

**Bericht zu Thermoregulation und Verhalten von 8 Kreuzottern
(*Vipera berus berus*) in der Freianlage des TerraZoo Rheinberg im
Jahr 2007**

**Volker Kelleter
Zum Lith 133
47055 Duisburg
e-mail: Volker.Kelleter@unitybox.de**

Version vom 02.01.2010

1. Die Kreuzottern der Freianlage

Die Kreuzotter (*Vipera berus berus*) ist eine in Europa und Asien heimische Viper, die eine durchschnittliche Länge von 60 bis 80 Zentimetern erreicht. Die Färbung reicht von Braun über Grau und Olivgrün bis zu Kupferrot und Schwarz. Die meisten Exemplare besitzen eine auffällige Zeichnung, die sich zickzack- oder wellenförmig über den Rücken erstreckt. Damit sind sie in heruntergefallenen Farnblättern hervorragend getarnt.

Die Tiere liegen meist unentdeckt von Feinden (Mensch, Wildschwein, Vögel) und Beute (Echsen und Nagetiere) reglos im Laub und sind nicht angriffslustig.

Die Wahrscheinlichkeit, von ihr mit den hohlen, röhrenförmigen Giftzähnen gebissen zu werden ist zwar sehr gering, aber wenn es trotzdem mal passieren sollte, nehmen Sie den Biss ernst! Kinder sind sogar lebensgefährlich bedroht. Nach erfolgtem Biss sollte man zuviel Bewegung vermeiden, um eine schnelle Verteilung des Giftes zu verhindern. Die Wunde darf weder ausgesaugt noch aufgeschnitten werden. Es muss sofort die Fahrt ins nächste Krankenhaus erfolgen.

Die Kreuzotter steht in Deutschland unter Naturschutz und darf weder belästigt noch gefangen oder gar getötet werden. Am Niederrhein sind die Bestände vor allem durch den Menschen gefährdet (Straßen-, Wege- und Siedlungsbau, Umwandlung geeigneter Habitate in Ackerfläche, Entnahme zum Zweck der privaten Haltung, Land- und Forstwirtschaft).

Von den Kreuzottern der Freianlage wurde mit Hilfe der Diplombiologin Petra Burghardt im Frühjahr 2007 Steckbriefe mit Fotos erstellt. Zur Identifikation der Kreuzottern sind folgend Körpermerkmale wichtig:

- Körperfärbung
- Ansatz des Rückenbandes am Hinterkopf
- Form und Farbe des Rückenbandes
- Lage und Form von Frontale (Stirnschild) und Parietale (Scheitelschild)
- Farbe der Rostrale (Schnauzenschild)
- Augenfarbe
- Kopfform und Kopfbeschilderung (Pileus)
- Anzahl der Subcaudalschuppen (Schwanzschilder) zur Identifikation der Geschlechter, 32-45 Schuppen Männchen, 23-36 Schuppen Weibchen
- Körperlänge und Gewicht

Morphologische Daten der Kreuzottern:

Tabelle 1: Gewichte und Längen der Kreuzottern

Tier	Datum	Gewicht (g)	Länge (cm)
1	24.04.	147	52
1	05.07.	150	52
1	16.09.	100	52
2	24.04.	150	65
2	05.07.	150	65
2	16.09.	190	65
3	24.04.	212	60
3	05.07.	175	60
3	16.09.	150	60
4	24.04.	84	54
4	05.07.	75	54
4	16.09.	70	54
5	24.04.	67	53
5	05.07.	75	53
5	16.09.	90	53
6	24.04.	61	51
6	05.07.	70	51
6	16.09.	100	51
7	05.07.	70	?
7	16.09.	100	?

Aus den ermittelten Daten der wichtigsten Körpermerkmale geht folgendes Geschlechterverhältnis hervor:

Tabelle 2: Geschlechter der Kreuzottern

Tiernr.	Subcaudalschuppen (SCS)	Geschlecht
1	32-33	Weibchen
2	32	Männchen
3	30-31	Weibchen
4	33	Männchen
5	44	Männchen
6	36	Weibchen
7	k.a.	Männchen
8	k.a.	Männchen

2. Die Kreuzotterfreianlage im TerraZoo Rheinberg

Die Freianlage im TerraZoo Rheinberg wurde in den Jahren 2000 bis 2005 von Mitgliedern des Zoovereins Terra Aktiv errichtet. Die Gelder wurden von der Volksbank Niederrhein, dem Zoo Duisburg und dem Zooverein Terra Aktiv gespendet. Im Frühjahr 2006 bezogen 8 Kreuzottern (*Vipera berus berus*) die Freianlage.

Um Angaben über den Standort der beobachteten Kreuzottern machen zu können, wurde ein Grundriss der Freianlage angefertigt, die Rastergröße beträgt 1 qm². Die kürzeste Mauer der Anlage ist 6,8 m lang und bildet die westliche Seite, rechtwinklig daran schließt die südliche Mauer mit 9,5 m an. Mit 11,2 m Länge ist die östliche Mauer die längste der Freianlage, die westliche und östliche Mauer verbindet die nördliche Ziegelsteinmauer mit 10 m Länge.

Der Sockel der Anlage ist aus Ziegelsteinen gemauert. Auf diesen wurde eine Glaskonstruktion gesetzt, die durch Stützen gesichert ist. Durch die Glaskonstruktion haben die Besucher optimale Beobachtungsmöglichkeiten von allen Seiten. Eine Netzabdeckung, die auf 3 Stützen steht, bietet Schutz vor Feinden (Vögel, Katzen, Kleinsäuger).

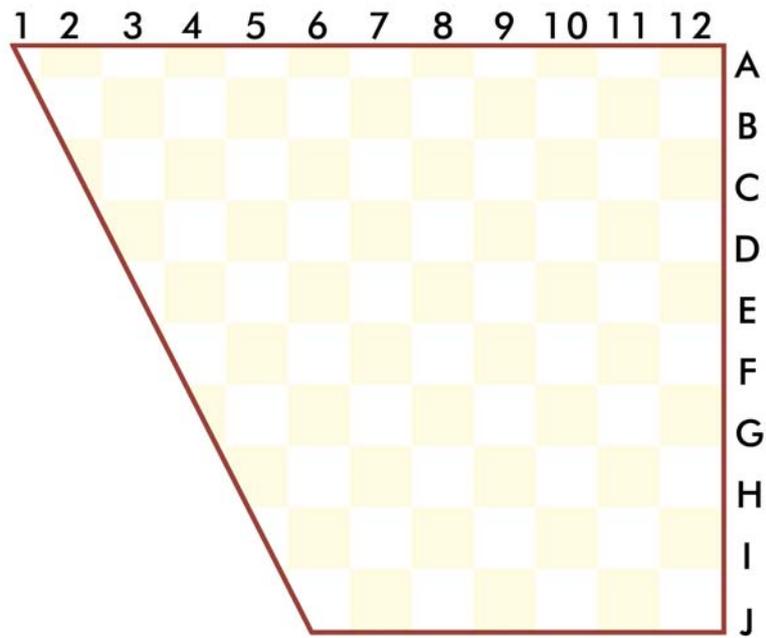


Abbildung 1: Grundriss der Kreuzotterfreianlage



Abbildung 2: Kreuzotterfreianlage im TerraZoo Rheinberg 2007

Die Vegetation der Freianlage zeigt den typischen Ausschnitt eines niederrheinischen Waldrands mit anschließender Gras- und Heidelandschaft. Die verschiedenen Vegetationstypen mit ihren unterschiedlichen Bodensubstraten bieten den Kreuzottern, Versteck- und Sonnplätze sowie Schattenbereiche für eine optimale Thermoregulation. Als Überwinterungsplatz dient eine frostsicher in die Erde eingegrabene Regentonne, die vor der Überwinterungsphase im September/Okttober mit Laub gefüllt wird. Durch zwei Röhren ist der Überwinterungsplatz für die Tiere erreichbar (F10, F6).

