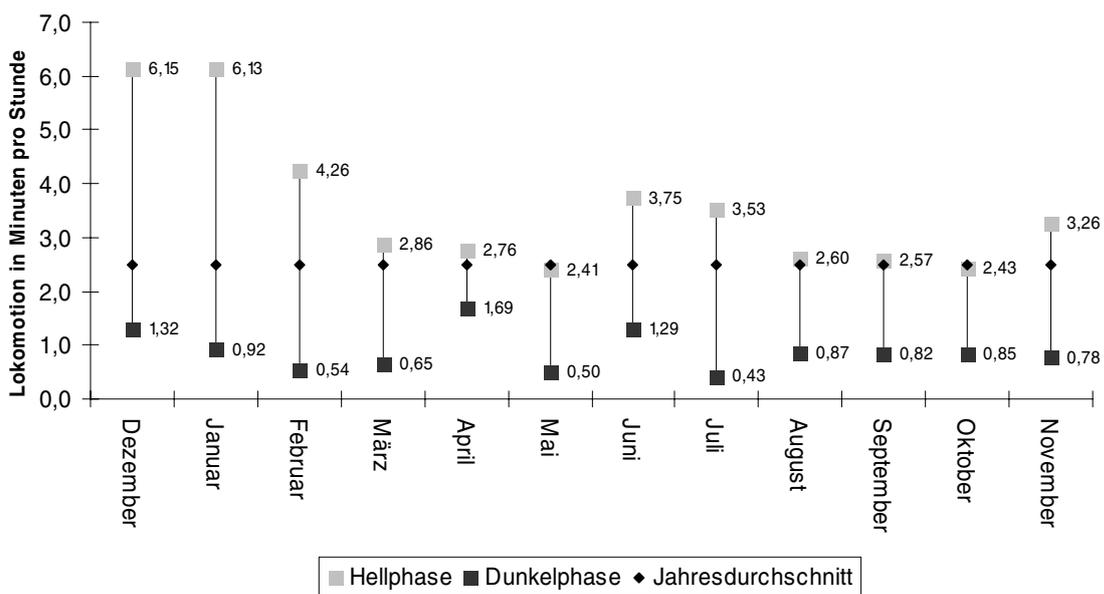


Abbildung 19: Lokomotion in der Hell- und Dunkelphase

Die Pferde bewegen sich im Jahresdurchschnitt 2,5 Minuten pro Stunde. Im Jahresdurchschnitt wird mehr Lokomotion in der Hellphase als in der Dunkelphase gezeigt. Im Dezember und Januar ist die Zeitdauer, die je Stunde für Lokomotion aufgewendet wird am längsten. Sie beträgt mehr als 6 Minuten pro Stunde. Der Zeitaufwand für Lokomotion fällt mit fortschreitendem Jahr deutlich ab. Am wenigsten Lokomotion zeigen die Tiere in den Monaten März, April und Mai sowie in den Monaten August, September und Oktober.

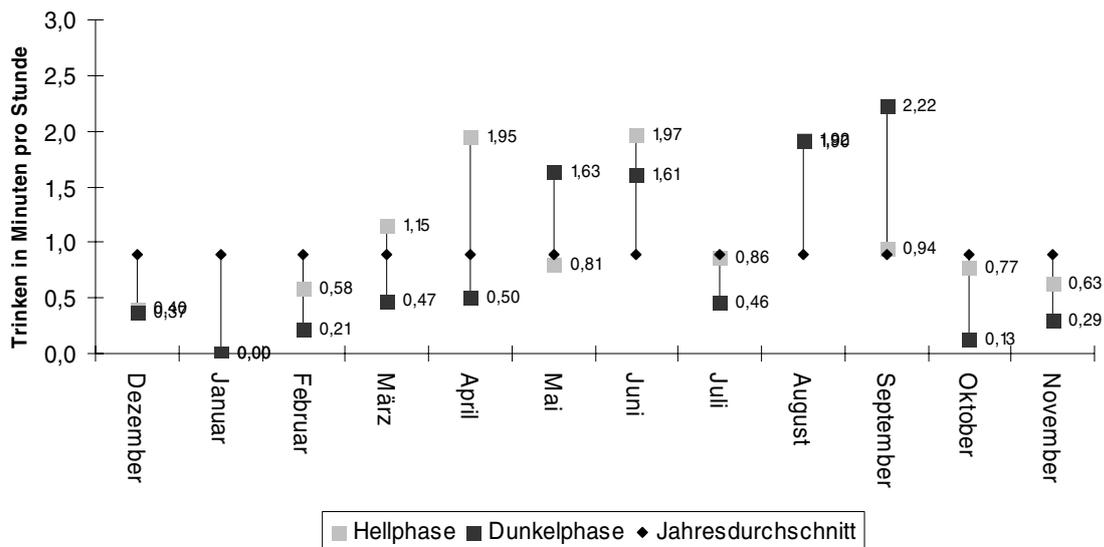


Abbildung 20: Trinken in der Hell- und Dunkelphase

Die Pferde bevorzugen weder die Tag- noch die Nachtphase für das Trinken im Jahresverlauf.

Auch ist die Zeitdauer, die die Tiere mit Trinken verbringen, im Jahresverlauf unterschiedlich hoch. In den wärmeren Monaten April, Mai, Juni, August und September ist eine ausdauernder und zeitlich längere Benutzung der Tränke zu erkennen.

2.5 Verhalten innerhalb von 24 Stunden im Laufe der Jahreszeiten

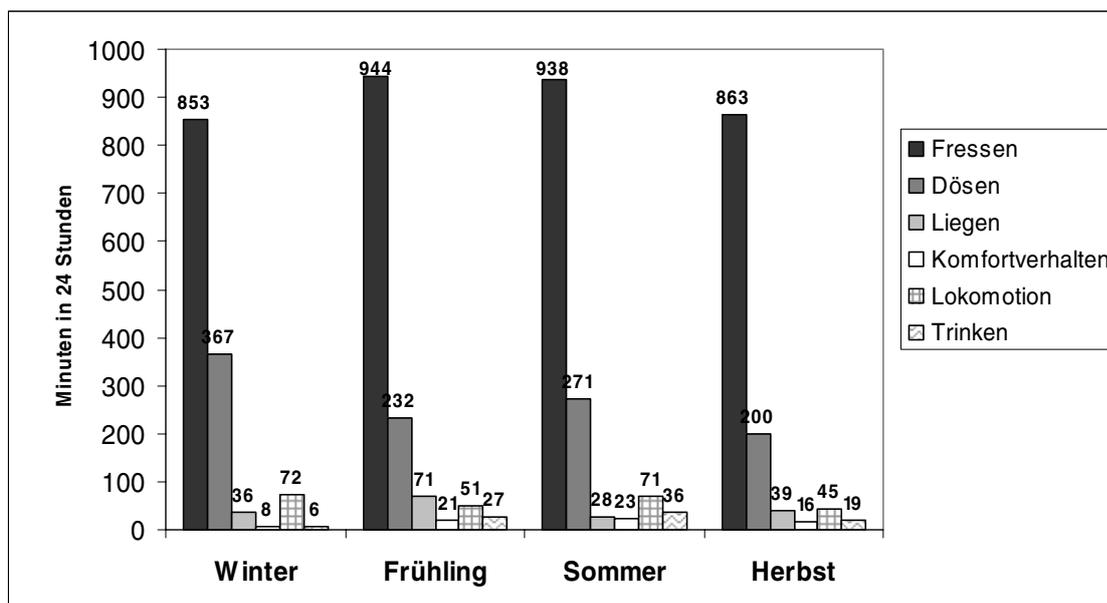


Abbildung 21: Durchschnittliches Verhalten in Minuten innerhalb von 24 Stunden im Vergleich der Jahreszeiten

Tabelle 6: Verhaltensweisen innerhalb der vier Jahreszeiten in Minuten

	Fressen	Dösen	Liegen	Komfortverhalten	Lokomotion	Trinken
Winter	853	366	35,6	7,7	72,2	6,2
Frühling	944	232	71,0	21,2	51,4	26,7
Sommer	938	271	28,1	23,3	70,9	35,9
Herbst	863	200	38,5	15,6	44,6	18,8
Mittelwert	899	267	43,3	16,9	59,8	21,9

Jeweils drei Monate eines Jahres stellen eine Jahreszeit dar. So kann die Dauer der Beschäftigung der Tiere innerhalb eines 24-Stunden-Tages speziell für Winter, Frühling, Sommer und Herbst angegeben werden. In Abbildung 21 ist zu erkennen, dass die Tiere im Frühling und im Sommer die meiste Zeit (Frühling 944 Minuten und Sommer 938 Minuten/24 Stunden-Tag (65,5% und 65,1%)) mit der Nahrungsaufnahme verbringen. Die Zeit, die für Dösen aufgewendet wird, ist dementsprechend im Winter (367 Minuten (25,4%)) länger als im Frühling (232 Minuten (16,1%)) und Sommer (271 Minuten (18,8%)). Der Anteil des Ruhens im Liegen ist bei den Pferden im Frühling (71 Minuten (4,9%)) im Vergleich mit den anderen Jahreszeiten jedoch deutlich am höchsten. Der Anteil des Komfortverhaltens am Tagesgeschehen wird mit fortschreitendem Jahr kontinuierlich größer, so dass ein Anstieg von 8 Minuten im Winter auf 21 Minuten im Frühling und 23 Minuten im Sommer zu

erkennen ist. Im Herbst fällt die Beschäftigung mit dem Komfortverhalten auf 16 Minuten am Tag zurück. Die Zeit, in der sich die Tiere bewegen, liegt im Winter bei 72 Minuten (5%) je 24-Stunden-Tag, sinkt im Frühling auf 51 Minuten (3,5%), steigt im Sommer wieder auf 71 Minuten (4,9%) an, und sinkt im Herbst wieder auf 45 (3,1%).

2.6 Sommer und Winter im Vergleich

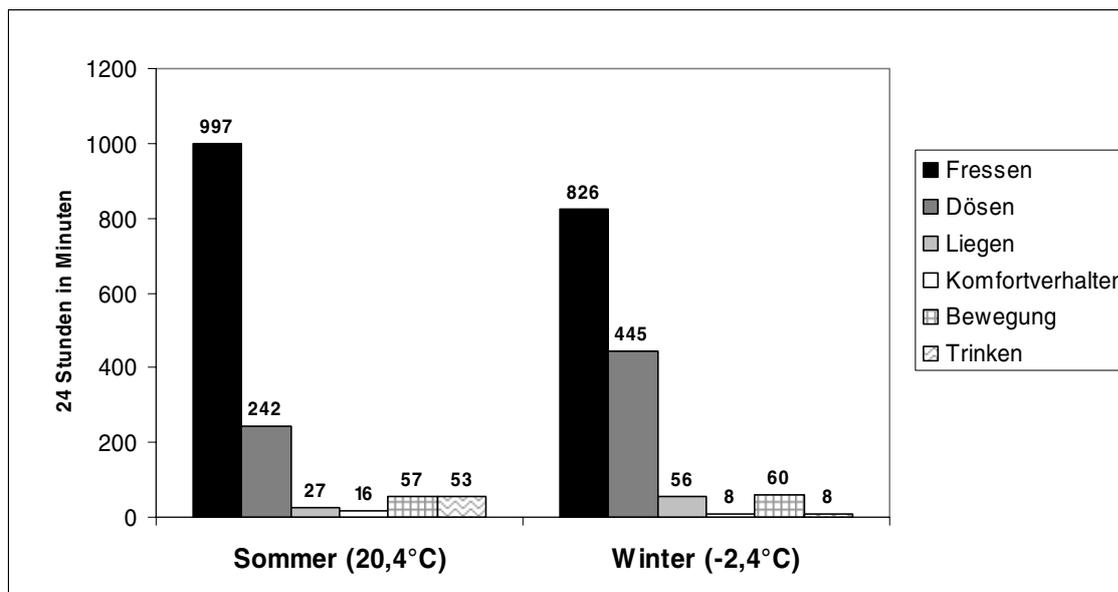


Abbildung 22: Vergleich des Zeitaufwands für die Verhaltensweisen Fressen, Dösen, Liegen, Komfortverhalten, Bewegung und Trinken an den drei wärmsten und drei kältesten Tagen des Jahres

Um zu verdeutlichen, wie unterschiedlich die Pferde ihren Tag gestalten, werden jeweils drei der heißesten und drei der kältesten Beobachtungstage mit vollständigem Datensatz zusammengefasst (Abbildung 22). Die Durchschnittstemperatur für diese drei wärmsten Tage liegt bei 20,4°C, für die drei kältesten bei -2,4°C. Unterschiede sind in der Dauer aller Verhaltensweisen zu erkennen. So fressen die Pferde an den wärmsten Tagen 171 Minuten länger (2,9 Stunden) und dösen 203 Minuten (3,4 Stunden) weniger als an den kältesten Tagen. Außerdem liegen sie an den kältesten Tagen 29 Minuten länger als an den wärmsten. Das heißt, dass der Zeitaufwand für die Verhaltensweisen des Ruheverhaltens an den kältesten Tagen fast doppelt so hoch ist, wie der an den wärmsten Tagen des Jahres. Die Zeitdauer für Lokomotion ist an den drei wärmsten Tagen und den drei kältesten Tagen nahezu gleich. Ein häufiges Ziel der Tiere im Sommer ist die Wasserstelle, da die Tiere dort

auch 53 Minuten am Tag verbringen. Damit wird an den drei wärmsten Tagen im Beobachtungsjahr fast das siebenfache der Zeit zum Trinken aufgewendet als an den drei kältesten Tagen. Mit dem Komfortverhalten beschäftigen sich die Pferde an den drei wärmsten Tagen 16 Minuten und nur halb so lange (8 Minuten) an den drei kältesten Tagen.

2.7 Intervalle und Pferdealltag

Betrachtet man nun die Verteilung der Verhaltensweisen im Verlauf eines 24-Stunden-Tages, ergeben sich Informationen über die Tagesrhythmik der Pferdeherde.

In den Abbildungen 23 bis 34 sind Fressen und Ruhen als die beiden Verhaltensweisen dargestellt, welche in erster Linie die Dynamik des Pferdealltags bestimmen, weil sie am häufigsten gezeigt werden. Dazu wurden jeweils alle Beobachtungstage eines Monats zusammengefasst und ein durchschnittliches Tagesprofil der einzelnen Monate ermittelt. Über 24 Stunden von Mitternacht bis zur darauf folgenden Mitternacht ist der prozentuale Anteil der fressenden und der ruhenden Pferde ersichtlich. Der Zeitpunkt des Aufgangs der Sonne ist mit einem Pfeil und einem Sonnensymbol und der Sonnenuntergang mit einem Halbmond gekennzeichnet. Die Uhrzeit des Sonnenaufgangs wird für jeden Monat gemittelt. Vom Sonnenaufgang ausgehend wird alle 4 Stunden eine Orientierungslinie gezogen. So entstehen sechs Intervalle von jeweils 4 Stunden. Licht- und Dunkelphasen sind darüber hinaus durch graue und schwarze Balken dargestellt.

Betrachtet man den Sonnenaufgang und das dazugehörige Verhalten der Pferde in dieser Zeit, stellt man eine deutliche Übereinstimmung für alle 12 Monate fest. Unabhängig von der Jahreszeit beginnen die Pferde den Tag gleich bei Sonnenaufgang mit einer Fressperiode. Somit wird hier der Sonnenaufgang als Tagesbeginn für das Pferd definiert. Jeden Monat ist zu erkennen, dass die Pferde mit Beginn der Dunkelheit ihre letzte Tagesfressperiode beenden und eine Ruhephase beginnen.

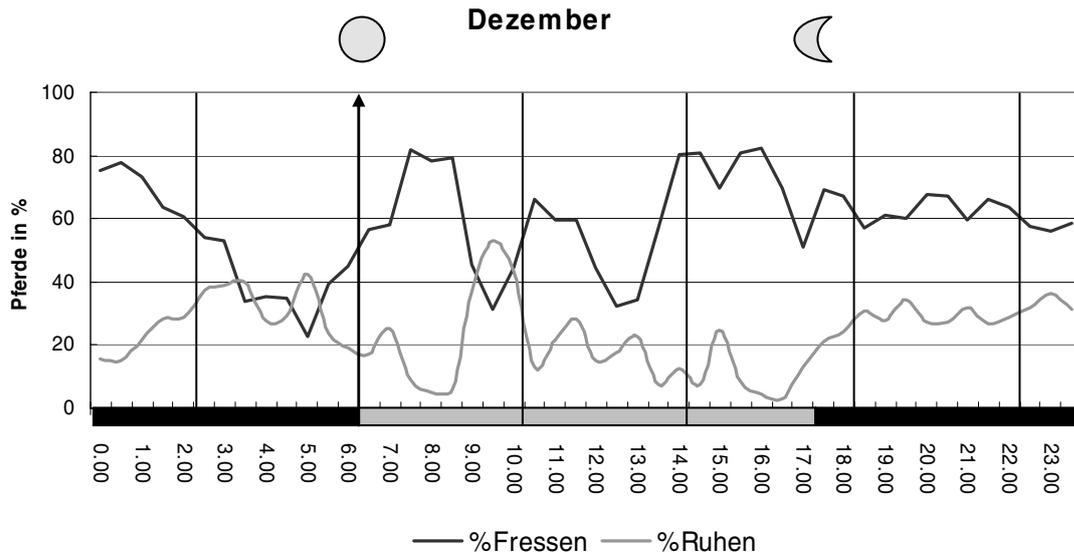


Abbildung 23: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im Dezember innerhalb von 24 Stunden

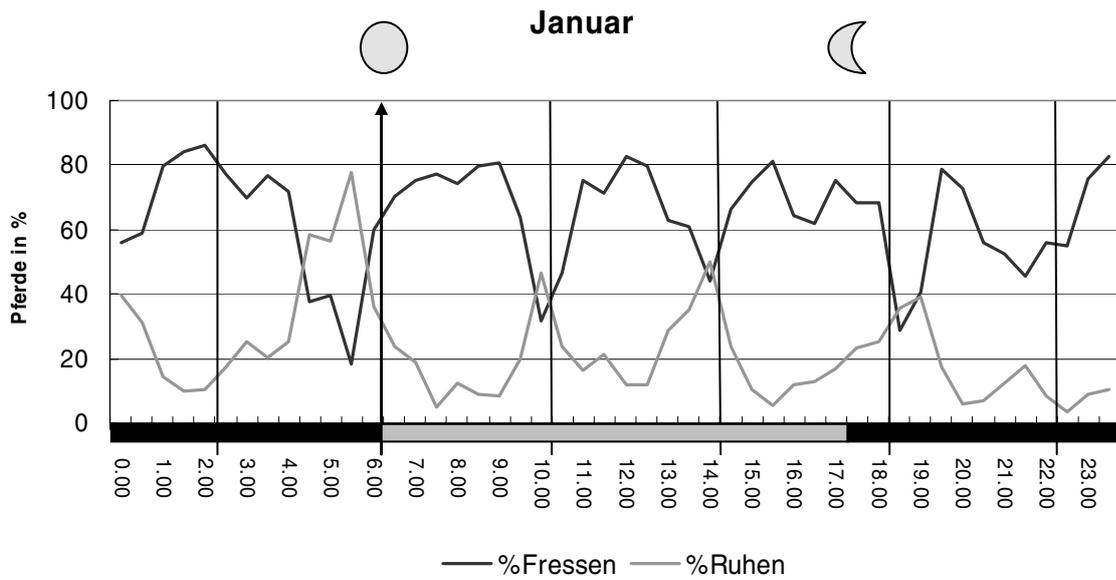


Abbildung 24: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im Januar innerhalb von 24 Stunden

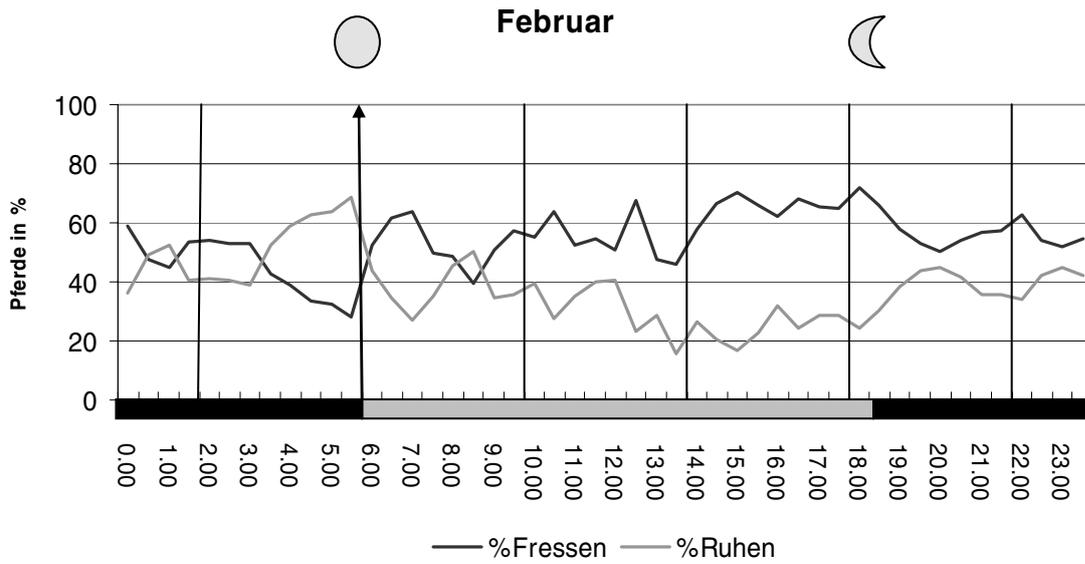


Abbildung 25: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im Februar innerhalb von 24 Stunden

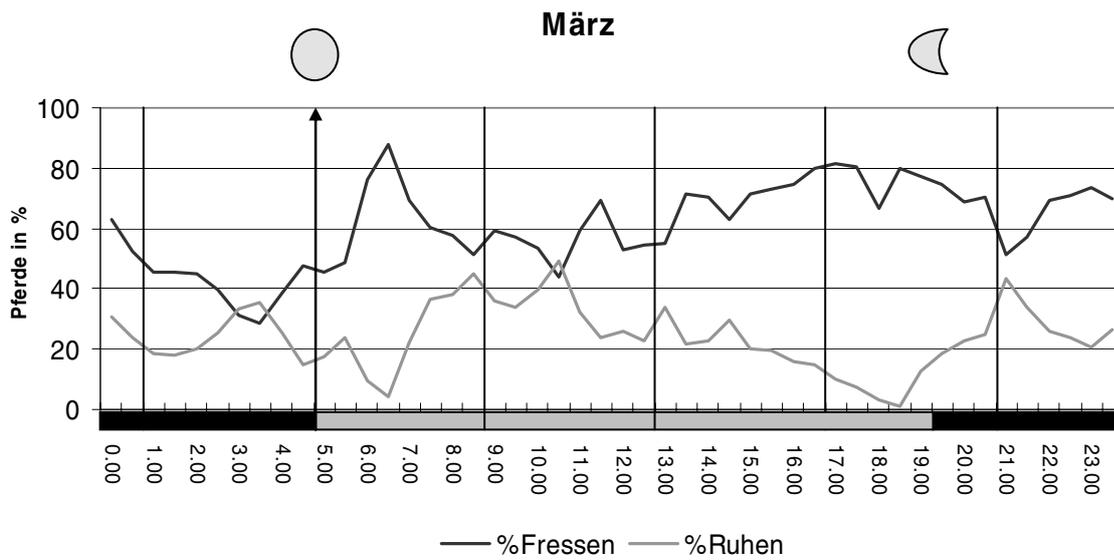


Abbildung 26: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im März innerhalb von 24 Stunden

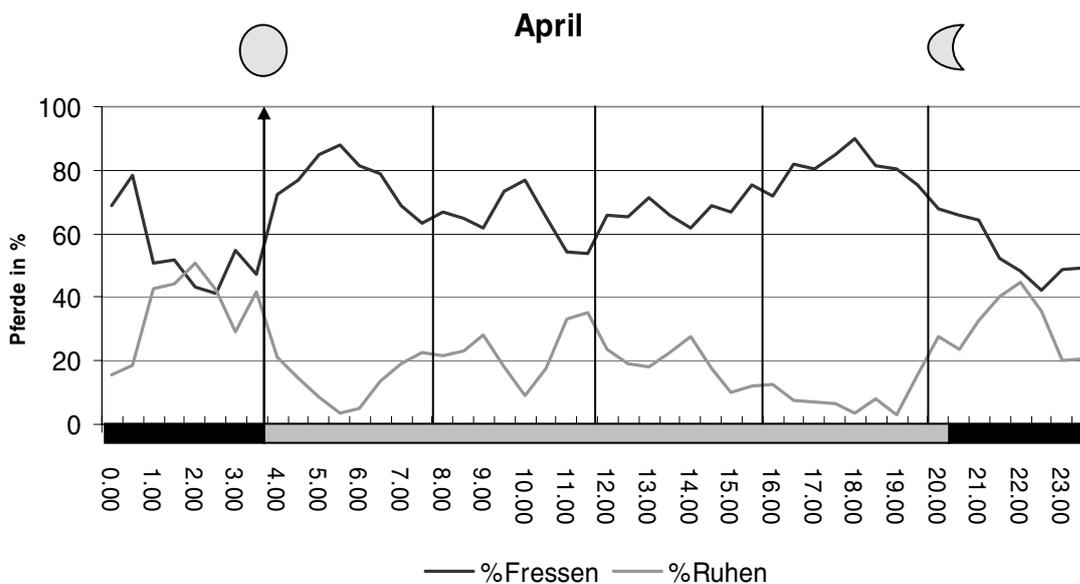


Abbildung 27: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im April innerhalb von 24 Stunden

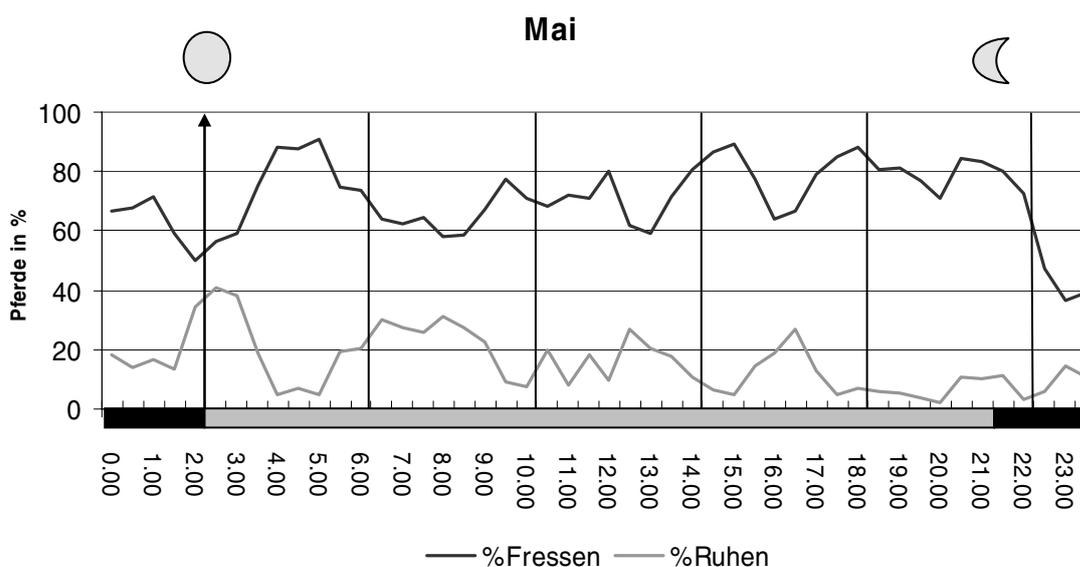


Abbildung 28: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im Mai innerhalb von 24 Stunden

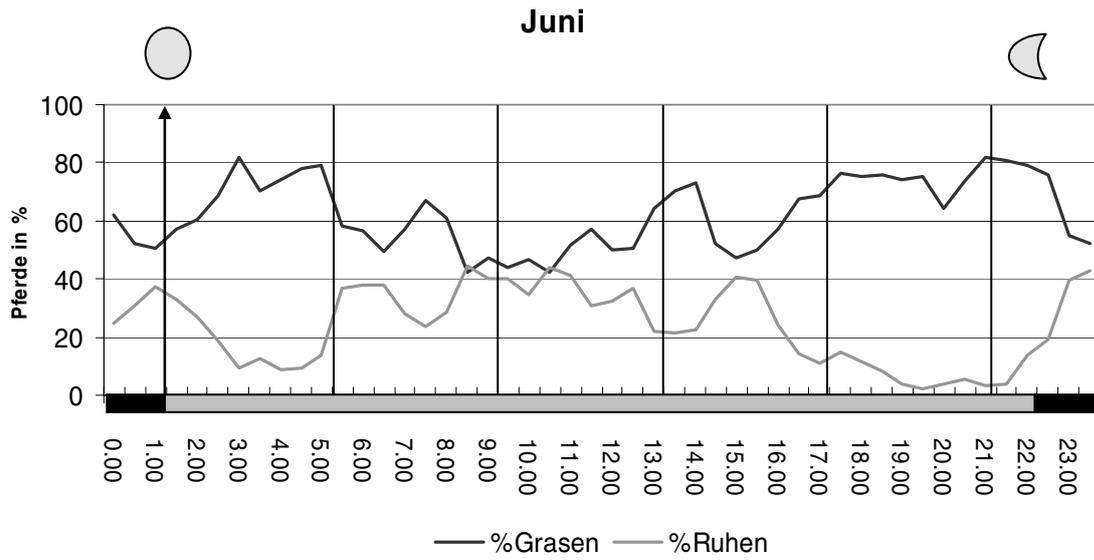


Abbildung 29: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im Juni innerhalb von 24 Stunden

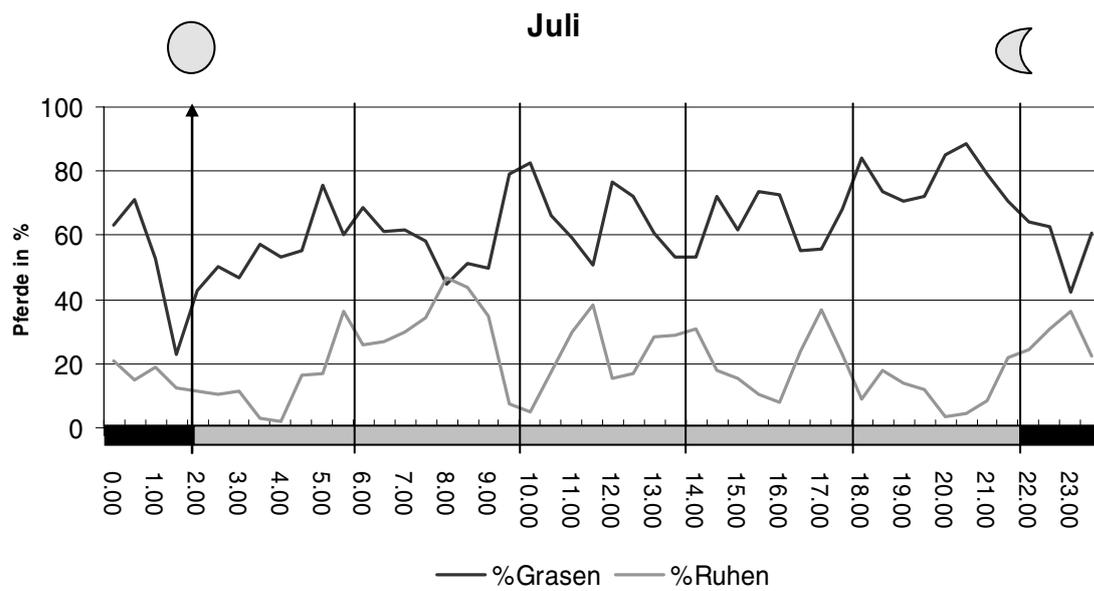


Abbildung 30: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im Juli innerhalb von 24 Stunden

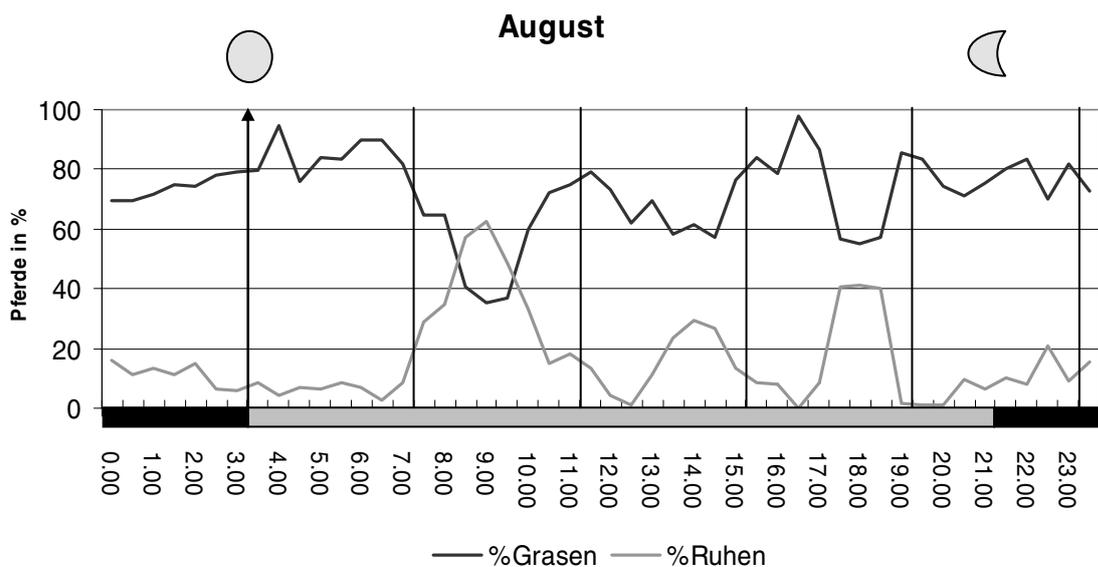


Abbildung 31: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im August innerhalb von 24 Stunden

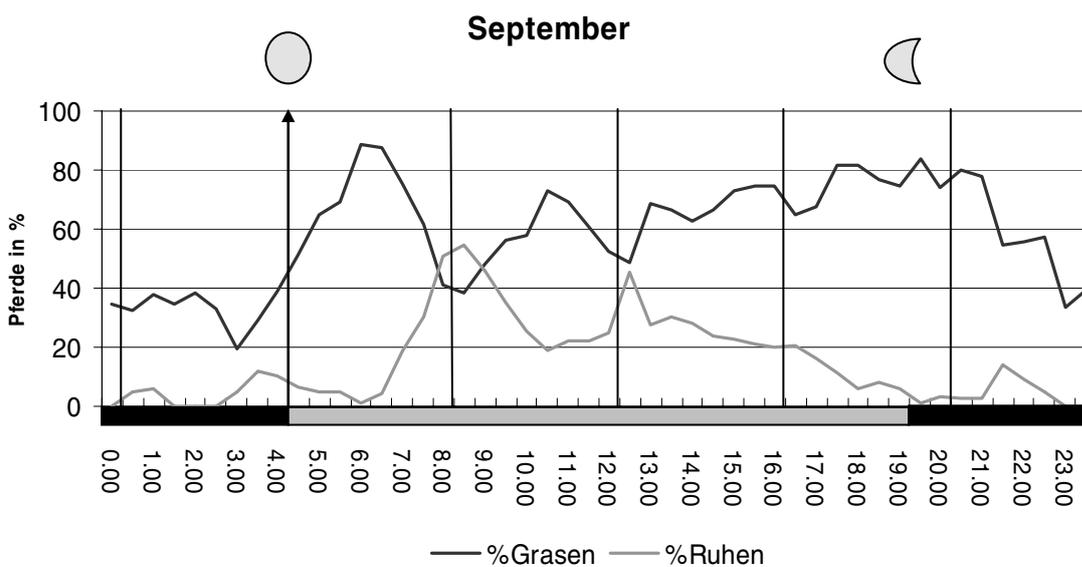


Abbildung 32: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im September innerhalb von 24 Stunden