Die Vegetation des Waldrands besteht hauptsächlich aus Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) (E10, D10, D9, D6, D5) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*) (D8, F7, F8, F9, E6), an feuchten Stellen wächst das Frauenhaarmoos (*Polytrichum commune*) (D7, D8, C5, E10). Die anschließende Strauch- und Krautschicht besteht aus Brombeere (*Rubus fruticosus*) (D4, E5, E6), Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*) (E12, D12, D10, E10, C11) und Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) (E10, E11, F6, F5, F10).

Die Gras- und Heidelandschaft mit trockenem, teils sandigem Boden ist mit Reiherschnabel (*Erodium cicutarium*) (I10, J10, H7, H9, F9), Heidekraut (*Calluna vulgaris*) (F6, H7, H8, H9) und Pfeifengras (*Molinia caerulea*) (H7, H6, B3, C3, D4) bewachsen. Der Schachtelhalm (*Equisetum arvense*) ist bis auf einige wenige Bereiche komplett verbreitet, vier Wurzeln sind in der Freianlage verteilt (H7, F6, F10, A2).



Abbildung 3: Frühjahrsvegetation 2007



Abbildung 4: Sommergevegetation 2007



Abbildung 5: Herbstvegetation 2007

3. Messmethoden, Messgerät, Wetter und Klima

Mit dem Infrarotthermometer PCE- 800 wurde für die Dokumentation der Temperaturen die Kreuzotterfreianlage zwischen dem 27.März und dem 26.September an mehreren Beobachtungstagen kontrolliert und die Wetter- sowie Körperoberflächentemperatur der Kreuzottern gemessen.

Die Wassertemperatur wurde in unmittelbarer Nähe der Kreuzotter gemessen, die Körperoberflächentemperatur mit dem Infrarotmessstrahl auf dem Körper der Tiere. Zu diesem Zweck ist das IR Thermometer per Knopfdruck zwischen der großen Messzelle und dem IR Messstrahl umschaltbar.

Tabelle 3: Beobachtungstage der Kreuzottern

Tiernummer	Anzahl Beobachtungstage
1	41
2	34
3	40
4	24
5	38
6	26
7	34
8	9

Ziel der Messungen ist ein Vergleich zwischen theoretischen Angaben aus einschlägiger Fachliteratur und den tatsächlichen Temperaturen der Tiere. Die häufig in der Fachliteratur angegebenen Temperaturen beziehen sich zumeist auf die hier vorgestellten Begriffe und spiegeln in der Regel den Lebensraum der Tiere nicht wieder, mit Ausnahme des selten bekannten Mikroklimas:

- **Klima:** Das geographische Klima ist die für einen Ort, eine Landschaft oder einen größeren Raum typische Zusammenfassung der erdnahen und die Erdoberfläche beeinflussenden atmosphärischen Zustände und Witterungsvorgänge während eines längeren Zeitraumes in charakteristischer Verteilung der häufigsten, mittleren und extremen Werte. Oftmals werden diese Werte in Form von Klimadiagrammen in den Haltungsbüchern zu Reptilien abgebildet, obwohl eine starke Abweichung von tatsächlichen Bedingungen im Lebensraum der Tiere zu verzeichnen ist.

- **Wetter:** Augenblickszustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort
- **Witterung:** Ablauf der meteorologischen Erscheinungen in einer Region oder Zitat Baur (1948) „...das Gleichbleibende in einer Aufeinanderfolge von Wetterzuständen während mehrerer Tage.“
- **Mikroklima:** Das Klima im Bereich der bodennahen Luftschichten bis etwa 2 m Höhe, oder das Klima, das sich in einem kleinen, klar umrissenen Bereich ausbildet. Über die mikroklimatischen Verhältnisse ist vergleichsweise wenig bekannt, obwohl genau diese Werte zur tiergerechten Haltung von wechselwarmen Tieren herangezogen werden müssten. Wie z.B. verändert sich die Temperatur in Termitenbauten in welchen sich Königspythons ganzjährig aufhalten.

4. Messresultate, Thermoregulation und Verhalten der Kreuzotter

Anlass dieser Dokumentation ist die Überprüfung unterschiedlicher Literaturangaben zur Haltung und Pflege der einzigen in Deutschland vorkommenden Giftschlange, der Kreuzotter (*Vipera berus berus*). Des Weiteren wurden Verhaltenweisen wie z.B. Balz und Kopula dokumentiert und fotografiert.

In der einschlägigen Terrarienliteratur wird für die Kreuzotter eine so genannte „Wohlfühltemperatur“ zwischen 26 und 33 °C angegeben. *„die Kreuzotter gedeiht im Terrarium oft nicht gut..., ein Heizkabel das den Boden lokal auf 30-32 Grad erwärmt genügt vollkommen..., die Lufttemperatur sollte im Terrarium am Tage zwischen 24 und 28 Grad betragen, in der Nacht stets unter 20 Grad sinken.“*¹

*„die Tagesaktivität beginnt nach meinen Beobachtungen im Juni bis August zwischen +6 und +8 Grad und endet abends bei 18-20 Grad. In den warmen Sommermonaten ziehen sich die Tiere in der Mittagshitze in Verstecke zurück, so dass an heißen Tagen etwa zwischen 10 und 16 Uhr keine Kreuzottern im Freien anzutreffen sind. Ab +30 Grad (gravide Weibchen ab +33 Grad) suchen alle Tiere den Schatten auf.“*²

*„die freiwillig tolerierten Höchst- und Mindesttemperatur schwankt je nach Art, Jahreszeit und Region zwischen +8 und +23 Grad. In gemäßigten Breiten verlassen z.B. Arten wie Strumpfbandnatter (*Thamnophis sirtalis*) und die Kreuzotter (*Vipera berus*) ihre kalten (ca.8*

¹ VGL. Trunttau, Ludwig, 1998, S.198 f

² VGL. Schiemenz, Hans, 1987, S.63

Grad) unterirdischen Verstecke, um sich zu sonnen. Später im Jahr liegt die Mindesttemperatur zwischen 10 und 14 Grad, im Sommer zwischen 14 und 16 Grad.“³