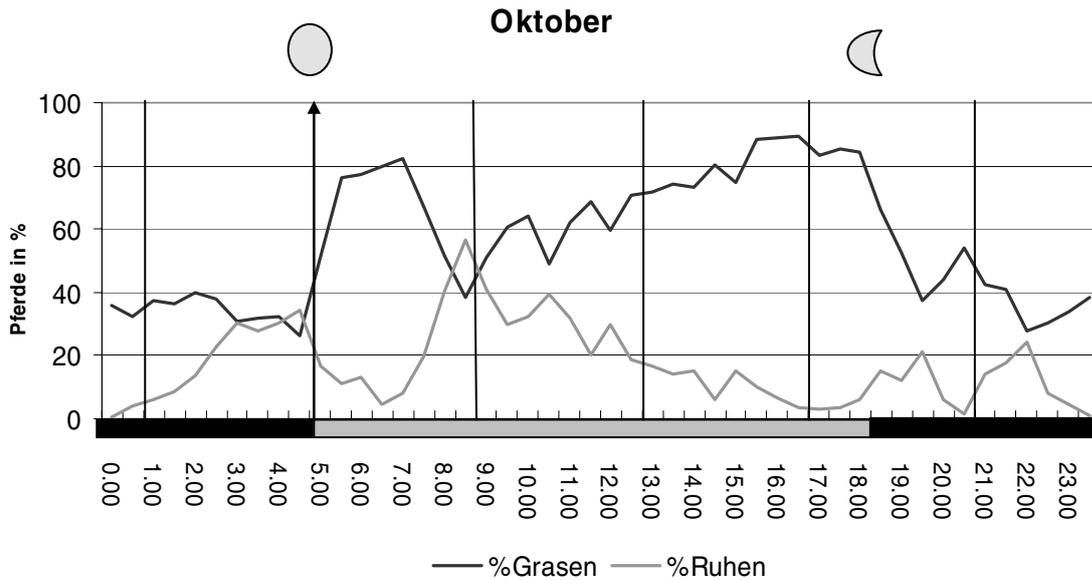


Abbildung 33: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im Oktober innerhalb von 24 Stunden

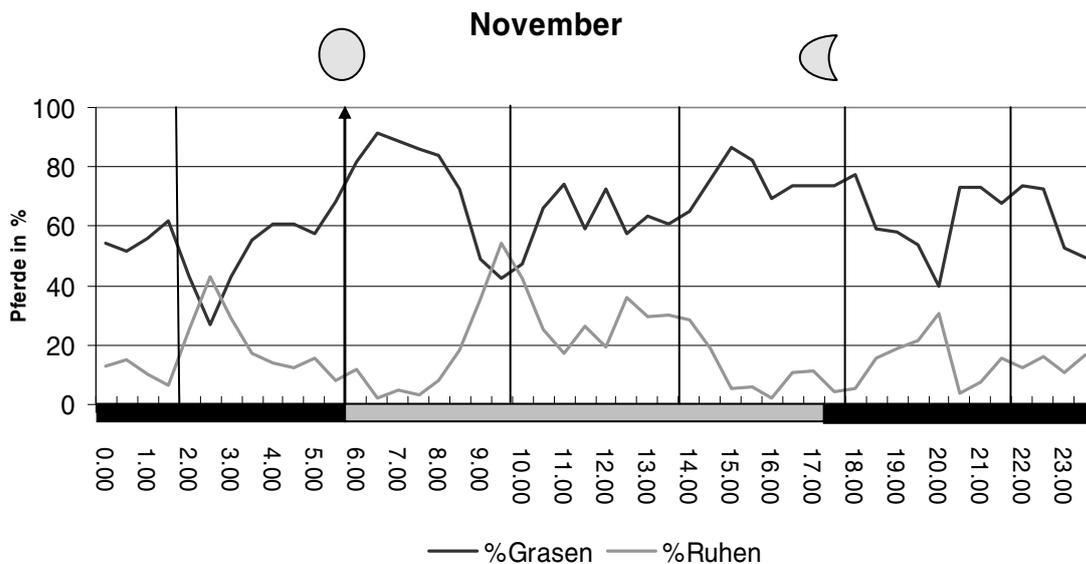


Abbildung 34: Durchschnittliches Fressen und Ruhen im November innerhalb von 24 Stunden

Es wird ersichtlich, dass über die 24 Stunden hinweg ein häufiger Wechsel im Fress- und Ruheverhalten stattfindet. Ob es sich hierbei um einen periodischen Wechsel in bestimmter zeitlicher Abfolge handelt, hat folgende Überlegungen hervorgerufen.

Teilt man den 24-Stunden-Tag - beginnend mit dem Sonnenaufgang - in sechs Intervalle von jeweils vier Stunden, so fällt auf, dass in jedem der sechs Intervalle eine Fressperiode, bestehend aus einem Höhepunkt und einem Tiefstwert sowie eine Ruheperiode mit einem

Ruhemaximum und ein Ruhetiefstwert zu erkennen sind. Exemplarisch steht dafür der Januar (Abbildung 24).

Die Anzahl der Tiere, die in den einzelnen Intervallen fressen, variieren in den einzelnen Monaten. Es gibt beispielsweise im März (Abbildung 26) und April (Abbildung 27) Intervalle, in denen eine hohe Anzahl von Tieren der Herde fressen, neben solchen Intervallen, in denen weniger Tiere der Herde mit Fressen beschäftigt sind. Stets sind jedoch Anstieg und Abfall der beim fressen beobachteten Tierzahl innerhalb eines Intervalls zu erkennen. Es zeigt sich, dass 80% der Pferde im Sommer in den kühlen Abendstunden fressen und zur heißen Mittagszeit lange Ruhepausen einlegen. In den Sommermonaten Juli und August verschwimmen die Intervallgrenzen leicht und die Periodik der Fressmaxima wird undeutlicher. Dafür sind im August (Abbildung 31) die Ruhephasen deutlicher ausgeprägt als die Fressphasen. Eine vier Stunden-Rhythmik ist dennoch zu erkennen. In den drei Herbstmonaten ist besonders gut festzustellen, dass die Pferde nach der ersten frühmorgendlichen Fressphase (Intervall 1) in aller Regelmäßigkeit eine große, über zwei Stunden dauernde Ruhephase halten.

2.8 Fressverhalten abhängig vom Sonnenaufgang

Das Fressverhalten kann als zeitmäßig größte Aktivitätsphase der Pferdeherde angesehen werden, weil Rückschlüsse auf das Ruheverhalten gezogen werden können. Da sich die Ruhephasen antizyklisch zu den Fressphasen zeigen, wird hier nur auf die Fressphase eingegangen. In Abbildung 35 bis 42 sind nur die Fressphasen von drei Monaten dargestellt, die jeweils eine Jahreszeit repräsentieren. Dafür werden alle Beobachtungen eines Monats zusammengefasst.

Die Linien der Fressaktivität, die jeweils den Tagesrhythmus der Pferdeherde für einen Monat dieser Jahreszeit repräsentieren, verlaufen gleichmäßig und lassen ein regelmäßiges Auf und Ab der Anzahl der Pferde erkennen, die sich mit Fressen beschäftigen.

Da die überwiegende Anzahl der Pferde in allen 12 Monaten bei Sonnenaufgang den Beginn einer Fressphase zeigen, wird der Sonnenaufgang zum Tagesbeginn der Pferde erklärt. In diesem Zusammenhang werden alle monatlichen Beobachtungen unabhängig von der menschlichen Zeiteinteilung auf einen gemeinsamen Anfang des Tagesrhythmus gebracht. Da innerhalb von drei Monaten der Sonnenaufgang eine zeitliche Spannweite von zwei Stunden einnimmt, wird dafür die mittlere Sonnenaufgangszeit aller drei Monate ermittelt. In der Abbildung beginnt somit der 24-Stunden-Tag mit dem Sonnenaufgang und sechs Intervalle von jeweils vier Stunden bezeichnen die Zeit nach dem Sonnenaufgang. Die Anzahl der durchschnittlichen Hell- und Dunkelstunden werden durch helle und dunkle

Balken angegeben. Zusätzlich ist die durchschnittliche Temperatur der drei Monate und deren Höchst- und Tiefstwerte eingezeichnet, um die maximale Hitze und Kälte zu einer bestimmten Zeit zu veranschaulichen.

Der Mittelwert dieser gesamten drei Monatsbeobachtungen ist jeweils in einer gesonderten Abbildung dargestellt. Dort ist das durchschnittliche Fressverhalten für diese drei Monate zu sehen.

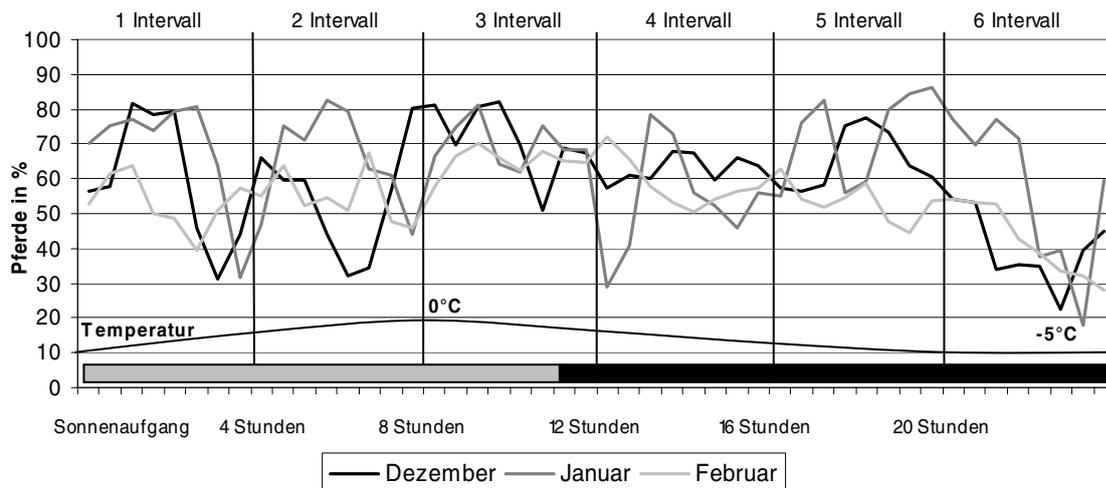


Abbildung 35: Fressen im Winter (Monate: Dezember, Januar, Februar) im Zeitraum von Sonnenaufgang bis Sonnenaufgang

Deutlich ist im ersten Intervall die erste Fressphase nach Sonnenaufgang zu erkennen. Am Übergang vom ersten und zweiten Intervall sinkt die Fressaktivität sehr. Nur noch 30% der Pferde zeigen Nahrungsaufnahmeverhalten. Im zweiten Intervall sind schwächer ausgeprägte Fressphasen vorhanden. In dem Intervall, das kurz vor dem Sonnenuntergang steht, existiert stets zu jeder Jahreszeit eine hohe Beteiligung an der Fressphase. Das durchschnittliche Fressverhalten zeigt eine fast gleich bleibende Fressaktivität in den Nachtstunden (4. und 5. Intervall). Im 6. Intervall vor Sonnenaufgang sinkt die Fressaktivität auf durchschnittlich 25%.

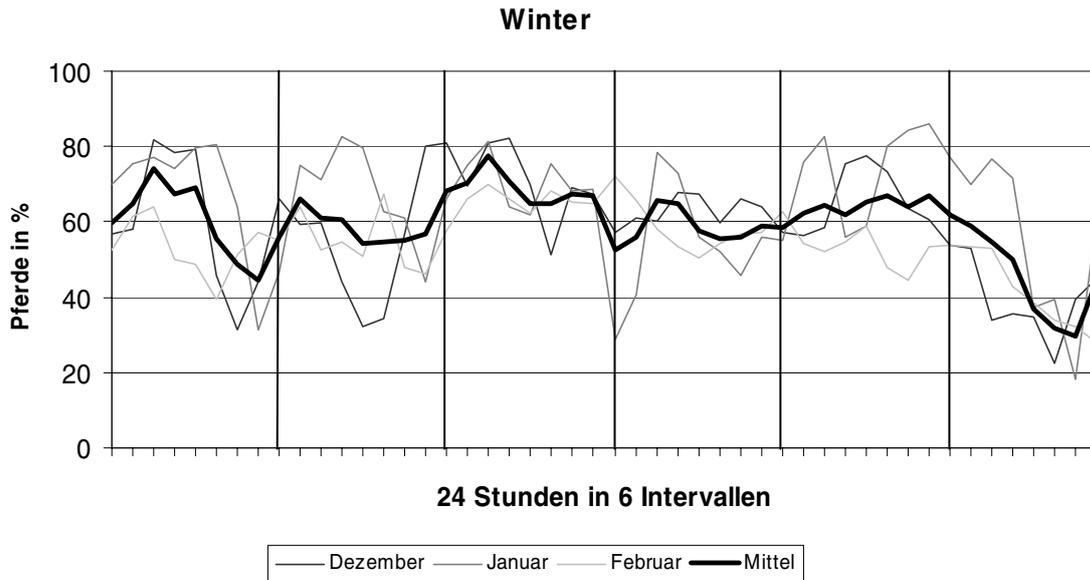


Abbildung 36: Mittelwert für die drei Wintermonate Dezember, Januar und Februar

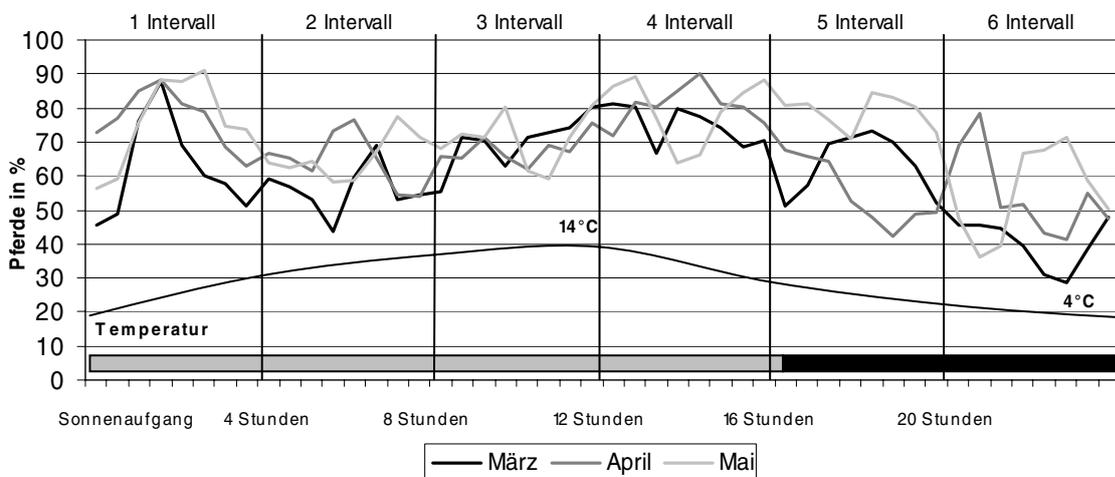


Abbildung 37: Fressen im Frühling (Monate: März, April, Mai) im Zeitraum von Sonnenaufgang bis Sonnenaufgang

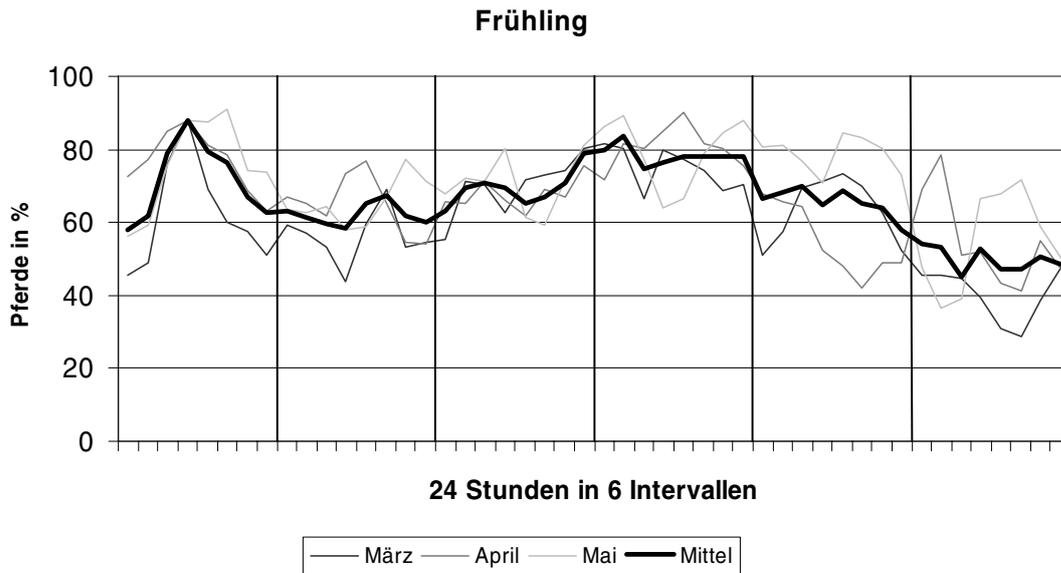


Abbildung 38: Mittelwert für die drei Frühlingsmonate März, April und Mai

Im Frühling liegen die Kurvenverläufe der Fressaktivität der Pferde eng beieinander. 88% der Tiere beteiligen sich an der Fressphase nach Sonnenaufgang. Im zweiten Intervall sind es nur noch 58% der Tiere. Betrachtet man das durchschnittliche Fressverhalten in den Abend- und Nachtstunden, wird nachts weniger gefressen und mehr tagsüber.

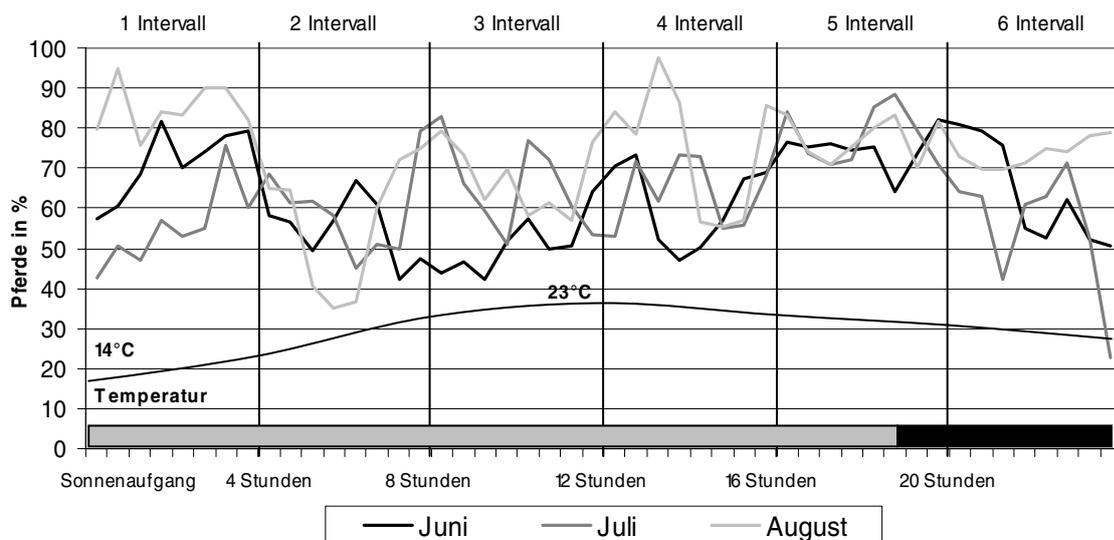


Abbildung 39: Fressen im Sommer (Monate: Juni, Juli, August) im Zeitraum von Sonnenaufgang bis Sonnenaufgang

Etwas undeutlicher ist die Parallelität der Anteile fressender Pferde in den Sommermonaten. Lediglich im fünften Intervall im Zeitraum des Abends liegen alle Linien wieder eng beieinander.

Betrachtet man die Fressperiodik in Bezug auf die Zeit der maximalen Temperatur in jeder Jahreszeit, scheinen die Pferde (3. Intervall, Abbildung 39) weniger zu grasen und sich erst nachmittags und abends mehr mit Fressen zu beschäftigen. Durchweg scheint es in den anderen Jahreszeiten ebenso, dass die Tiere die Zeiten hoher Sonneneinstrahlung nicht unbedingt zum Fressen nutzen und stattdessen ruhen, trinken oder Komfortverhalten zeigen. Betrachtet man das durchschnittliche Fressverhalten für alle drei Monate, ist feststellbar, dass die Fressaktivität leicht in die Abend- und Nachtstunden verlagert wird. Tagsüber (Intervall 2, 3 und 4) wird insgesamt weniger Fressaktivität (durchschnittlich 50% bis 76%) gezeigt als nachts im 5. Intervall (durchschnittlich 78% bis 84%).

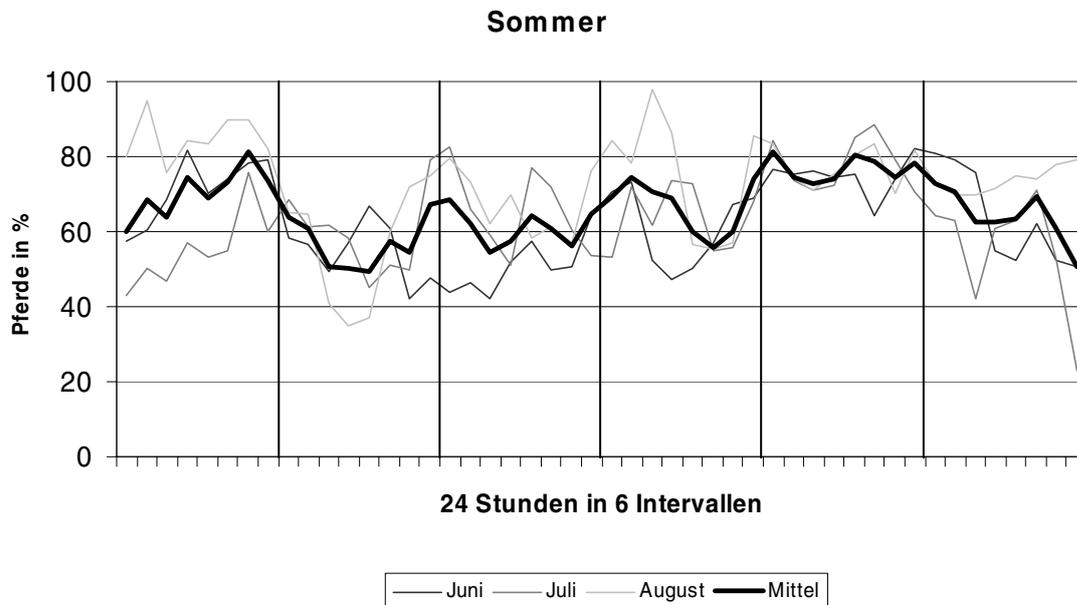


Abbildung 40: Mittelwert für die drei Sommermonate Juni, Juli und August

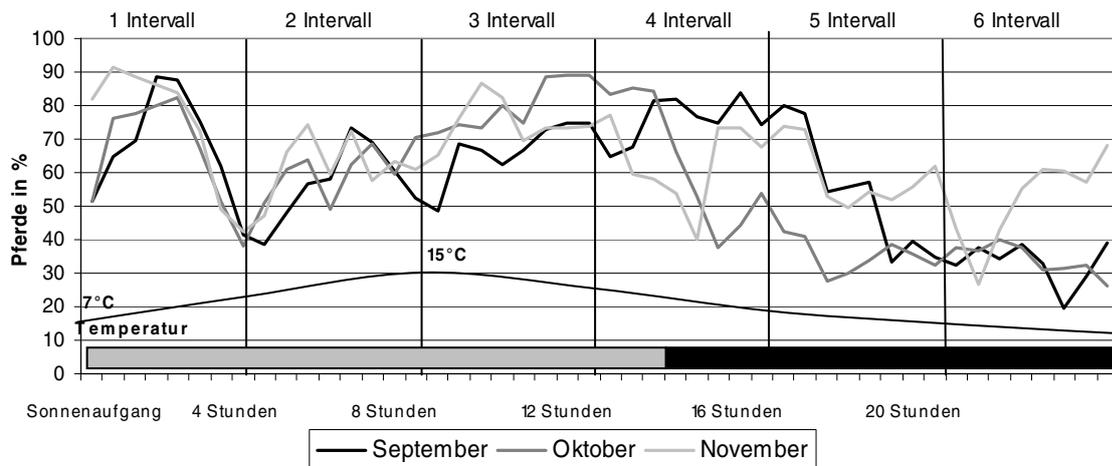


Abbildung 41: Fressen im Herbst (Monate: September, Oktober, November) im Zeitraum von Sonnenaufgang bis Sonnenaufgang

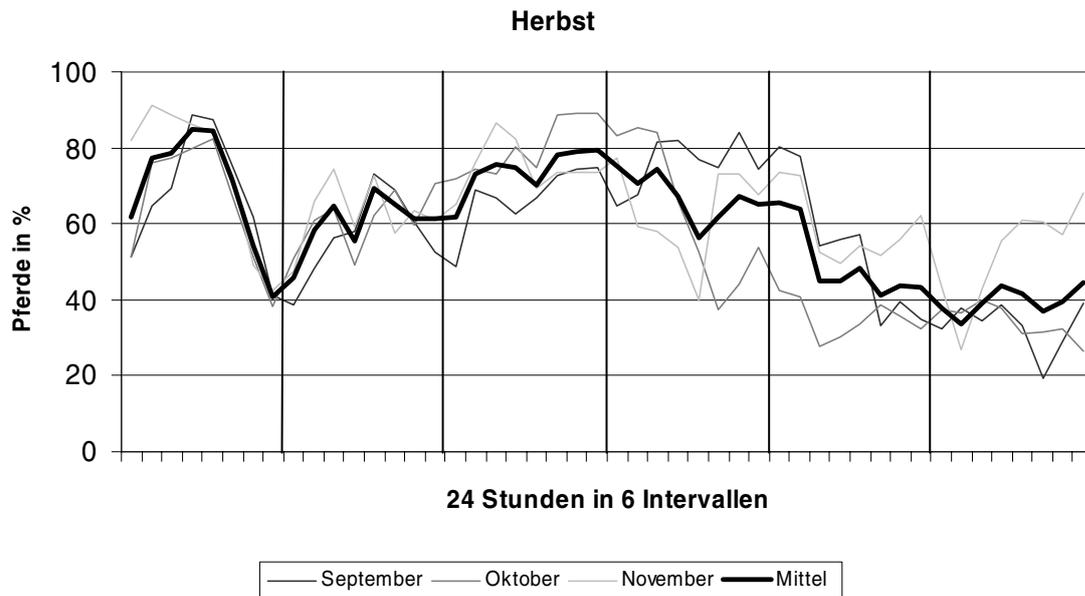


Abbildung 42: Mittelwert für die drei Herbstmonate September, Oktober und November

Im Herbst wird die erste Fressphase in allen drei Monaten von über 80% der Pferde gezeigt. Nach einer Ruhephase wird zum Nachmittag und gegen Abend die Fressaktivität erhöht. Im Durchschnitt beteiligen sich bis zu 80% der Tiere an der Fressphase. Wie im Frühling, beschäftigen sich durchschnittlich 40% der Pferde auch im Herbst in der Nacht mit Fressen. Tendenziell fressen die Pferde im Herbst lieber tagsüber als nachts.

2.9 Sommer und Winter Dynamik

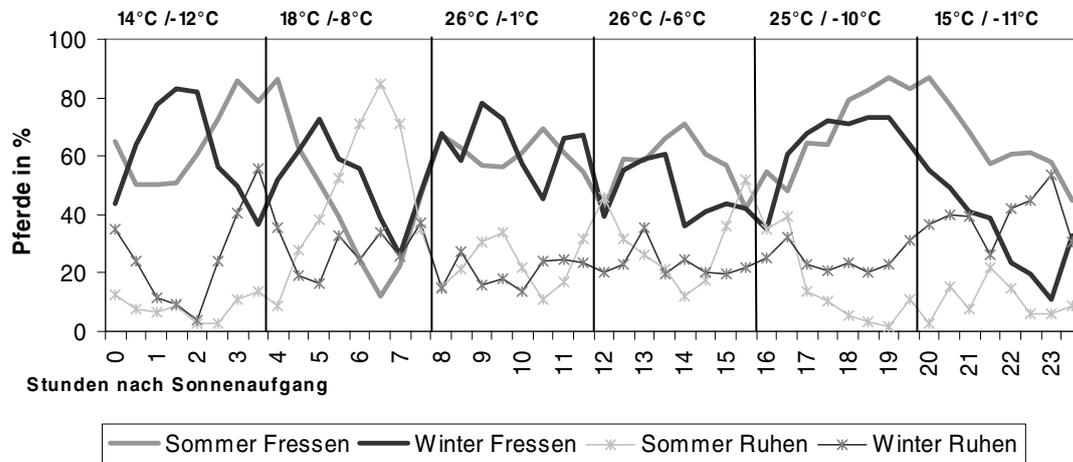


Abbildung 43: Vergleich zwischen Fressen und Ruhen im Sommer und im Winter

Tabelle 7: Fress- und Ruheverhalten in % im Sommer und Winter unter extremen Bedingungen

Stunden nach Sonnenaufgang	Sommer Fressen	Winter Fressen	Sommer Ruhen	Winter Ruhen
0,0	65	44	12	35
1,0	50	77	7	12
2,0	61	82	3	4
3,0	86	50	11	41
4,0	86	52	9	36
5,0	51	73	38	16
6,0	25	56	71	25
7,0	22	26	71	26
8,0	67	68	15	15
9,0	57	78	31	16
10,0	61	57	22	14
11,0	61	66	17	25
12,0	42	39	46	20
13,0	59	59	26	35
14,0	71	36	12	25
15,0	57	44	36	20
16,0	55	35	35	25
17,0	65	68	13	23
18,0	79	71	6	23
19,0	87	73	1	23
20,0	87	55	3	37
21,0	68	41	7	40
22,0	61	23	15	42
23,0	58	11	6	54

Wählt man aus jedem einzelnen Wintermonat die Beobachtungen mit den tiefsten und aus jedem einzelnen Sommermonat die Beobachtungen mit den höchsten Durchschnittstemperaturen, dann zeigt sich auch unter extremen Bedingungen, dass die Pferde einen eigenen Rhythmus im Fressverhalten beibehalten (Abbildung 43), der bei Hitze und Kälte ähnlich verläuft. Die Beobachtungen werden jeweils zu einer Winter- und einer Sommerbeobachtung zusammengefasst. Der Tagesrhythmus beginnt wieder mit dem Sonnenaufgang. Die x-Achse gibt die einzelnen Stunden nach Sonnenaufgang an. Sechs Intervalle stellen Abschnitte für jeweils vier Stunden dar, in denen sich der Wechsel von Fressen und Ruhen gut ablesen lässt. Der durchschnittliche Temperaturverlauf für den heißen Sommertag und den kalten Wintertag ist mit den Grad-Celsius-Angaben am oberen Rand der Grafik wiedergegeben.

Im Winter ist im ersten und zweiten Intervall jeweils eine deutliche Fressphase zu verzeichnen, dahingegen dehnt sich an diesem Sommertag die erste Fressperiode über dem ersten und zweiten Intervall aus. Kongruent zum Fressverhalten beginnt im zweiten Intervall die erste große Ruheeinheit nach Sonnenaufgang, an der sich 90% der Pferde beteiligen. Jedoch zeigt sich im vierten, fünften und sechsten Intervall eine große Parallelität. Das Ruheverhalten steht in zeitlichem Zusammenhang zum Fressverhalten des dazugehörigen heißen oder kalten Tages. Die Sommerruhephasen liegen überwiegend in der Hellphase des Tages, sind ausgeprägt periodisch und oft nimmt die Hälfte der Pferde oder sogar mehr Pferde an den Ruhephasen teil. Die Winterruhephasen sind weniger periodisch und ausgeprägt wie die im Sommer. Es ist keine deutliche vier Stunden-Rhythmik zu erkennen. Dies bedeutet, dass es in der Hellphase mehrere kleine, relativ kurze Ruhephasen gibt, die von einer kleineren Menge Tiere wahrgenommen werden. Dafür ist nachts der Anteil der Tiere, die gemeinsam ruhen, deutlich höher und die Ruhephasen sind gut zu erkennen.

3. Ergebnisse der Flächen- und Raumnutzungsanalyse

In der Analyse der Raumnutzung wird dargestellt wie viele Pferde, in welchem Zeitraum und mit welcher Häufigkeit die möglichen Schutzbereiche in Abhängigkeit von bestimmten extremen Wetterlagen aufsuchen. Die Datenanalyse findet mit dem Geoinformationssystem GIS ArcView 3.3 statt, das eine genaue Analyse des Standortes der Pferde und ihrer Bewegungen im Raum-Zeit-Gefüge ermöglicht. Dank dieser speziellen Datenverarbeitung können in der Auswertung äußere Faktoren wie Wettereinflüsse als Faktoren für das Aufsuchen von bestimmten Standorten berücksichtigt werden. Verhaltensweisen wie das Fressverhalten (Grasen) und Ruheverhalten (Liegen und Dösen) können den Aufenthaltsorten zugeordnet werden.

Dazu werden Beobachtungen mit extremer Witterung ausgewählt.

3.1 Verhalten bei Kälte

Die Abbildung 44 repräsentiert die Winter-Beobachtung vom 8./10.12.2002 und die Abbildung 46 die Beobachtung vom 21./23.12.2002.

Bei der Beobachtung Anfang Dezember liegt die Tagesmitteltemperatur bei $-8,7^{\circ}\text{C}$ (Tageshöchstwert $0,8^{\circ}\text{C}$ und Tagestiefstwert -14°C). Dahingegen liegt am 21./23. 12. 2002 die Tagesmitteltemperatur bei $-2,6^{\circ}\text{C}$ (Tageshöchstwert $-0,7^{\circ}\text{C}$ und Tagestiefstwert $-5,2^{\circ}\text{C}$).

Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Pferde der Gesamtherde im geschützten Bereich sowie auf freier Fläche. Dabei werden die gezeigten Verhaltensweisen noch nicht berücksichtigt. Die Pferde sind zu dieser Zeit auf der Koppel 1. Passend dazu ist jeweils in den Abbildungen 45 und 47 das Fress- und Ruheverhalten (Ruhem im Stehen und Ruhem im Liegen) zusammengefasst und für die jeweilige Beobachtung mit Sonnenauf- und Sonnenuntergang und den zugehörigen vier Stunden-Intervallen des Pferdealltags dargestellt.