„weiterhin sonnen sich Kreuzottern länger als andere Vipera- Arten im Freien. Zum Vermeiden einer zu starken Abkühlung über Nacht suchen Kreuzottern in der Regel bei Einbruch der Dämmerung unterirdische Verstecke auf, die mit dem Erscheinen der Morgensonne wieder verlassen werden. Anschließend versuchen die Tiere, ihre Körpertemperatur im Magenbereich durch ausgiebiges Sonnen auf ca.30 Grad zu erhöhen. Diese Vorzugstemperatur, die bis zu 15 Grad über der Umgebungstemperatur liegen kann, wird durch Wechsel der Sonnplätze möglichst konstant gehalten.“⁴

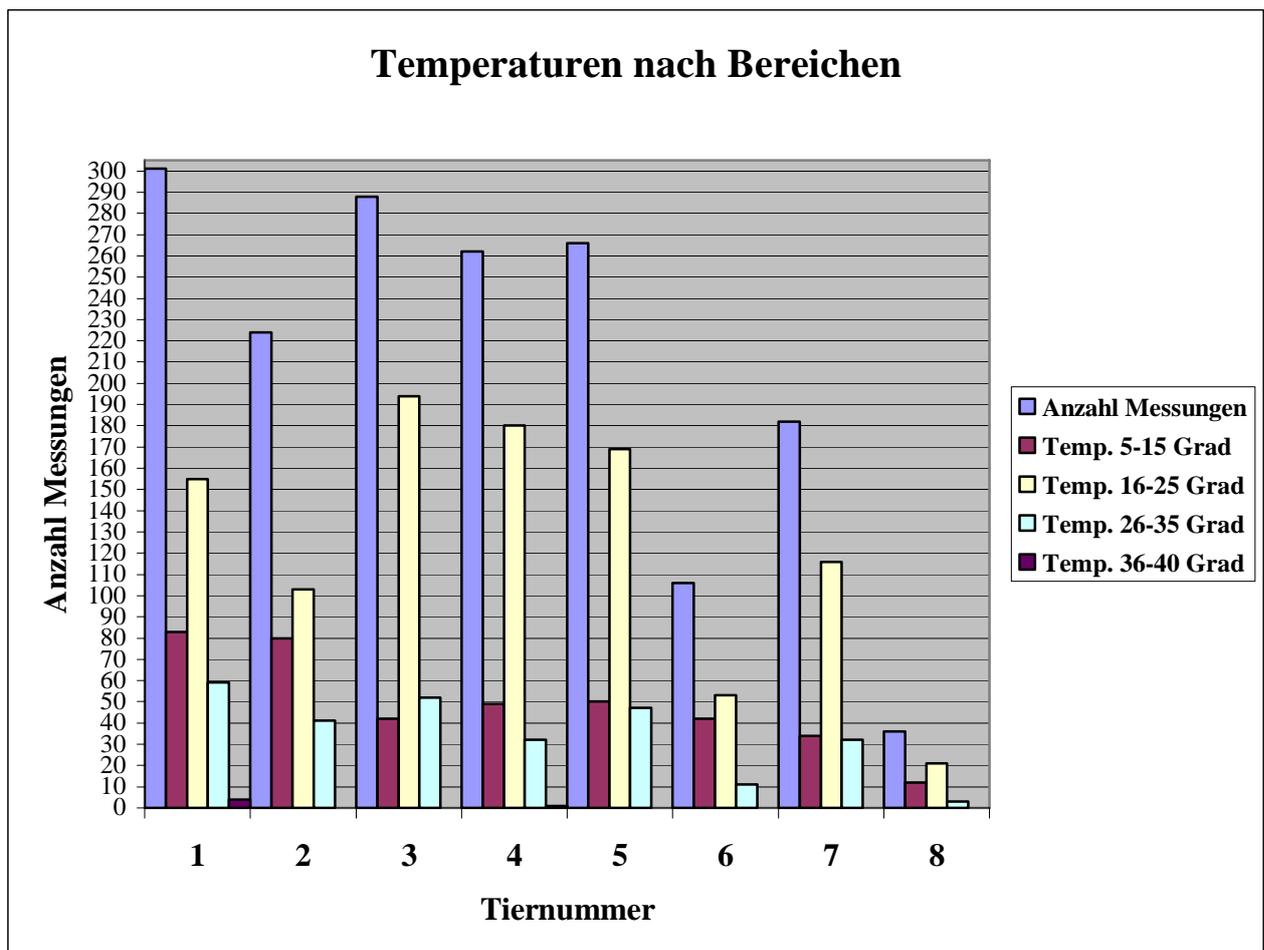


Diagramm 1: Temperaturverteilung nach Temperaturbereichen in °C

³ VGL. Bauchot, Roland, 1998, S.79

⁴ VGL. Völkl, Thiesmeier, 2002, S.60

Der Temperaturbereich zwischen 26 und 35 °C mit der so genannten „Wohlfühltemperatur“ (26-33 °C) ist bei den 8 Kreuzottern unterschiedlich ausgeprägt. Er liegt zwischen 19,6 % bei Tier 1 und 8,3 % bei Tier 8 (Tier 2 18,3%; Tier 3 18 %; Tier 4 12,2%; Tier 5 17,6%; Tier 6 10,3%; Tier 7 17,5%). Da bei hohen Temperaturen die Erzeugung von Stoffwechselenergie stark ansteigt, die Muskel- und Zellaktivität benötigt dann einen höheren Energiebedarf, regulieren die 8 Tiere durch die Mechanismen der Thermoregulation die Körpertemperatur.

Bei Reptilien unterscheidet man zwischen verschiedenen Temperaturbereichen.

- **Maximaltemperatur:** Die freiwillig tolerierte Maximaltemperatur entspricht der in freier Natur oder unter naturähnlichen Bedingungen gemessenen höchsten Körpertemperatur
- **Minimaltemperatur:** Die freiwillig tolerierte Minimaltemperatur ist die niedrigste Körpertemperatur, die beim aktiven Tier in der freien Natur oder unter naturähnlichen Bedingungen gemessen wird
- **Kritische Temperatur:** Ein solchen Temperaturen ausgesetztes Reptil ist quasi bewegungsunfähig und somit zum Tode verurteilt. In einem Unterschlupf ist eine Schlange durchaus in der Lage, schadlos Temperaturen zu überstehen, die unter dem kritischen Minimum liegen. Bei der Überwinterung der Kreuzotter tritt dieser Fall häufig auf. Die kritische Mindesttemperatur bei der Kreuzotter liegt bei +3 bis +8 °C.
- **Vorzugstemperatur:** Als Vorzugstemperatur oder sog. „Wohlfühltemperatur“ wird solche bezeichnet, die ein unbewegliches Tier auswählt, wenn eine große Bandbreite mit Temperaturabstufungen vorliegt. Die Vorzugstemperatur schwankt je nach Körperkondition des Tieres leicht, bleibt aber für eine Art erstaunlich konstant. Sie liegt bei den meisten Riesenschlangen, Nattern, Giftnattern und Vipern zwischen 30 und 33 °C, obwohl ihre Lebensweise zwischen Polarkreis und Äquator sehr unterschiedlich ist.
- **Optimale Temperatur:** Die Vorzugstemperatur entspricht nicht der optimalen Temperatur. In freier Natur müssen Reptilien bis auf wenige Ausnahmen mit nachts sinkenden Temperaturen zurechtkommen. Eine Schlange, die im Terrarium mit Temperaturabstufungen lebt, hält sich nachts in tieferen Temperaturbereichen auf als tagsüber. Die Glattnatter (*Coronella austriaca*), eine wärmebedürftige Schlange aus den gemäßigten Breiten kann die Differenz zwischen Tag- und Nacht bis zu 15 °C

betragen. Wird eine solche Schlange durchgehend der optimalen Temperatur ausgesetzt, stirbt sie innerhalb weniger Monate.⁵

Durch den im Vergleich zu gleichwarmen Tieren geringeren Energiestoffwechsel hat die Wärmeerzeugung bei Schlangen nur einen kleinen Einfluss auf die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur. Durch das Beschleunigen des Herzschlags und die Erweiterung der oberen Blutgefäße wird der Wärmeaustausch erhöht oder gesenkt. Die Thermoregulation wird in erster Linie aber über unterschiedliche Verhaltensweisen gesteuert.