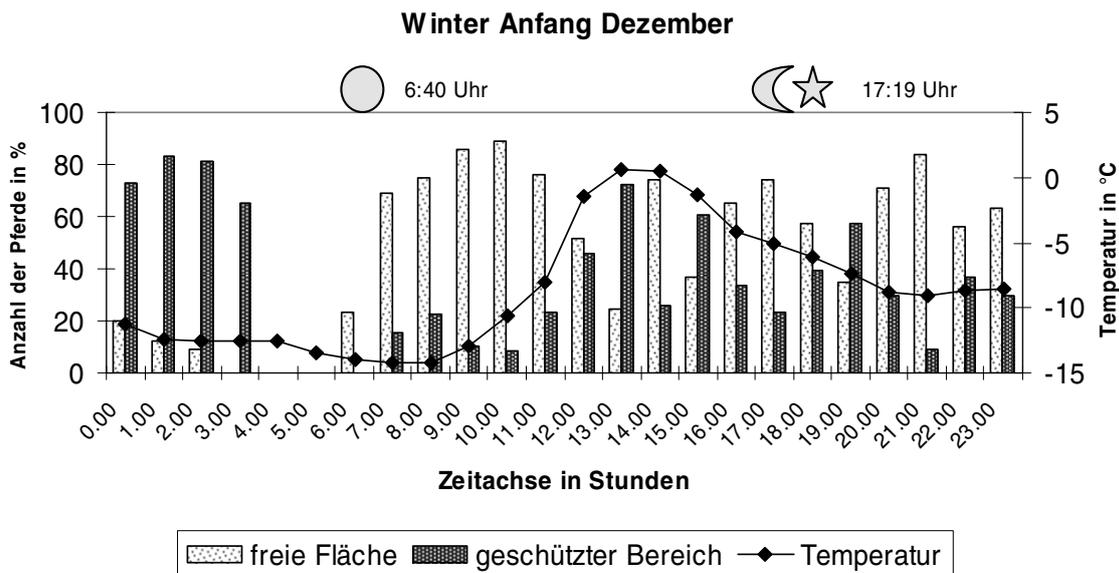


Abbildung 44: Nutzung von Schutzbereichen und freien Flächen im Winter (8./10.12.2002), Tagesmitteltemperatur -8,7°C, böiger Wind 0-3 m/s aus Südost

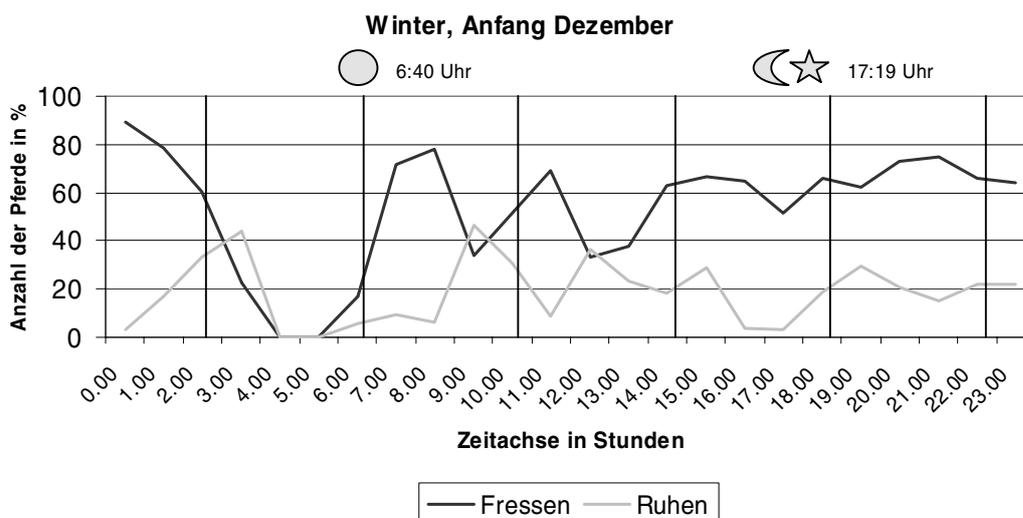


Abbildung 45: Fress- und Ruheverhalten im Winter (8./10.12.2002)

In der Abbildung 44 sind Tiefsttemperaturen von minus 14 Grad Celsius in den Morgenstunden zu erkennen. Datensätze zwischen 4 und 6 Uhr fehlen. Dennoch ist deutlich zu sehen wie die Pferde, sobald die Sonne aufgeht, auf der freien Fläche stehen und anfangen zu Grasern (Abbildung 45). Gegen 9 Uhr ruhen 46% der Tiere. Da sich nur 10% der Tiere im geschützten Bereich aufhalten, ruhen wahrscheinlich an die 40% auf freier Fläche. Mittags zwischen 13 und 14 Uhr suchen 73% der Tiere kurzfristig geschützte Bereiche auf

und ziehen sich in die Baumschattengebiete zurück. Fressen und Ruhen werden zu gleichen Teilen gezeigt. Nach Sonnenuntergang zwischen 18 und 19 Uhr suchen 58% der Tiere wiederum weitere geschützte Bereiche auf, wandern aber zwischen 20 und 22 Uhr wieder auf ungeschützte Flächen hinaus.

Ähnlich deutlich ist dies in Abbildung 46 zu sehen. Die Tiefsttemperaturen betragen innerhalb dieser Beobachtung (21./23.12.2002) minus 5,2 Grad Celsius. Deutlich ist eine Vorliebe der Pferde für die geschützten Bereiche vor Sonnenaufgang zu erkennen. Im Vergleich von Fress- und Ruheverhalten (Abbildung 47) beenden die Tiere hier nach und nach ihre Ruhephase und beginnen schon vor Sonnenaufgang mit der Fressperiode. Bei Sonnenaufgang befinden sich 50% der Tiere auf der freien Fläche und 50% der Tiere im geschützten Bereich. Gegen 8 Uhr befinden sich 89% der Pferde auf freier Fläche, während insgesamt 79% der Pferde fressen. Gegen 11 Uhr sind 63% im geschützten Bereich. Ab 13 Uhr bis kurz nach Sonnenuntergang (17.30 Uhr) verbringen alle Pferde ihre Zeit auf freier Fläche und nutzen diese Zeit überwiegend für Fressaktivitäten. Nach Sonnenuntergang zwischen 18 bis 20 Uhr ruhen 42-46% der Pferde und es halten sich 44-51% in geschützten Arealen auf.

Große Kälte, insbesondere in Verbindung mit Dunkelheit, scheint die Pferde zu veranlassen, sich mehr in die geschützten Gebiete der Weide zurückzuziehen als sich auf offener Fläche aufzuhalten.



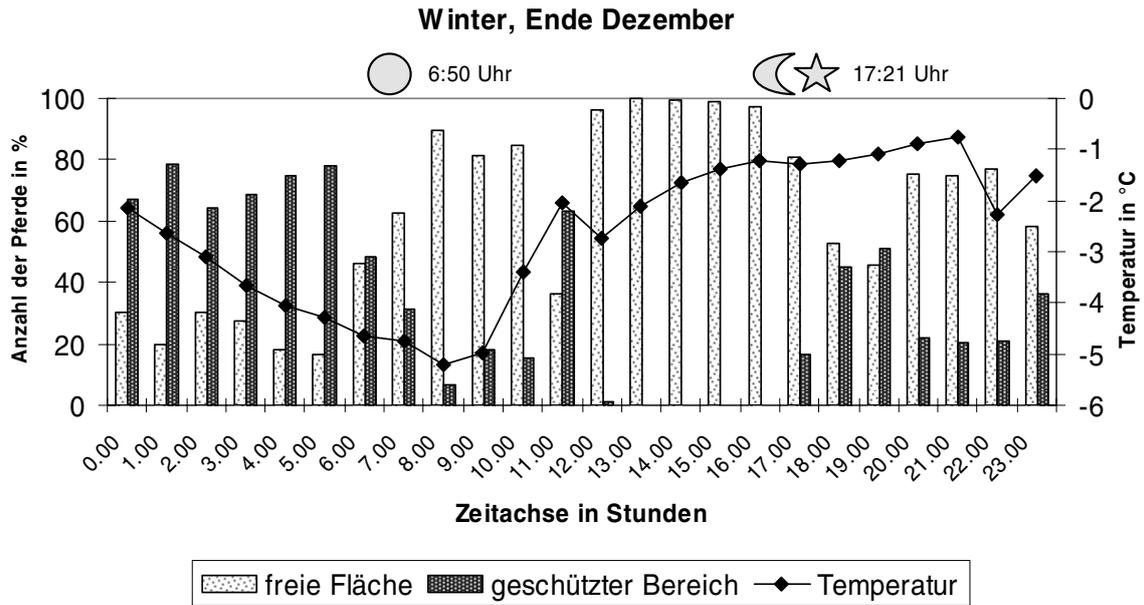


Abbildung 46: Nutzung von Schutzbereichen und freien Flächen im Winter (21./23.12.2002), Tagesmitteltemperatur $-2,6^{\circ}\text{C}$, Wind 2-4 m/s aus Süden

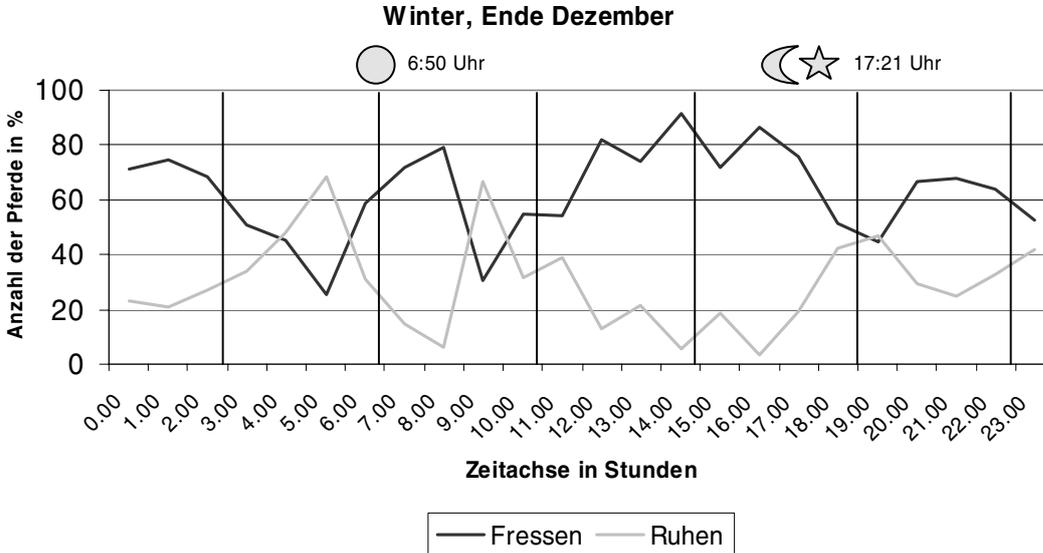


Abbildung 47: Fress- und Ruheverhalten im Winter (21./23.12.2002)

3.2 Verhalten bei Hitze

Im Folgenden werden heiße Sommertage in den Abbildungen 48 bis 53 dargestellt.

Alle drei Sommerbeobachtungstage (6./8.6.2003, 18./19.7.2003 und 8./10.8.2003) zeigen Tageshöchsttemperaturen von über 25 Grad Celsius und stammen jeweils aus einem der drei Monate Juni, Juli und August. Jedoch weiden die Tiere an diesen Tagen auf unterschiedlichen Koppeln. Abbildungen 48 und 49 zeigen die letzte Beobachtungseinheit auf Koppel 2. Am 11.6.2003 werden die Tiere auf Koppel 3 umgeweidet. Auf dieser Grünfläche haben die Pferde eine Hütte und einen Schatten spendenden Baum. Im Juni findet zwischen 8 und 10 Uhr nach Sonnenaufgang mit großer Regelmäßigkeit eine ausgeprägte Ruhephase statt, in der 41-66% der Pferde ruhen, im August sind es 65-78%. Im Juli ruhen ab 7 Uhr 65-89% der Tiere bis 9 Uhr. Eine weitere Ruhephase ist von 14 bis 16 Uhr, in der im Juni 46% der Pferde ruhen. Im August ist die zweite große Ruhezeit erst von 17 bis 18 Uhr, in dieser Zeit ruhen 80% der Pferde. Im Juli können in der Zeit von 1 bis 4 Uhr aufgrund der Wetterverhältnisse (Nebel) nicht alle Pferde gezählt werden.

Das Fressverhalten ist tendenziell bei allen Sommerbeobachtungen in die kühlen Morgen- und Abendstunden verlagert. Besonders an dem ausgewählten Tag im August ist eine deutliche Bevorzugung des Fressverhaltens im Zeitraum kühlerer Temperaturen zu beobachten (Abbildung 52).

Die Pferde scheinen Mittagshitze auch auf freier Fläche gut vertragen zu können.

In der Flächenanalyse lässt sich feststellen, dass im Juni nach Sonnenaufgang die freie Fläche aufgesucht wird. Im weiteren Tagesverlauf kann keine eindeutige Bevorzugung der freien oder geschützten Fläche festgestellt werden. Im Juli von 7 bis 9 Uhr und gegen 13 Uhr ist ein häufigeres Aufsuchen geschützter Bereiche zu erkennen. Möglicherweise ziehen sich die Tiere zu den Ruhephasen in geschützte Bereiche zurück.

Auch im August sucht immer ein Teil (10-20%) der Pferde morgens, nachmittags und abends geschützte Bereiche auf. Im Juli und August befinden sich die Pferde auf der Koppel 1. Nach Sonnenaufgang halten sich bei allen Sommerbeobachtungen die Pferde zwischen 3 und 5 Uhr überwiegend zum Fressen auf der freien Fläche auf. Zur Ruhephase zwischen 8 und 10 Uhr stehen die Tiere in der Sonne, obwohl die Lufttemperatur schon auf nahezu 25°C angestiegen ist. In der zweiten Ruhephase mittags im Zeitraum von 14 bis 17 Uhr, an der sich etwas weniger Tiere beteiligen als an der ersten großen Ruhepause, zeigt sich, dass sich doch einige Tiere in den geschützten Baumschattenbereichen aufhalten. Die dritte Ruhephase im Zeitraum von 18 bis 20 Uhr, an der sich über die Hälfte der Tiere beteiligen, findet häufig auf freier Fläche statt.

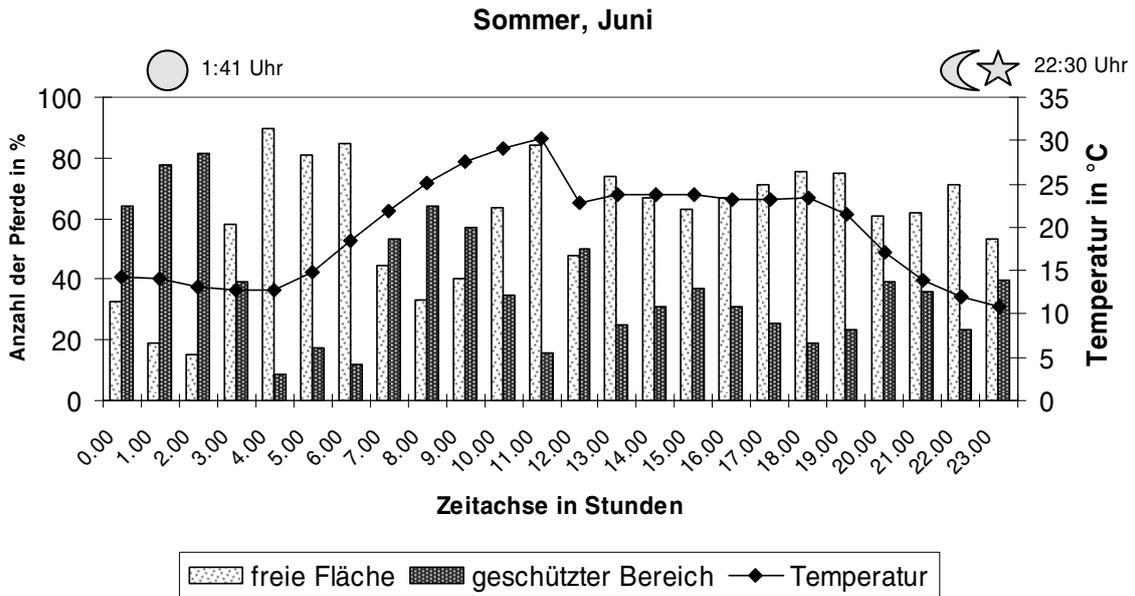


Abbildung 48: Nutzung von Schutzbereichen und freien Flächen im Sommer (6./8.6.2003), Tagesmitteltemperatur 19,8°C, wenig Wind 0-3 m/s aus Süden

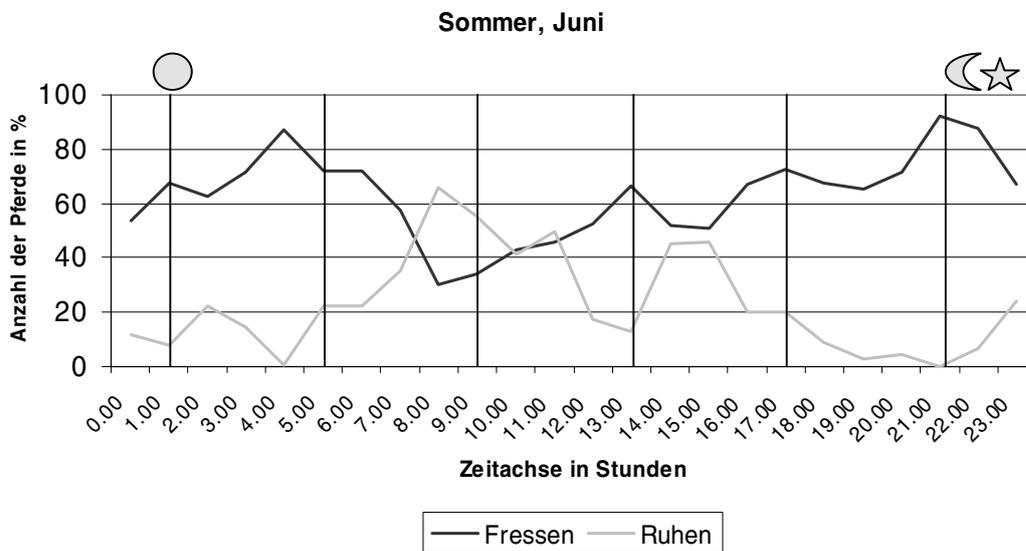


Abbildung 49: Fress- und Ruheverhalten im Sommer (6./8.6.2003)