Die Tiere liegen zusammengerollt auf verschiedenen Substraten wie z.B. Wurzeln, Rinde, Steinen, oder Bodensubstraten mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit, durch das Zusammenrollen verringert sich die Wärmeaustauschfläche. Morgens kriechen die Tiere aus den beiden Höhlengängen (F6 und F10), wo sie sich in der Nacht vor zu kalten Temperaturen schützen.

Im Frühjahr liegen die Kreuzottern oft auf dunklem Bodensubstrat mit hoher Wärmeleitfähigkeit und spreizen zusätzlich die Rippen ab, um die besonnte Hautfläche zu vergrößern. In Sommerperioden mit hohen Tagestemperaturen ziehen sich die Kreuzottern unter Wurzeln oder Rindenstücken zurück, wo sie eine konstant niedrigere Temperatur vorfinden. Eine häufig beobachtete Verhaltensweise zur Thermoregulation ist das Kriechen in den Schatten oder Halbschatten.

„nach Pomianowska- Pilipiuk (1974) benötigen adulte Kreuzottern eine Nahrungsmenge von 350 kcal/Jahr, was 6 adulten Mäusen + 19 Nestmäusen + 6 Fröschen (Rana spec.) entsprechen soll. Andren u. Nilson (1983) haben diese 350 kcal auf Erdmäuse umgerechnet und kommen auf die Zahl von 9 Erdmäusen/Jahr. Alle vorgenannten Autoren haben dabei die Gewichte der Mäuse zu hoch angesetzt (22-25 g), da nach meinen Beobachtungen adulte Kreuzottern Mäuse von 20 g nur ausnahmsweise fressen, schwerere wohl gar nicht.“⁶

Durch die niedrigeren Körpertemperaturen benötigen die Schlangen weniger Nahrung, der Energieverbrauch und der Stoffwechsel sind deshalb geringer als z.B. bei gesteigerten Aktivitäten wie Beutefang, Flucht vor Feinden, Kampf mit Feinden oder Artgenossen (Kontaktkampf), und der Verdauung.

⁵ VGL Bauchot, Roland, 1998, S.79

⁶ VGL. Schiemenz, Hans, 1987, S. 73



Abbildung 6: Kreuzotter mit abgespritzten Rippen zur Vergrößerung der besonnenen Hautfläche

5. Frühjahrs- und Sommeraktivitäten der Kreuzottern

Die Dokumentation beginnt mit der Erstbeobachtung von Tier 1 (Weibchen) und Tier 2 (Männchen) am 27. März. Da bei den Kreuzottern im Regelfall die Männchen 1-3 Wochen vor den Weibchen aus den Überwinterungsquartieren erscheinen, ist davon auszugehen, dass Tier 2 schon in der ersten Märzdekade aktiv war.

Als reproduktives Tier blieb das Tier 1 bis zu letzten Balzaktivitäten mit Tier 5 (Männchen) am 19. Mai ausschließlich im nordwestlichen Teil der Freianlage (nie weiter südlich als Linie A7- J7). In diesem Bereich ist die Sonneneinstrahlung im Frühjahr am intensivsten. Bei den reproduktiven Weibchen ist die Sonnenwärme für die Jungenentwicklung, die bereits im Herbst des Vorjahres begonnen hat, wichtig, bei den Männchen für die Spermatogenese (Spermaentwicklung). Die Frühjahrssonplätze liegen nicht weit vom Winterquartier (D7) entfernt. Normalerweise liegen die Frühjahrssonplätze an süd- oder südwestlich exponierten Stellen, in der Freianlage liegen sie dagegen im Nordwesten. Gründe für die ungewöhnliche Lage der Sonnplätze sind das dunkle Bodensubstrat, die lange Sonneneinstrahlung im Frühjahr/Frühsummer und der Ziegelsteinsockel der Freianlage, der die Sonnenenergie speichert.

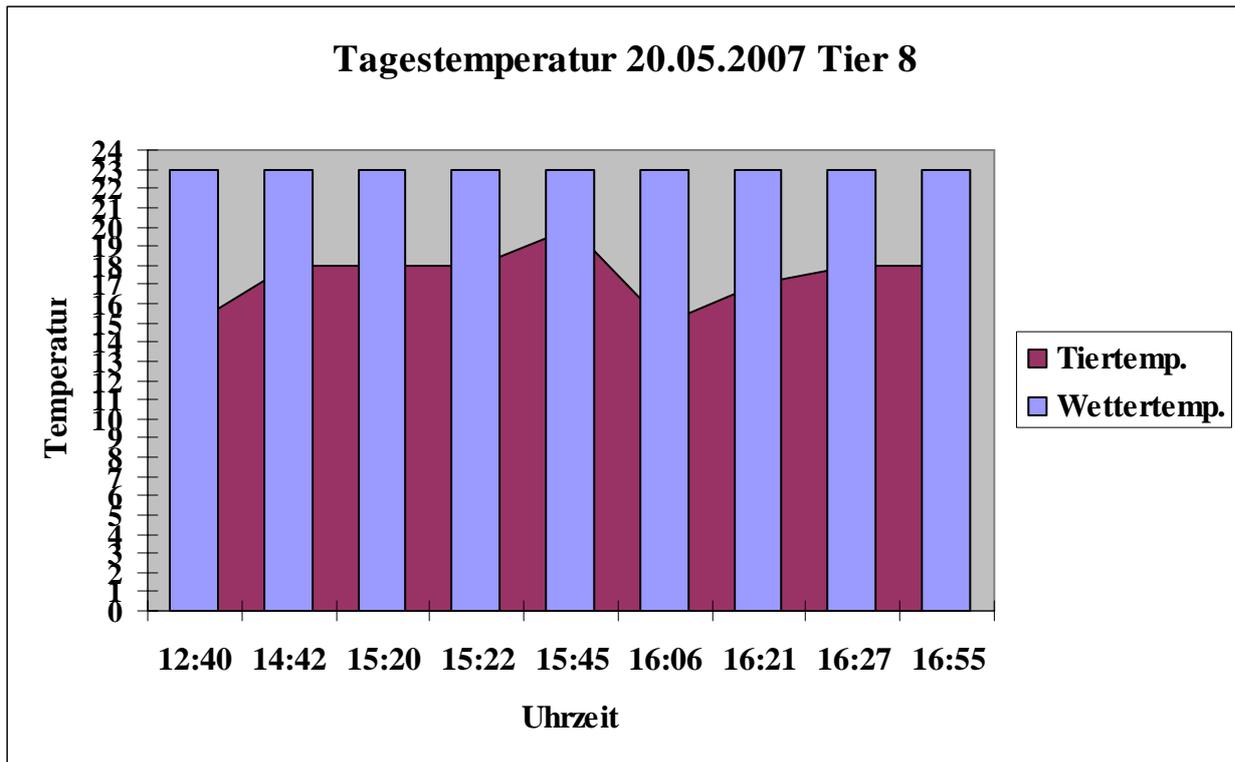


Diagramm 2: Tagestemperaturen in °C Tier 8 20.05.2007

Während des Messzeitraumes von über 4 Stunden hielt sich das Männchen an zwei verschiedenen Orten auf.

Zu Beginn der Messungen um 12:40 Uhr lag das Tier zusammengerollt im Schatten vor der Kiefer 4 (D6) bei einer freiwillig gewählten Minimaltemperatur von 15 °C. Zwischen 14:42 Uhr und 15:20 Uhr lag er mit ausgestrecktem Körper auf der Kiefer 5 (D5) bei einer Körpertemperatur von 18 °C. Um 15:45 Uhr wurde die freiwillig gewählte maximale Körpertemperatur von 20 °C auf der Kiefer 5 in einer Höhe von 1,2 m erreicht, auch hier mit ausgestrecktem Körper.

Zum Ende der Messung regulierte das Männchen die Körpertemperatur auf 17 bzw. 18 °C auf der Kiefer 5 in einer Höhe von 0,8m, diesmal lag er zusammengerollt in einer Astgabel. Während des gesamten Messintervalls war es bewölkt mit einer hohen relativen Luftfeuchte bei schwachem Nordostwind.

Die Thermoregulation durch Höhenwechsel auf Vegetation konnte beim reproduktiven Tier 8 in ähnlicher Form nochmals am 31. Mai beobachtet werden.

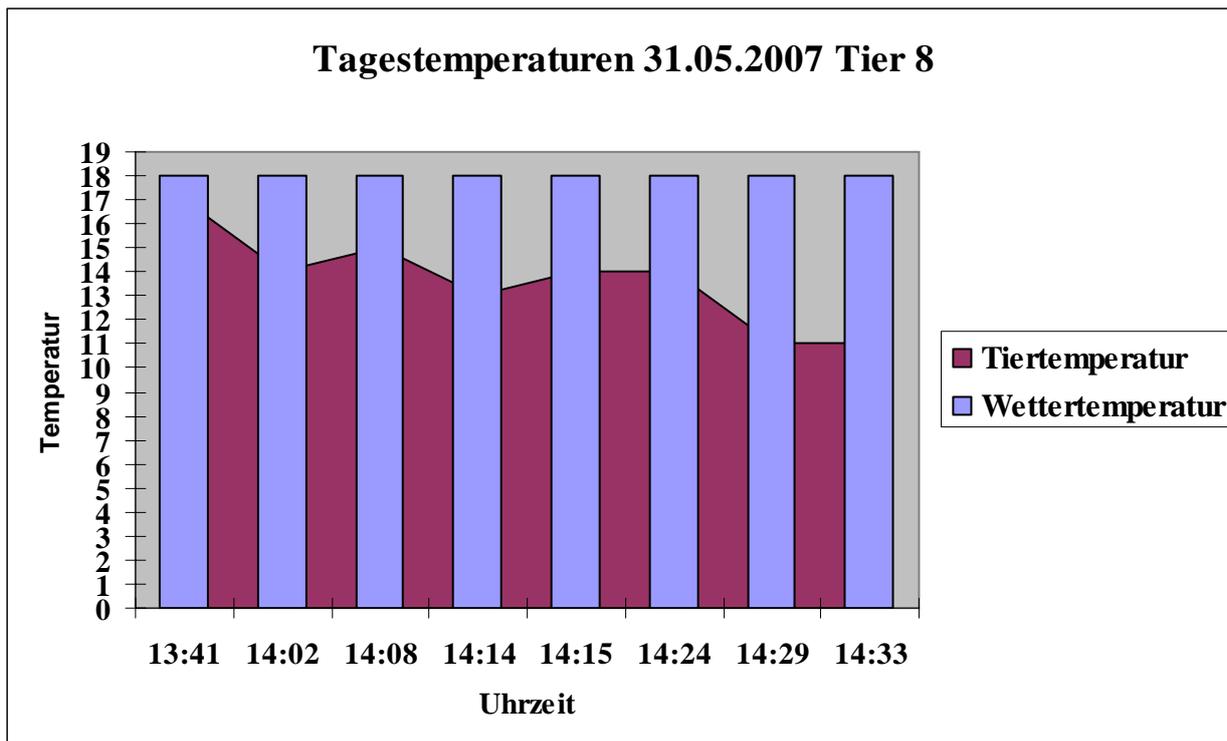


Diagramm 3: Tagestemperaturen in °C Tier 8

Bei gleich bleibender Wettertemperatur von 18 °C regulierte das Männchen die Körpertemperatur innerhalb einer Stunde mehrmals. Von 13:41 Uhr bis 14:15 Uhr lag er auf der Kiefer 4 (D6) in einer Höhe von 0,8 m, wechselte danach in eine Höhe von 1,0 m, wo das Tier bis zum Ende der Messung verblieb.

Mit Ausnahme von T1, T3 und T5 wurden alle anderen Kreuzottern auf Laub- und/oder Nadelbäumen beobachtet (T4 sowohl auf Laub- als auch auf Nadelbäumen). In verschiedenen Vegetationshöhen regulieren die Tiere also ihre Körpertemperatur durch Luftkonvektion, wie die Diagramme 2 und 3 zeigen.