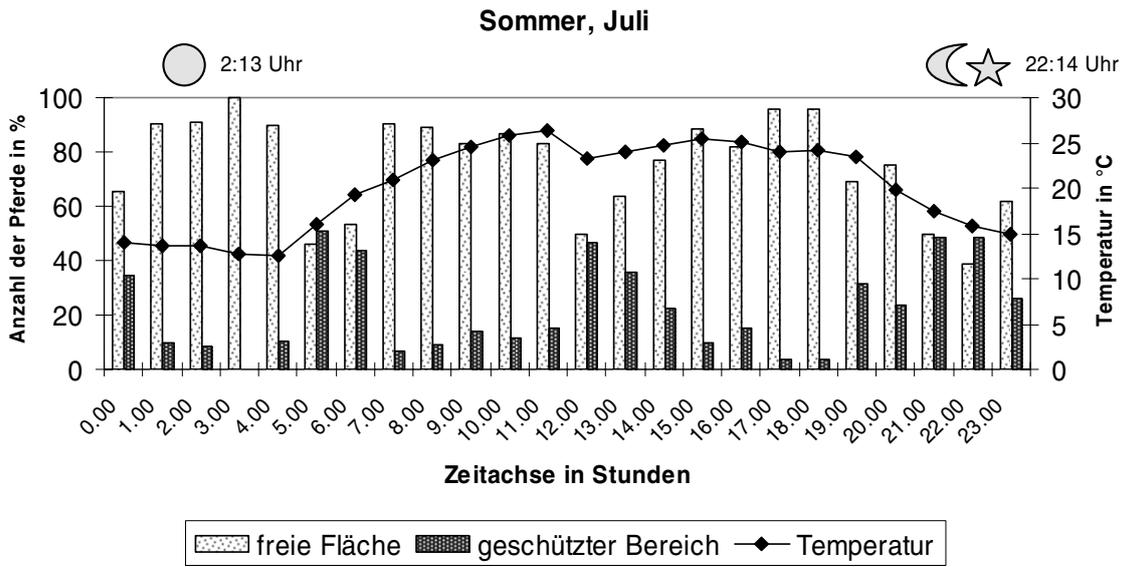


Abbildung 50: Nutzung von Schutzbereichen und freien Flächen im Sommer (18./19.7.2003), Tagesmitteltemperatur 20,2°C, wenig Wind 0-2 m/s aus Südost

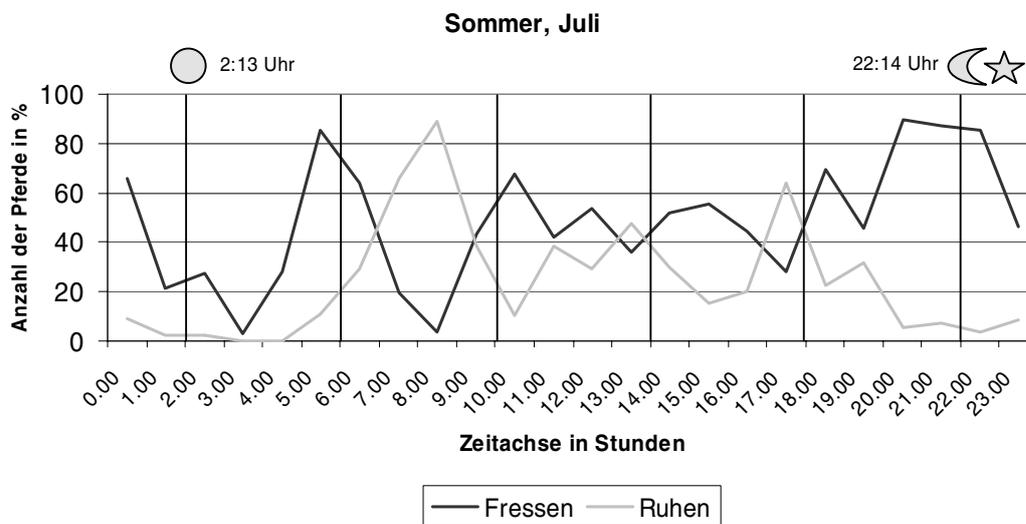


Abbildung 51: Fress- und Ruheverhalten im Sommer (18./19.7.2003)

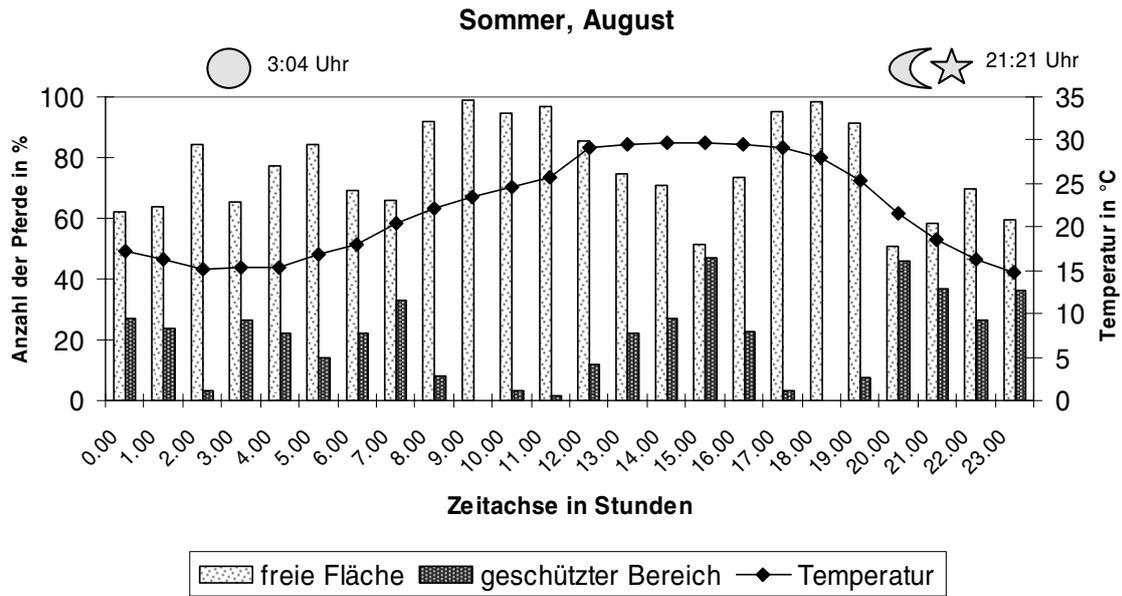


Abbildung 52: Nutzung von Schutzbereichen und freien Flächen im Sommer (8./10.8.2003), Tagesmitteltemperatur 22,1°C, Wind 0-3 m/s aus Nordost

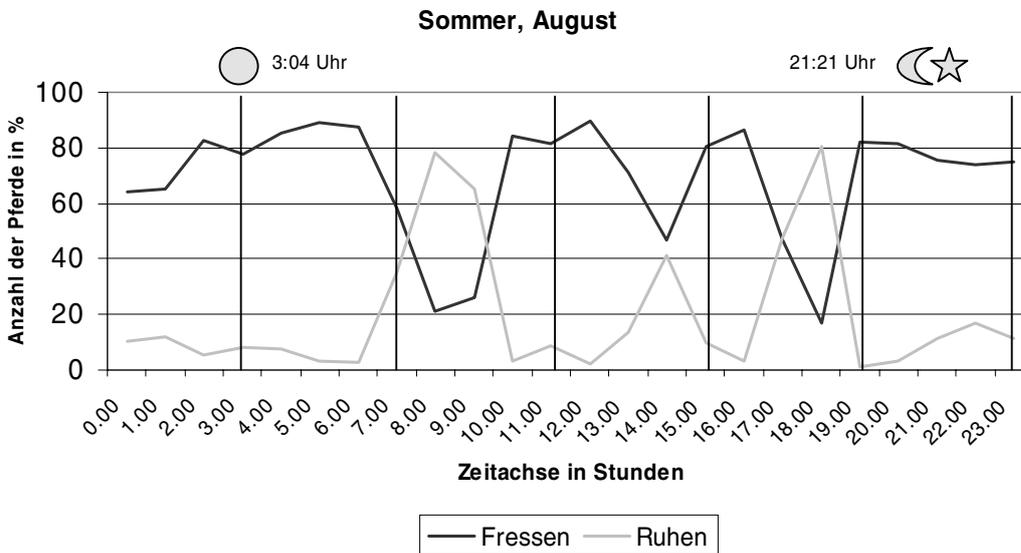


Abbildung 53: Fress- und Ruheverhalten im Sommer (8./10.8.2003)

3.3 Verhalten bei Wind

Als Beispiel für eine Beobachtung mit ausgeprägtem Windcharakter dienen die Abbildungen 54 und 55. Es handelt sich um eine Beobachtung am 11./12.10.2003. Die Tageshöchsttemperatur liegt bei 13,3°C und der niedrigste Wert bei 5,1°C. Den ganzen Herbst über befinden sich die Tiere auf der Grünfläche 2. In der Nacht im Zeitraum von 2 bis 4 Uhr ruhen 46-67% der Tiere und 44–60 % halten sich in geschützten Bereichen auf.

25-70% der Tiere ruhen am Morgen im Zeitraum von 7 bis 9 Uhr teilweise auf freier Fläche und 48% in geschützten Bereichen. Im weiteren Tagesverlauf nimmt die Windgeschwindigkeit bis nahezu 5 m/s zu, die Pferde fressen permanent und befinden sich zu 80-95% auf freier Fläche. Erst gegen Abend machen einige Tiere eine kurze Ruhepause zwischen 21 und 22 Uhr. In der Zeit befinden sich auch 17-24% der Pferde in geschützten Bereichen. Normalerweise hemmt starker Wind das Nahrungsbedürfnis auf freier Fläche nicht, es zeigt sich jedoch, dass sich einige Pferde zum Ruhen in geschützte Bereiche zurückzogen.

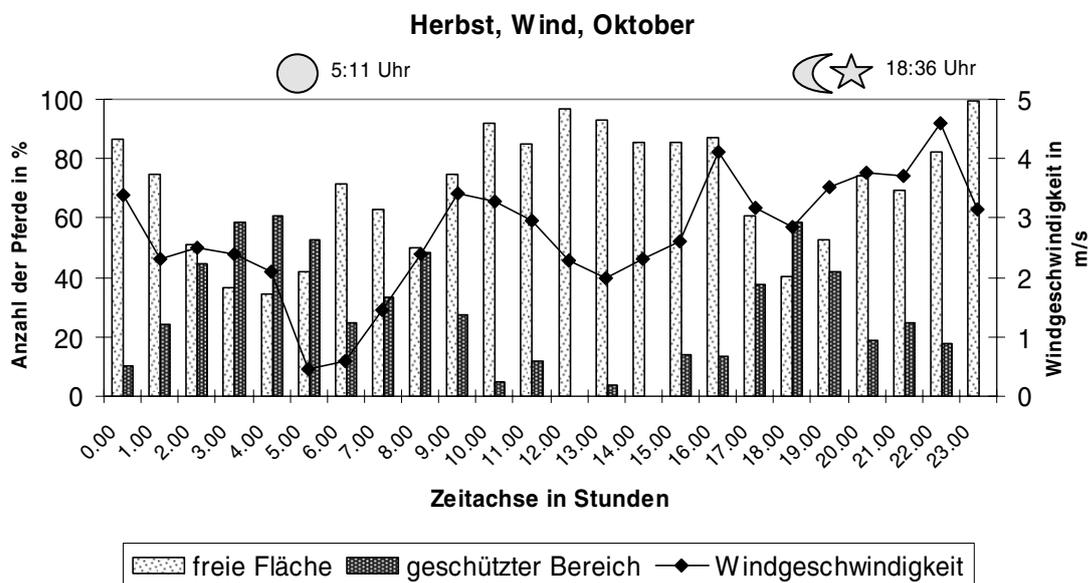


Abbildung 54: Nutzung von Schutzbereichen und freien Flächen im Herbst (11./12.10.2003), Tagesmitteltemperatur 9,1°C, Wind 2-5 m/s aus Süden

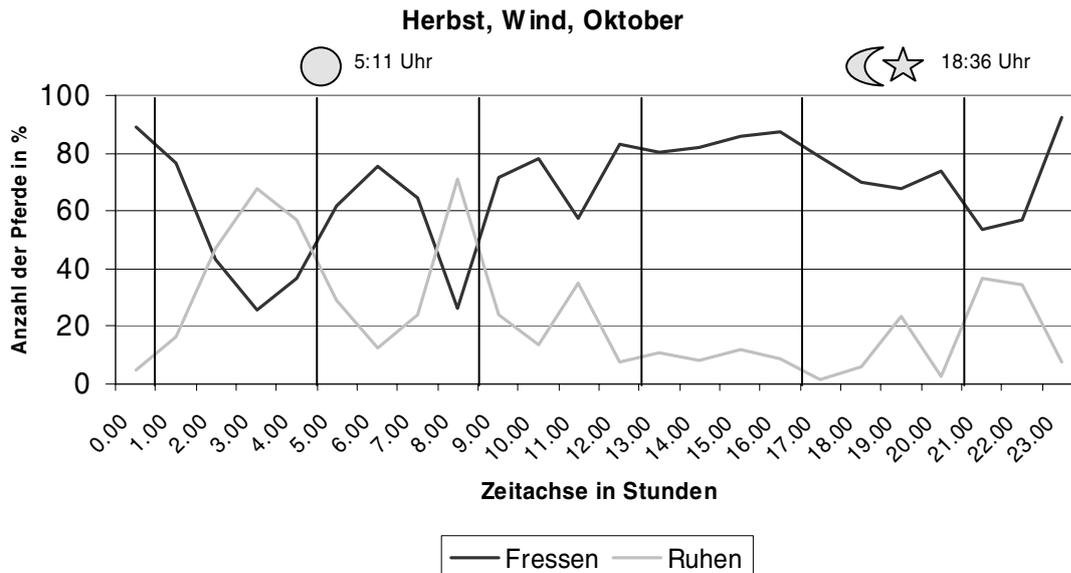


Abbildung 55: Fress- und Ruheverhalten im Herbst (11./12.10.2003)

3.4 Verhalten bei Regen ohne Wind

Ein Beobachtungstag, an dem es 24 Stunden ununterbrochenen geregnet hat, ist während der ganzen 12 Monate nicht vorgekommen. Insofern gibt es diesbezüglich keine Beobachtungsergebnisse. Jedoch gibt es am 3./4.10.2003 einen regnerischen Tag mit sechs Stunden lang durchgehenden Regen und etwas Wind mit einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 2,3 m/s im Zeitraum von 5 bis 12 Uhr (Abbildungen 56 und 57). Während der sechs Stunden Dauerregen (14 bis 20 Uhr), war es nahezu windstill. Die Tageshöchsttemperatur liegt bei 17,2°C und die Tagestiefsttemperatur in den Morgenstunden bei 12,2°C. Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt im Tagesdurchschnitt 83%. Als Regendarstellung wird auf der Abbildung der Zeitraum der Regenstunden mit einer grauen Wolke dargestellt. Die Pferde befinden sich auf Koppel 2. 69–89% der Pferde fressen innerhalb der ganzen Regenzeit. Ebenfalls halten sich 60–80% der Herde in diesem Zeitraum auf der freien Fläche auf. Zwischen 18 und 19 Uhr ruhen 16-24% der Tiere und in diesem Zeitraum befinden sich 26–32% der Tiere in geschützten Bereichen.

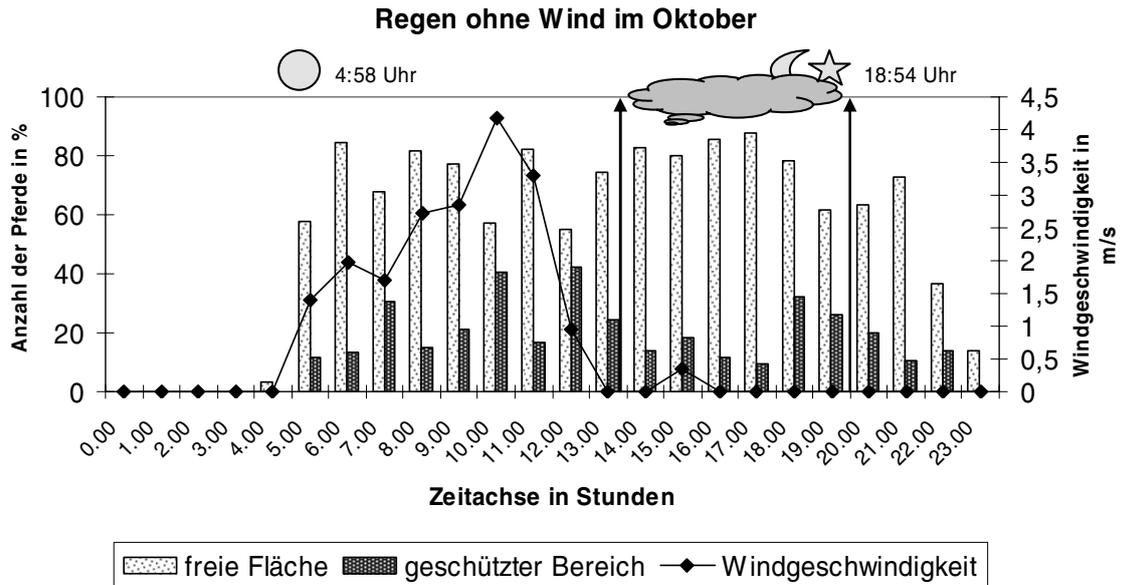


Abbildung 56: Nutzung von Schutzbereichen und freien Flächen bei Regen und Windstille, Tagesmitteltemperatur 13,5°C (3./4.10.2003)

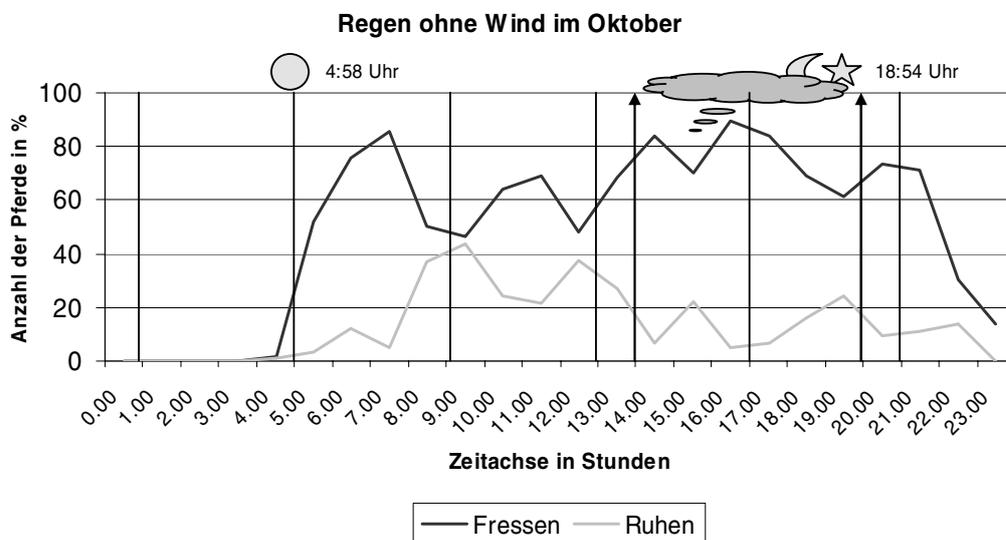


Abbildung 57: Fress- und Ruheverhalten (3./4.10.2003)

3.5 Verhalten bei Regen mit Wind

Die Abbildungen 58 und 59 repräsentieren eine Beobachtung vom 4./5.7.2003. An dem Tag regnet und stürmt es. Die Tageshöchsttemperatur beträgt 19,4°C und die Tagestiefsttemperatur 14,3°C. Die relative Luftfeuchtigkeit liegt bei durchschnittlich 84%. Die Pferde befinden sich zu dieser Zeit auf Koppel 3, die dicht von Wald umgeben ist.

In der Nacht von 23 bis 1 Uhr halten sich 93 Tiere bei Windstärken um 5 m/s in geschützten Gebieten auf. Im Morgengrauen treten sie auf freiere Flächen.

Insgesamt kommen mehr als die üblichen drei großen Ruhepausen vor. Während der Regenzeit von 14 bis 22 Uhr, beträgt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit 4 m/s. In diesem Zeitraum grasen 56-91% der Pferde. Eine kurze Ruhepause mit durchschnittlich 20% der Pferde findet in der Zeit von 16 bis 17 Uhr statt. Ob die Tiere zum Ruhen in geschützte Bereiche gehen, ist nicht eindeutig, jedoch kann insgesamt die Aussage gemacht werden, dass die Tiere sich während dieser ganzen Regenzeit und der stürmischen Windböen deutlich mehr in geschützten Bereichen aufhalten, als dies sonst der Fall ist.

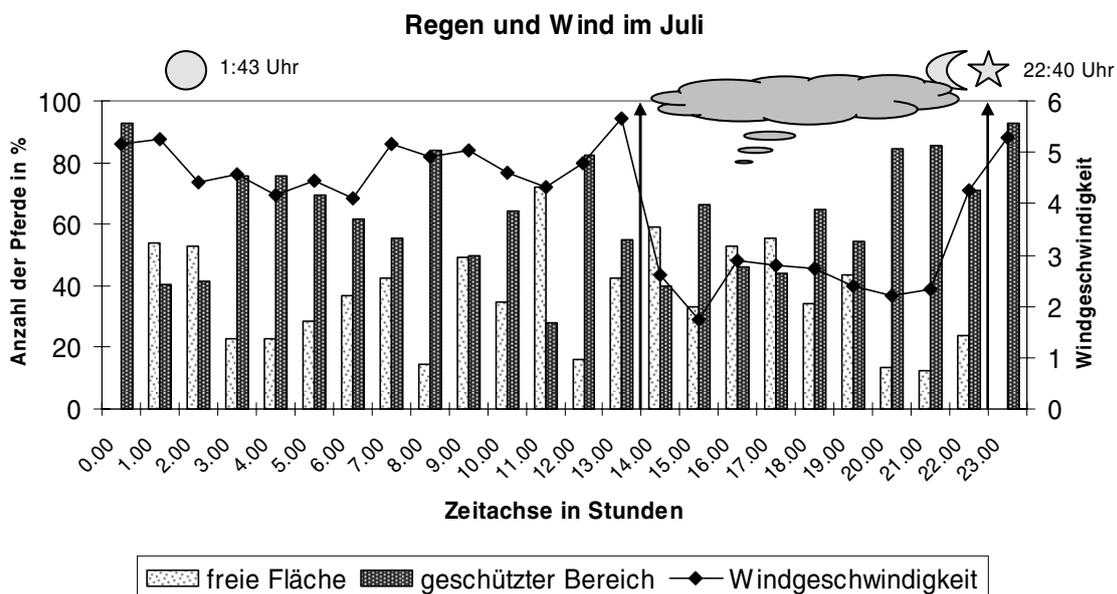


Abbildung 58: Nutzung von Schutzbereichen und freien Flächen bei Regen und stürmischen Wind, Tagesmitteltemperatur 15,5°C, Windstärke bis 6 m/s (4./5.7.2003)

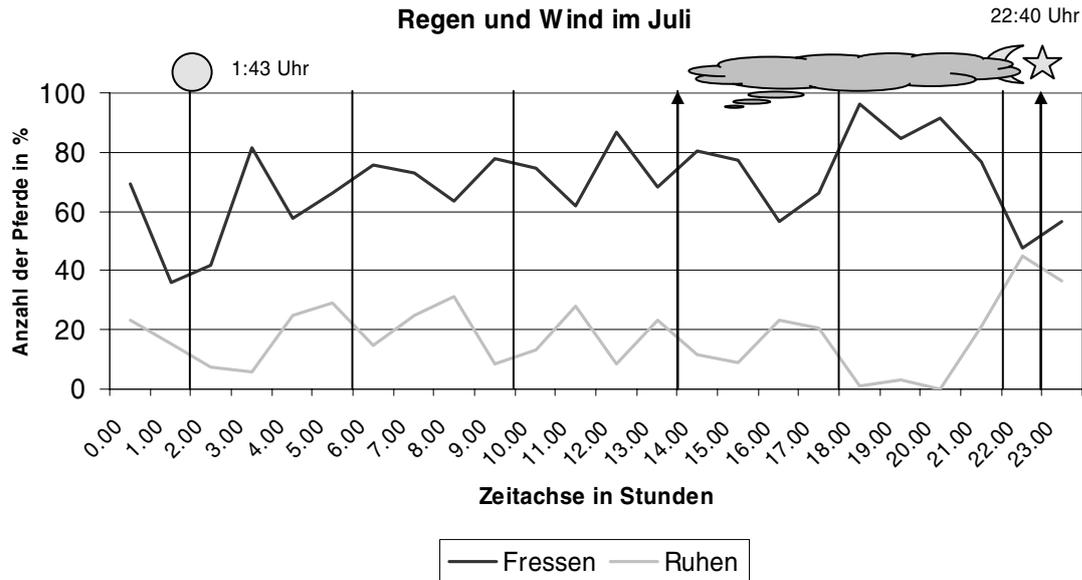


Abbildung 59: Fress- und Ruheverhalten (4./5.7.2003)

Noch deutlicher ist dies in der Beobachtung vom 4./5.4.2003 zu erkennen (Abbildungen 60 und 61). Die Pferde befinden sich auf der Koppel 1. Tageshöchsttemperatur liegt bei 10,9°C, Tagestiefsttemperaturen bei -3,0°C, und die relative Luftfeuchtigkeit beträgt 55% im Durchschnitt. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit beträgt 4m/s. Von 17 bis 23 Uhr regnet es. Im Zeitraum von 17 bis 20 Uhr fressen 71–83% der Pferde. Ab 20 bis 23 Uhr ruhen 40-58% der Pferde. Während des Regens befinden sich über 50% der Tiere auf ungeschützte Fläche. Man kann erkennen, dass die Pferde bei Einbruch der Nacht verstärkt geschützte Bereiche aufsuchen. Gegen 23 Uhr sind 71% der Tiere dort auf zu finden.

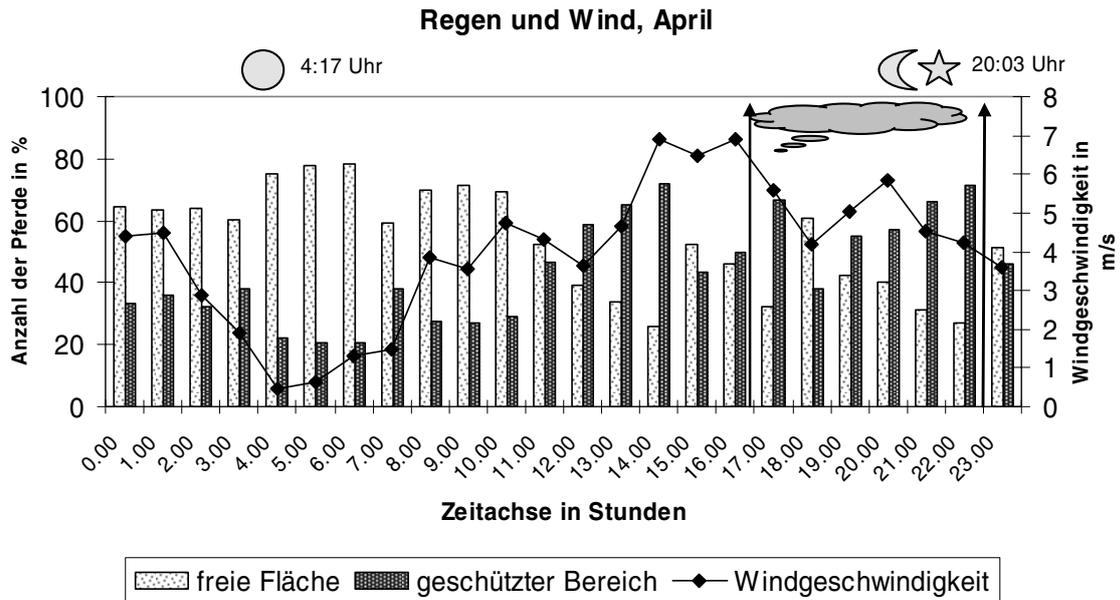


Abbildung 60: Nutzung von Schutzbereichen und freien Flächen bei Regen und stürmischem Wind, Tagesmitteltemperatur 7,4°C, Windstärke bis 7 m/s (4./5.4.2003)

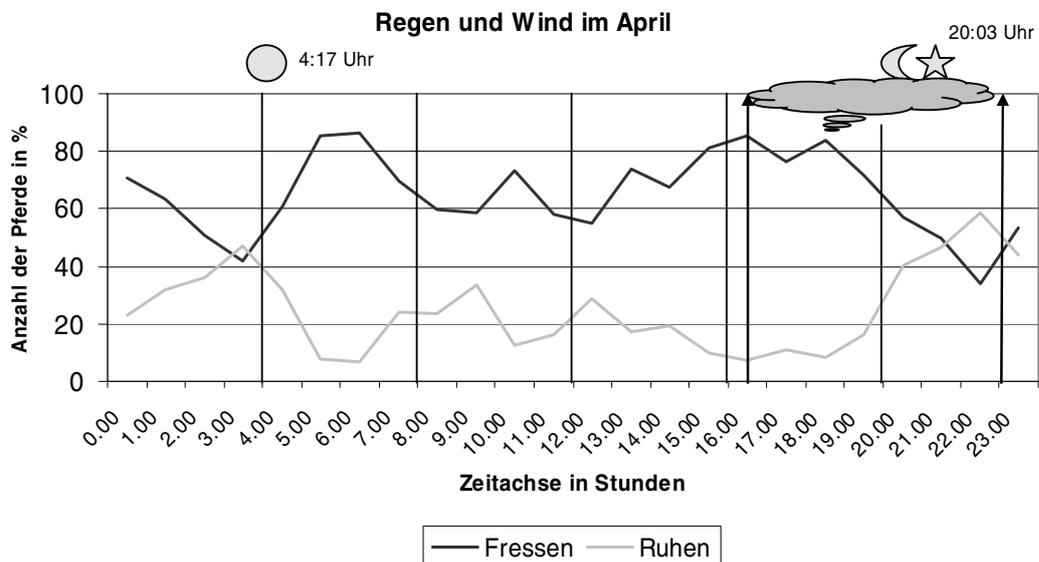


Abbildung 61: Fress- und Ruheverhalten (4./5.4.2003)

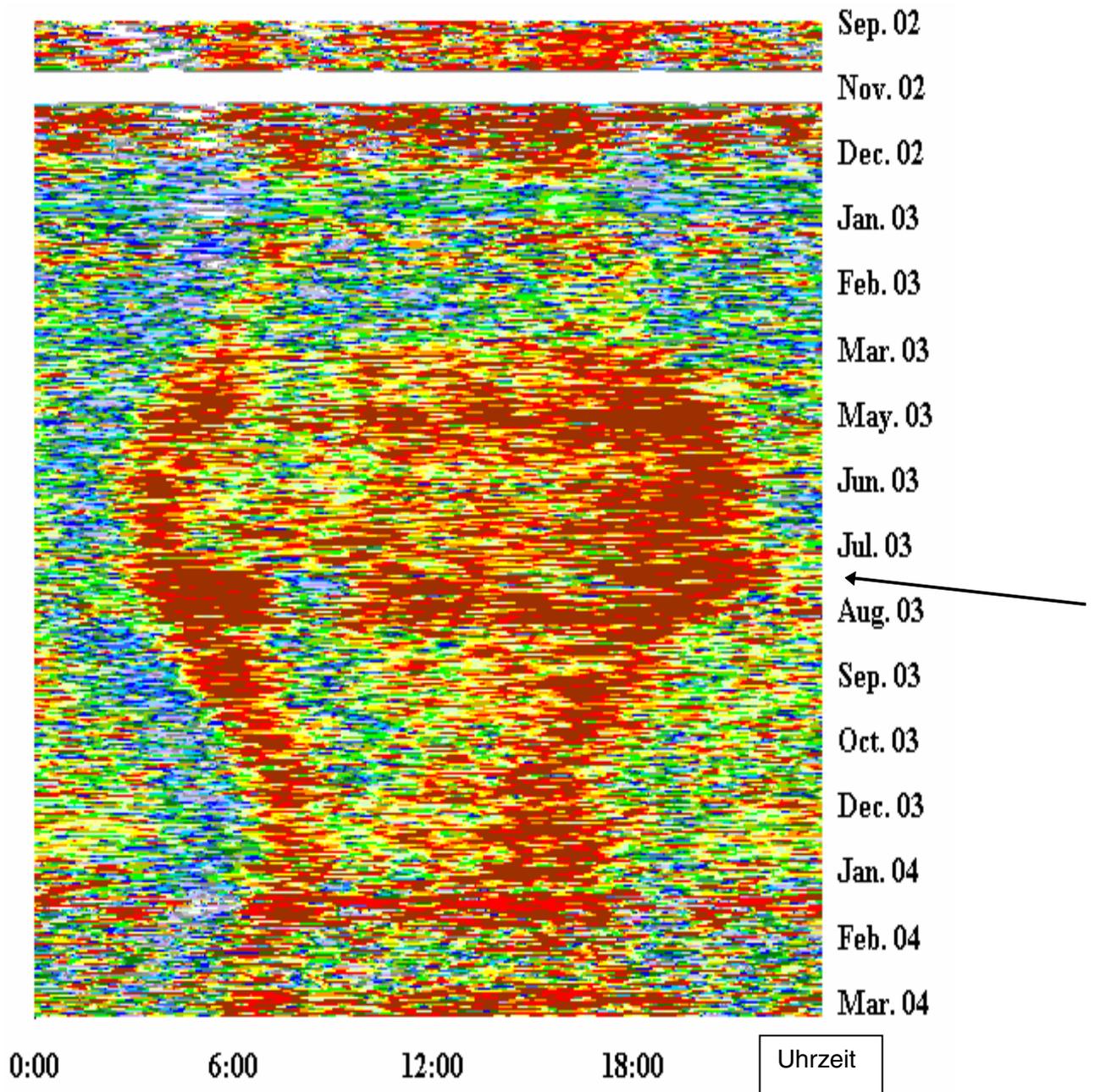
4. Telemetrische Ergebnisse des ETHOSYS Systems

4.1 Aktivität der Pferde

Chronobiologie beschäftigt sich mit dem Zeitverlauf von Lebensfunktionen und ihrer zeitbezogenen Änderung, insbesondere mit dem Zeitverlauf von physiologischen Funktionen. So können Modellvorstellungen wie die Überlagerung von Sinusschwingungen einen komplexen Vorgang beschreiben (MOHR 1996). Nach genauer Aufarbeitung und Analyse des ETHOSYS-Datenmaterials von 6 Liebenthaler Pferden hinsichtlich der jahreszeitlichen Variation sowie der Tages- und Stundenrhythmik von Aktivitäts- und Ruheverhalten ergeben sich Resultate, welche die Ergebnisse der visuellen Beobachtung über das Verhalten im Jahresverlauf ergänzen. Abbildung 62 zeigt die Variationsbreite von Aktivitätsverhalten und Ruheverhalten während eines ganzen Jahres.

Aus den Zeitreihen der Aktivität der Pferde wurde eine Darstellung über einen Zeitraum von September 2002 bis einschließlich März 2004 in Form eines Aktivitätsplots erstellt.

Jede Zeile stellt einen Tag dar, der um 0.00 Uhr beginnt und um 24.00 Uhr endet. Alle Zeilen (= Tage) untereinander angeordnet ergeben das Jahr. Diese Darstellung beginnt am 29. September 2002 (Daten im November 2002 fehlen) und endet am 31. März 2004. Die Intensität der Aktivität wird durch verschiedene Farben oder Graustufen ausgedrückt. Die Farbskala erstreckt sich über das Farbspektrum von Ruhephasen von weiß über blau und grün. Gelb und rot sind Darstellungen des Aktivitätsverhaltens. Zeiten hoher Aktivität der Pferde fallen mit der Zeit des Sonnenaufganges zusammen. Auch eine hohe Aktivität ist zumeist bei Sonnenuntergang zu erkennen. In den Wintermonaten 2002/2003 ist das Verhalten in Abhängigkeit des Sonnenunterganges eher undeutlich zu erkennen. In dem darauf folgenden Winter 2003/04 zeigt sich eine deutlichere Regelmäßigkeit des Verhaltens von Fressen und Ruhen in Bezug auf den Sonnenuntergang. Die Pferde sind weniger aktiv, wenn die Nacht einbricht, haben aber dennoch kurze Aktivitätsschübe. In den Sommermonaten erscheint das Aktivitätsbild am Abend unregelmäßig, indem sich die Aktivitätsphasen unterschiedlich weit in die Nacht hinein ausdehnen. Es können aber im Aktogramm lange Sommertage von kurzen Wintertagen anhand des Sonnenaufgangs und Sonnenuntergangs unterschieden werden.