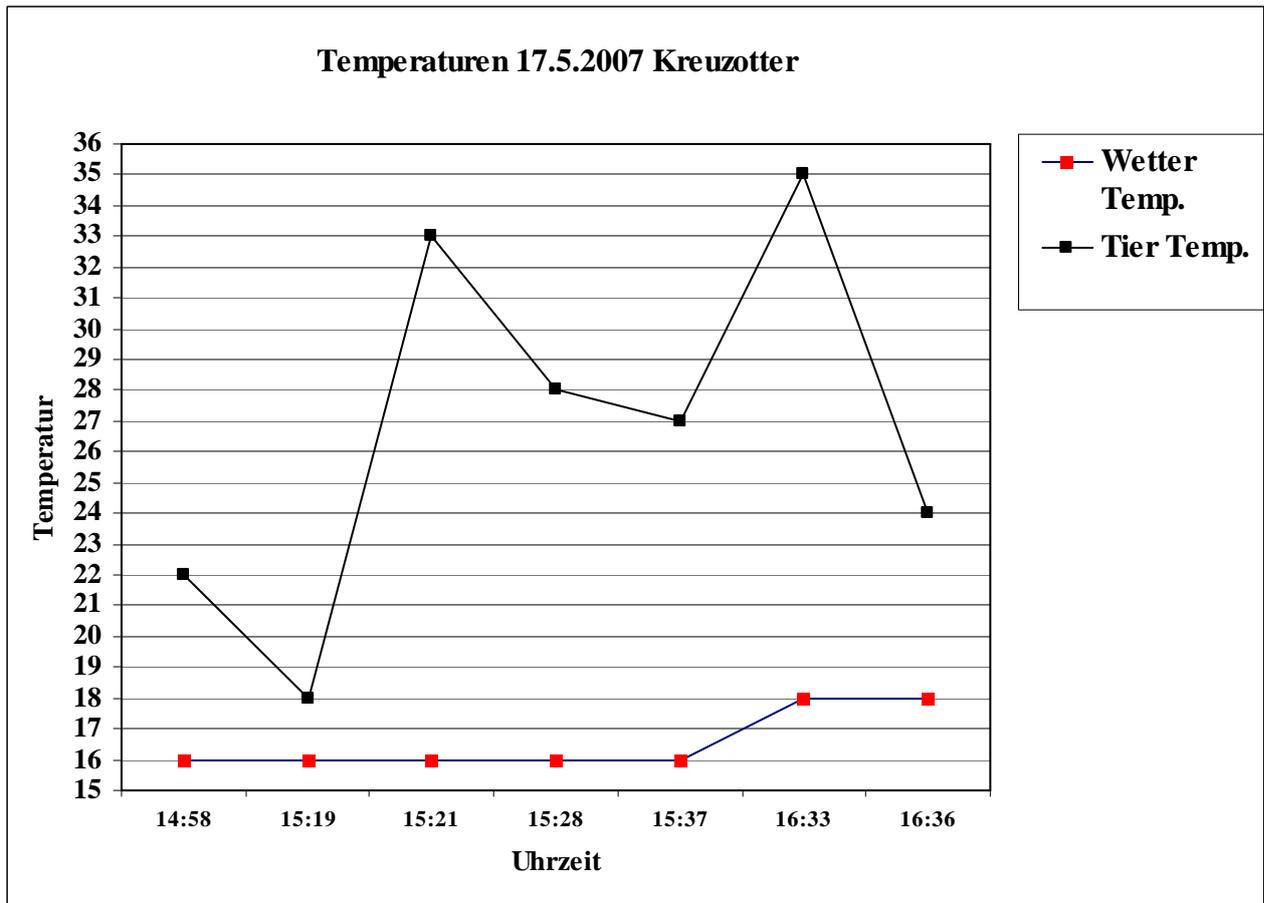


Diagramm 4: Temperaturen in °C Kreuzottermännchen

Dieses Diagramm veranschaulicht deutlich, dass die Kreuzotter hervorragend an ein Leben mit starken Temperaturschwankungen angepasst ist.

In zwei Phasen hebt und senkt das Männchen seine Körpertemperatur. In der ersten Phase der Temperaturmessungen senkt das Tier die Körpertemperatur von 22 °C im Schatten auf 18 °C. Anschließend wird durch einen Ortswechsel in der Sonne mit abgespreizten Rippen eine Körpertemperatur von 33 °C bei gleich bleibender Wettertemperatur von 16 °C erreicht.

Nach der ersten Phase des Aufheizens wird die Körpertemperatur im Halbschatten abgesenkt, um durch einen erneuten Ortswechsel in der Sonne auf 35 °C zu steigen, was einer Temperaturdifferenz von 17 Grad entspricht. Durch einen letzten Ortswechsel wird die Körpertemperatur innerhalb eines Zeitraums von 3 Minuten zwischen 16:33 Uhr und 16:36 Uhr im Schatten um 11 Grad abgesenkt.

6. Balz und Paarung der Kreuzottern

Im Spätfrühling und Frühsommer finden bei Kreuzottern Balz und Paarung statt. Während der Balzaktivitäten kriechen die Männchen teilweise weite Strecken auf der Suche nach einem

paarungswilligen Weibchen. In der Freianlage erstreckte sich die Balz- und Paarungszeit im Zeitraum zwischen der zweiten Aprildekade (24. April Kopula T8 mit T1) und letzten Balzaktivitäten von T5 (Männchen) mit Weibchen (T3) am 01. Juni. Die Männchen T2 und T4 zeigten keinerlei Paarungsaktivitäten. Kommentkämpfe wurden vom Autor nicht beobachtet, die Zootierpfleger Christian Niggemann und Raimond Kahlen berichteten aber von solchen.

„ nach dem Eintreffen am Paarungsplatz folgen die Männchen anscheinend den Duftspuren paarungsbereiter Weibchen, wobei sie oft weite Strecken am Tag zurücklegen können, nicht selten auf denselben „Duftwegen“. Madsen & Shine (1993a) geben für 34 Männchen in einer kleinen, isolierten Kreuzotterpopulation in Südschweden an, dass die Tiere während der dreiwöchigen Fortpflanzungsperiode durchschnittlich 47,7 Meter (4-116 m) pro Tag zurücklegten.“⁷

⁷ VGL. Völkl, Thiesmeier, 2002, S.77

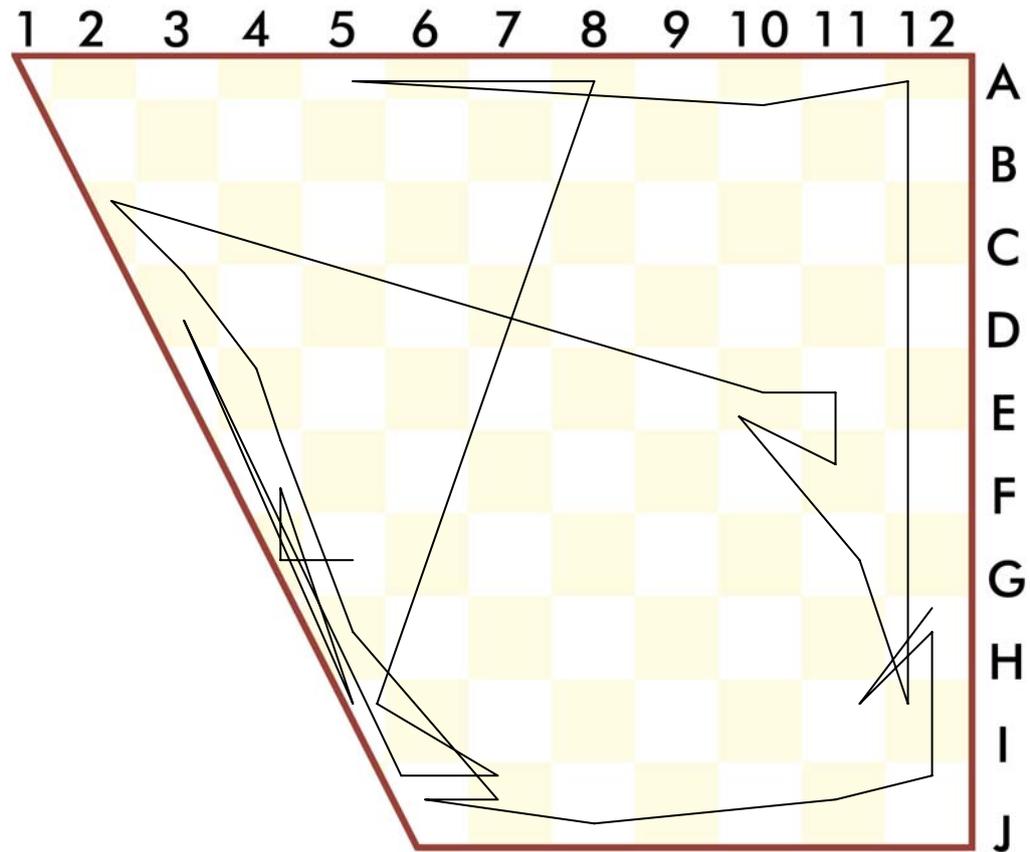


Abbildung 7: Wanderung 19.05.2007 Tier 5 (Männchen)