Farbskala: weiß (Ruhephasen), über blau, grün bis zu gelb und rot (Aktivität)

Abbildung 62: Aktivität der Liebenthaler Pferde (ETHOSYS, 6 Tiere)

4.2 Aktivität eine Stunde nach Dämmerung

Aus den ermittelten Daten wird das Aktivitätsniveau der Tiere eine Stunde nach der Dämmerung für das ganze Jahr bestimmt. Dadurch wird die Verteilung von Aktivität in der Dunkelheit aufgezeigt. Exemplarisch wird die erste Stunde nach der Dämmerung im Sonnenuntergang ausgewählt, um die Aktivität der Pferde in dieser Phase genauer repräsentieren zu können. Der Sender kann Aktivität und Nichtaktivität des Pferdes unterscheiden. Die Abtastrate ist auf eine Sekunde eingestellt. Dadurch ergeben sich 3600 Abtastungen je Stunde. In der Abbildung 63 wird ausgewiesen, bei wie vielen Abtastungen die sechs Pferde im Mittel bei einer Aktivität angetroffen werden. Die Werte können nicht als Aktivitäten pro Stunde verstanden werden. Wenn ein Pferd in dieser einen Stunde ununterbrochen gegrast oder den Aufenthaltsort gewechselt hat, so hat das Gerät das Pferd bei allen Abtastungen in dieser Stunde in „Aktivität“ angetroffen. Ein solches Ergebnis würde sich als 3600 s/h niederschlagen. Das entsprechende Tier hätte in diesem Grenzfall innerhalb der berücksichtigten Zeitspanne eine Aktivitätsphase von einer Stunde. Werte von z.B. 1000 s/h oder 2000 s/h lassen keine schlüssigen Aussagen über die Anzahl von Aktivitätsphasen zu, da diese 1000 Sekunden Aktivität aus zwei oder mehreren Aktivitätsphasen in dieser einen Stunde resultieren können, die durch entsprechende Ruhephasen unterbrochen sind. Diese Werte sind also summarische Angaben über eine Quantität der Aktivität in einer gewählten Zeiteinheit.

Abbildung 63 zeigt die Verteilung der Aktivitäten in einer Stunde nach Sonnenuntergang in Sekunden pro Stunde über das ganze Jahr. In den Wintermonaten liegt die Aktivität um 2000 s/h (ca. 33 min), Im Frühling steigt die Aktivität an und erreicht um 3000 s/h (ca. 50 min). Zum Sommer hin sinkt die Aktivität zunächst im Juli wieder auf 2000 s/h und dann Ende Juli und August überschreitet sie ein Niveau von 3000 s/h. Im Herbst pendelt sie sich zwischen 2000 und 3000 s/h ein. Eine Trendlinie zeigt den durchschnittlichen Mittelwert von entsprechenden fünf aufeinander folgenden Tagen. Eine ausgeprägte Erhöhung der Aktivität im Zeitraum vom 20.7.2003 bis 17.8.2003 ist mit einem Pfeil gekennzeichnet (Abbildung 63). Die Trendlinie an dieser Stelle verläuft steil hinauf. Es werden bis zu 3600 Abtastungen (eine Stunde) erreicht. Diese Auffälligkeit entspricht dem Zeitraum Juli und August im Aktivitätsplot (Abbildung 62). In diesem Zeitraum ist das Aktivitätsverhalten während des Sonnenuntergangs stärker ausgeprägt als es im Juni und Juli ist.

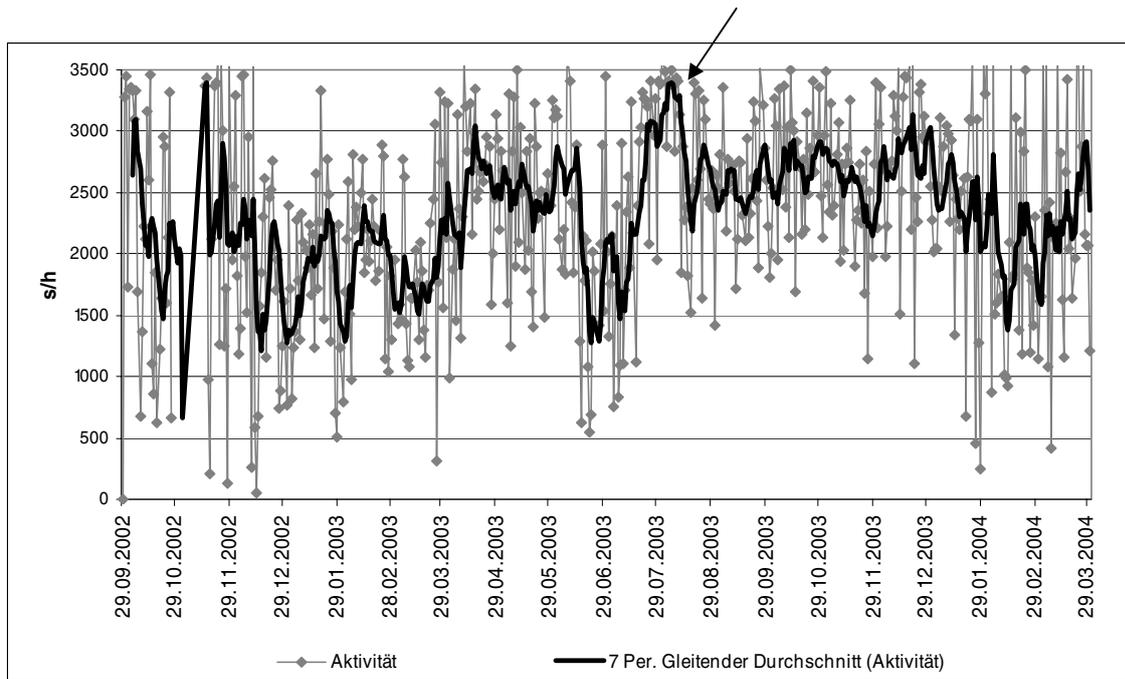


Abbildung 63: Aktivität der Liebhenthaler Pferde eine Stunde nach der Dämmerung

4.3 Aktivität bei Tag und Nacht

Wie auch bei der visuellen Beobachtung kann die Aktivität mit den Daten des ETHOSYS für die Hell- und Dunkelphase nach Ivlev's Electivity-Index (Jacobs 1994) dargestellt werden. Die Abbildung 64 zeigt die mittlere Größe der Präferenzen für die Tag- oder Nachtaktivität der Pferde eines jeden Monats und die zugehörige Standardabweichung. Werte genau auf der Eins-Linie geben keine besondere Bevorzugung des Tages oder der Nacht an. Alle Werte über Eins sprechen für eine Bevorzugung der Tagphase und alle Werte unter eins stehen für eine Bevorzugung der Nacht. Deutlich bevorzugen die Tiere die hellen Tagesstunden für Aktivitäten. So bildet die Aktivität nahezu eine gleichmäßige Linie über das ganze Jahr hindurch. In den Sommermonaten Mai, Juni und Juli weicht die Linie von ihrem Niveau von 1,2 ab. In dieser Zeit liegen Werte für die Aktivität in den Tagstunden zwischen 1,4 und 1,6. In diesem Bereich ist die Standardabweichung vergleichsweise hoch, das heißt die erhöhten Aktivitätswerte sind nicht signifikant von denen der anderen Monate verschieden.

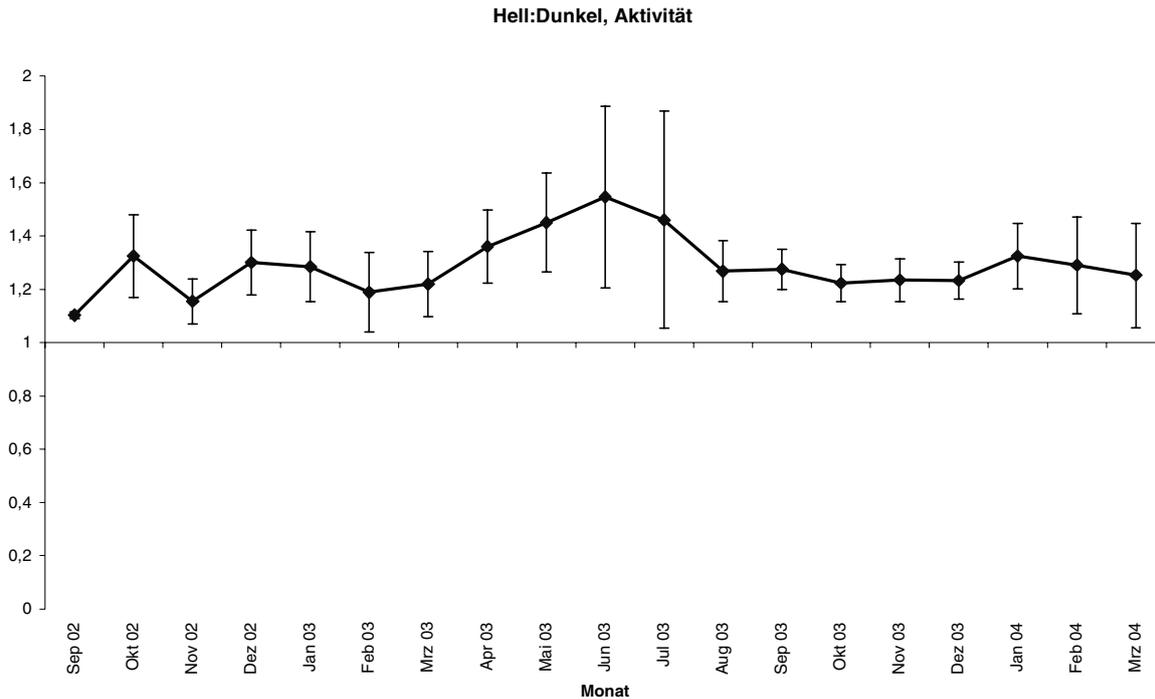


Abbildung 64: Tag und Nacht Präferenzen der Aktivität der Liepenthaler Pferde

4.4 Variationsbreite der Aktivität der Pferde im Jahresverlauf

Für diese Art der Darstellung wird als mathematisches Verfahren der Cosinor verwendet, welcher Sinuskurven von 24 Stunden in kontinuierlich erhobenen Original-Datensätzen anpasst (MEJIA LEQUERICA, 1990).

Die Amplitude der approximierten 24-Stunden-Sinuskurve findet sich auf Abbildung 65 wieder. Amplituden zeigen die Variationsbreite der Aktivität der Pferde innerhalb eines Tages, gemittelt über die Tage eines jeweiligen Monats. Die Variationsbreite der Amplituden kann verschiedene Gründe haben. Ein Tier, welches ganztägig viel ruht, hat wenig Variabilität in seinem Aktivitätsverhalten. Die Amplitude bleibt niedrig. Ebenso zeigen Tiere, die ständig in Bewegung sind, eine niedrige Amplitude. Hohe Amplituden entstehen durch Aktivitätsunterschiede im Verhalten wie zum Beispiel starke Bewegung am Tag und ausgeprägtes Ruheverhalten in der Nacht.

Auffällig sind die sehr niedrigen Amplituden zum Jahreswechsel 2002/03 im Dezember, Januar und Februar. Das heißt, dass die Tiere geringe Aktivitätsschwankungen gezeigt haben. In den Frühjahrsmonaten März und April sind die höchsten Schwankungsbreiten zu erkennen. Hier zeigen die Tiere eine größere Variationsbreite in ihrem Aktivitätsverhalten. Im Sommer und Herbst sind die Amplituden wieder niedriger. Genauso stark wie im Vorjahr

steigen die Amplituden im Frühjahr 2004 wieder an. In der Aktivität der Pferde ist eine gewisse jährlich wiederkehrende Kontinuität zu erkennen.

Aktivitätsspannbreite der Pferde mit Monatsmitteltemperatur

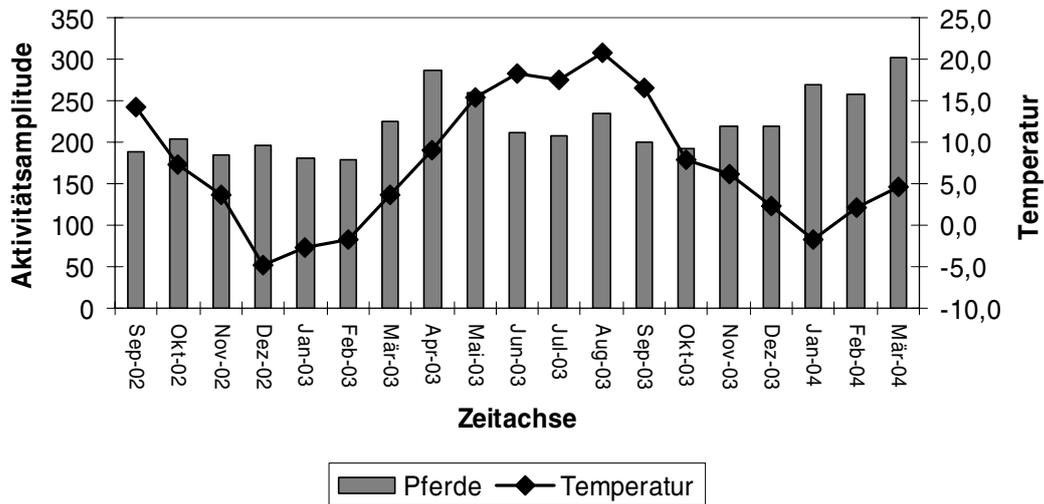


Abbildung 65: Amplitude der Aktivität der Liebenthaler Pferde

Außerdem ist zu der Aktivitätsamplitude die zugehörige monatliche Durchschnittstemperatur dargestellt, um einen Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur und Verhalten auszudrücken. Deutlich kann man erkennen, wie sich mit steigender Umgebungstemperatur in den Frühlingsmonaten auch die Amplitude der Aktivitätsperiodik vergrößert.

4.5 Klimaabhängige Zeitverschiebung der Fressaktivität

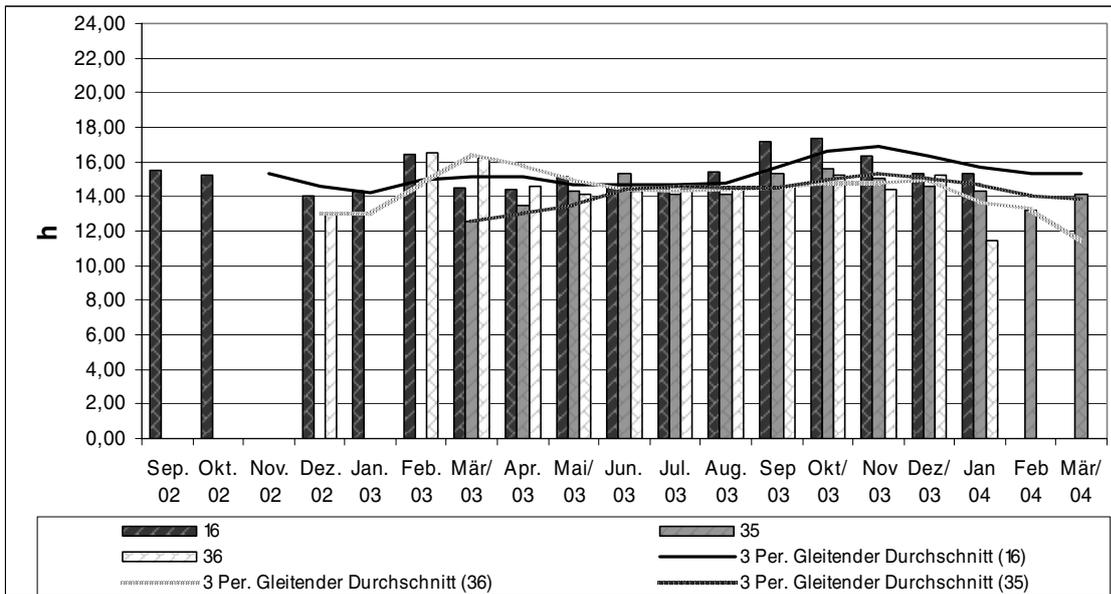


Abbildung 66: Aktivitätsverschiebungen im Sommer bzw. im Winter

Die Auswertung mittels der drei Halsbänder der Stuten mit den Nummern 16, 35 und 36 ergeben die meisten zusammenhängenden Daten, da sie selten oder gar keine technischen Mängel in der ganzen Zeit aufweisen. Für eine beste Auswertung der Cosinor-Berechnung ist eine kontinuierliche Menge von zusammenhängenden Daten wichtig. Kennwerte einer Schwingung sind Periodenlänge Phase und Amplitude. Die Abbildung 66 zeigt zusätzlich Trendlinien jedes einzelnen Pferdes. Der Cosinor gibt den Zeitpunkt der Phase (maximale Ausdehnung der Kurve) innerhalb der Periodenlänge (hier 24 Stunden von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang) an. Das heißt, dass zu dieser Zeit der Phase das Pferd seine Hauptfressaktivität geleistet hat. Mögliche saisonale Schwankungen sind in zeitlicher Eingrenzung zu erkennen und auf Reaktionen von äußeren Einflüssen wie Hitze und Kälte oder Nahrungsangebot zu beziehen. Betrachtet man nun die Stute mit der Nr. 16, so zeigt diese Stute zwischen 14 Uhr und 17 Uhr am stärksten ihre Fressaktivität. Im Februar verschiebt sich die Hauptfresszeit etwas in den Nachmittag sowie im September, Oktober und November. Ebenso zeigt sich eine zeitliche Variation der Stute Nr.36. Ebenfalls im Februar wie auch im März liegen die Hauptfresszeiten nach 16 Uhr. Die Monate September, Oktober und November sind weniger deutlich. Bei der Stute Nr. 35 fehlen leider die Daten von Februar. Insgesamt verschiebt sie ihre Fressaktivität kontinuierlich mit den wärmer werdenden Monaten in die Nachmittagsstunden.