Die Abbildung veranschaulicht sehr gut, dass das Männchen systematisch die komplette Freianlage nach reproduktiven Weibchen absucht. Die höchste Tiertemperatur betrug um 13:43 Uhr bei 18 °C Wassertemperatur 31 °C, die niedrigste Tiertemperatur 11 °C um 16:31 Uhr bei 21 °C Wassertemperatur. Die zurückgelegte Strecke beträgt somit ca.80 Meter im Messzeitraum zwischen 12:17 Uhr und 16:41 Uhr.

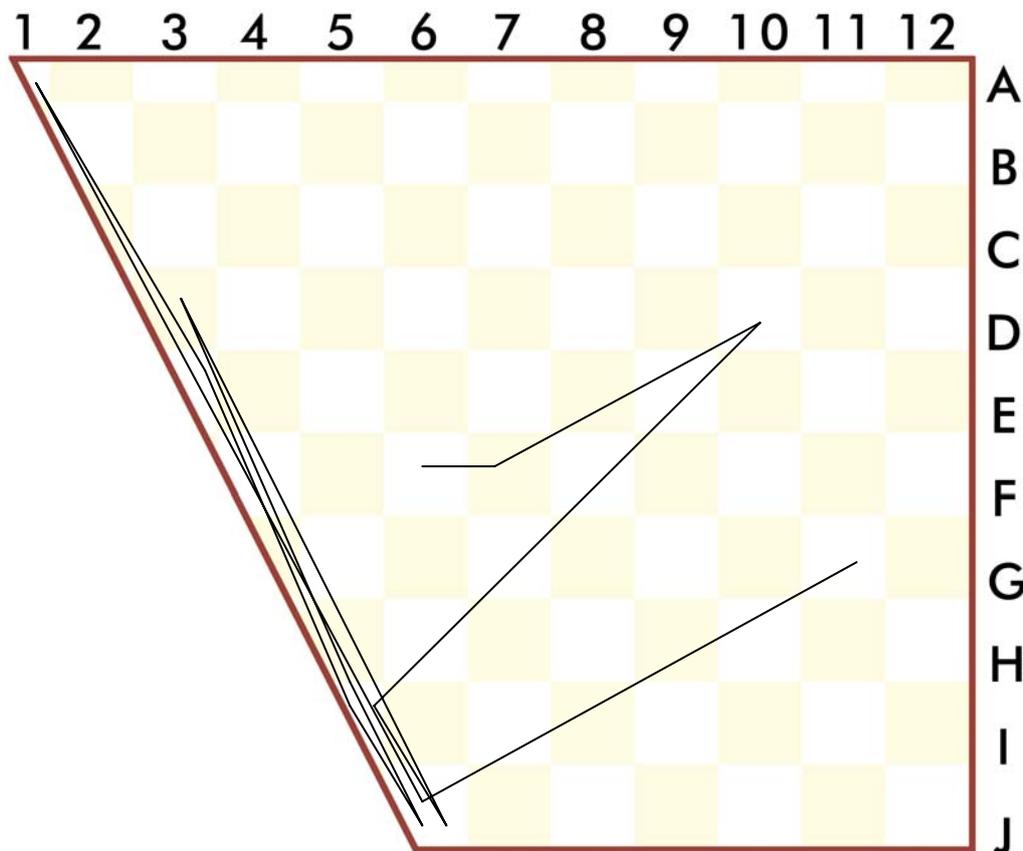


Abbildung 8: Wanderung 19.05.2007 Tier 7 (Männchen)

Im Gegensatz zu T5 wanderte T7 mit Ausnahme von zwei Orten (G11, D10) im nordwestlichen Areal der Freianlage. Die maximale Tiertemperatur betrug um 15:37 Uhr 34 °C, bei 21 °C Wettertemperatur. Die minimale Tiertemperatur betrug 16 °C zu Beginn der Messung um 12:27 Uhr bei 15 °C Wettertemperatur. Die zurückgelegte Strecke beträgt hier im Messzeitraum zwischen 12:27 Uhr und 17:55 Uhr ca. 46 Meter.

Im Vergleich zu den beiden Männchen legte das reproduktive Weibchen (T1) am gleichen Tag nur eine Strecke von 4 Metern zurück. Zu Beginn der Aufzeichnung um 12:07 Uhr lag sie am Ziegelsteinsockel der Anlage (I5), blieb dort bis 14:13 Uhr, wechselte danach zur Wurzel (F7), wo sie bis zum Ende der Beobachtung um 17:54 Uhr blieb.

Die minimale Tiertemperatur war um 13:31 Uhr 19 °C bei 15 °C Wettertemperatur, die maximale Tiertemperatur 33 °C um 17:11 Uhr bei 21 °C Wettertemperatur.

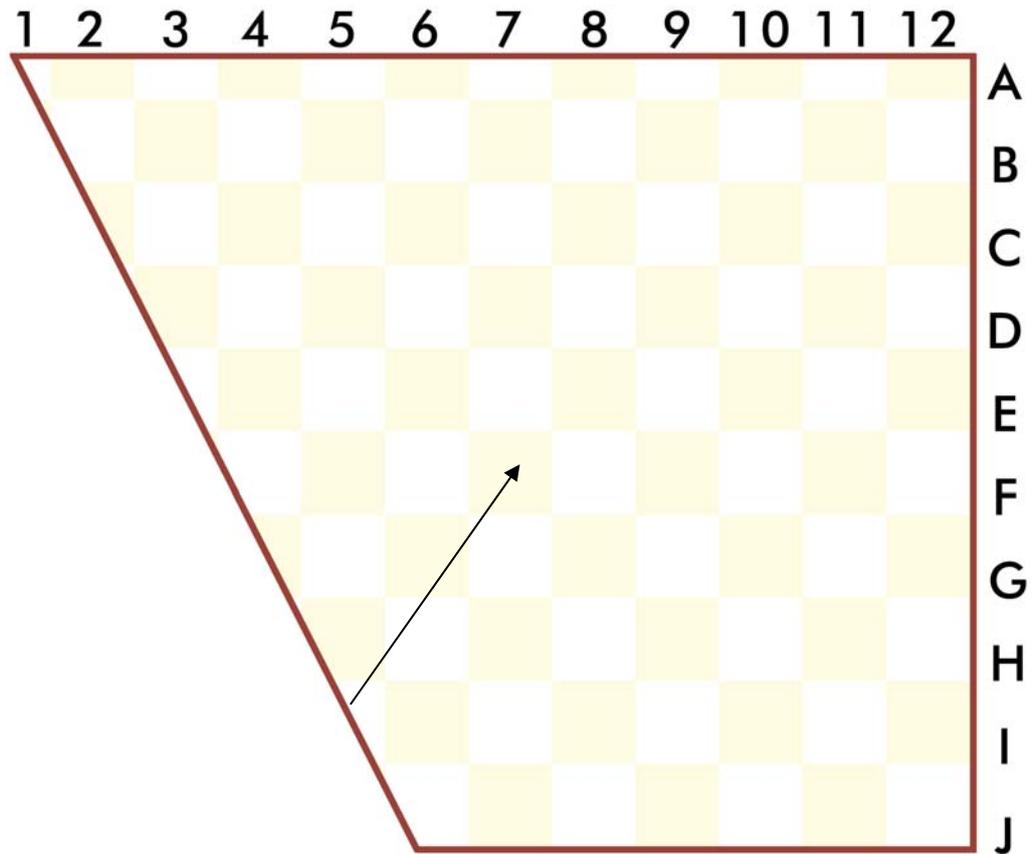


Abbildung 9: Wanderung 19.05.2007 Tier 1 (Weibchen)

Trifft ein Männchen in Balzstimmung auf ein Weibchen, bezüngelt es den Kopf und die Körperseiten des Weibchens, wobei die Zungenspitzen den Körper berühren. Das Männchen liegt dabei neben oder auf dem Weibchen, wobei des mit dem Kopf zuckt.



Abbildung 10: links Balz eines Männchens mit zwei Weibchen, rechts Balz eines Männchens mit einem Weibchen in Häutungsphase

Im Mai 2007 gab es verschiedenen Balzkonstellationen:

Tabelle 4: Balzpartner

Datum	Männchen	Weibchen
10.05.	Tier 5	Tier 3
10.05.	Tier 5	Tier 6
12.05.	Tier 5	Tier 1
13.05.	Tier 5	Tier 3
17.05.	Tier 5	Tier 3
01.06.	Tier 5	Tier 3
19.05.	Tier 7	Tier 1
19.05.	Tier 7	Tier 3
30.05.	Tier 7	Tier 3
22.05.	Tier 8	Tier 1
24.04.	Tier 8	Tier 6

Die Balzaktivitäten fanden hauptsächlich während Sonnenscheinphasen statt, als Ausnahme ist die Balz von Tier 5 mit Tier 1 am 12. Mai um 15:11 Uhr bei Niederschlag zu erwähnen. Am 19. Mai balzte Tier 7 mit zwei Weibchen (T1 und T3) bei Sonnenschein. Am 10. Mai balzte das Männchen Tier 5 zuerst mit dem Weibchen Tier 3, am Nachmittag dann mit dem Weibchen Tier 6. Als späteste Balzaktivität im Frühjahr 2007 wurde die Balz von Tier 5 mit dem Weibchen Tier 3 am 1. Juni registriert.

Als einzige dokumentierte Kopula war die des Männchens Tier 8 mit dem Weibchen Tier 1 am 24. April nachmittags im Schutz einer Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) zu beobachten. In der ersten Phase der Kopula liegt das Männchen wie bei der Balz neben dem Weibchen und bezügelt dieses an den Körperseiten und auf dem Rücken. Im Verlauf der Kopula steigert das Männchen die Züngelfrequenz und kriecht unter heftigem Kopfzucken auf den Rücken des Weibchens.

In der zweiten Phase presst das Männchen seinen Bauch unter das Weibchen um die Lage zu fixieren. Er versucht mit seiner Kloake die des Weibchens zu finden, einer oder beide Hemipenese sind dabei ausgestülpt. Hat das Weibchen seine Kloake geöffnet dringt das Männchen mit dem Hemipenis in diese ein. Das Weibchen hat während der Kopula den

Schwanz mehr oder weniger senkrecht gehoben, beide Tiere sind nun getrennt und nur über den Hemipenes, der mit Widerhaken besetzt ist verbunden.⁸



Abbildung 11: Kreuzotterkopula

Nach den Balz- und Paarungsaktivitäten folgt im Sommer eine Phase der Nahrungsaufnahme, um das Fettdepot für die bevorstehende Überwinterung aufzufüllen.

Die Verdauung ist stark wärmeabhängig, bei steigenden Temperaturen verkürzt sich die Verdauungszeit. Kreuzottern können im Gegensatz zu weiter südlich lebenden Vipern ihre Beute bereits ab +10 °C verdauen.

⁸ VGL. Völkl, Thiesmeier, 2002, S. 83ff

Tabelle 5: Nahrungstabelle Kreuzottern

Tiernummer	Datum	Beutetiere	Wettertemp. in °C	Tiertemp. in °C	Kotabgabe
1	22.5.	1 Maus	23 Grad	24 Grad	k.a.
1	17.8.	2 Mäuse	14 Grad	28 Grad	k.a.
1	30.8.	3 Mäuse	13 Grad	11 Grad	k.a.
2	20.5.	2 Mäuse	22 Grad	16 Grad	k.a.
2	11.8.	1 Maus	22 Grad	19 Grad	k.a.
3	20.5.	3 Mäuse	23 Grad	22 Grad	k.a.
4	11.8.	2 Mäuse	22 Grad	19 Grad	k.a.
5	20.5.	1 Rattenbaby	21 Grad	18 Grad	k.a.
5	11.8.	1 Maus	14 Grad	24 Grad	k.a.
5	17.8.	6 Babymäuse	19 Grad	23 Grad	k.a.
5	1.9.	7 Babymäuse	18 Grad	21 Grad	k.a.
5	14.9.	7 Babymäuse	10 Grad	12 Grad	k.a.
5	20.9.	2 Babymäuse	18 Grad	30 Grad	k.a.
6	11.8.	1 Maus	22 Grad	20 Grad	k.a.
6	30.8.	3 Mäuse	k.a.	k.a.	k.a.
7	20.5.	1 Rattenbaby	23 Grad	25 Grad	25.5.
7	17.8.	1 Maus	14 Grad	22 Grad	k.a.
7	30.8.	2 Mäuse	14 Grad	13 Grad	k.a.
7	20.9.	5 Babymäuse	18 Grad	22 Grad	k.a.
8	20.5.	2 Rattenbabys	23 Grad	20 Grad	k.a.

Das Beutespektrum der Kreuzottern in der Freianlage besteht aus Nagetieren wie Rattenbabys, Labormäusen und Frischgeborenen Mäusebabys.

Der einzige dokumentierte Verdauungsprozess bei einem Kreuzottermännchen dauerte 5 Tage, am 20. Mai wurde ein Rattenbaby gefressen, die Kotabgabe erfolgt am 25. Mai. Für die Verdauung ist die Magentemperatur der Kreuzotter entscheidend, die aber mit dem Infrarotthermometer nicht erfasst werden kann. Stattdessen sind die Wetter- und Tiertemperatur während der Nahrungsaufnahme dokumentiert.

Die Phase der Nahrungsaufnahme erstreckt sich von der zweiten Mai- bis in die zweite Septemberdekade.⁹

⁹ VGL. Schiemenz, Hans, 1987, S.64

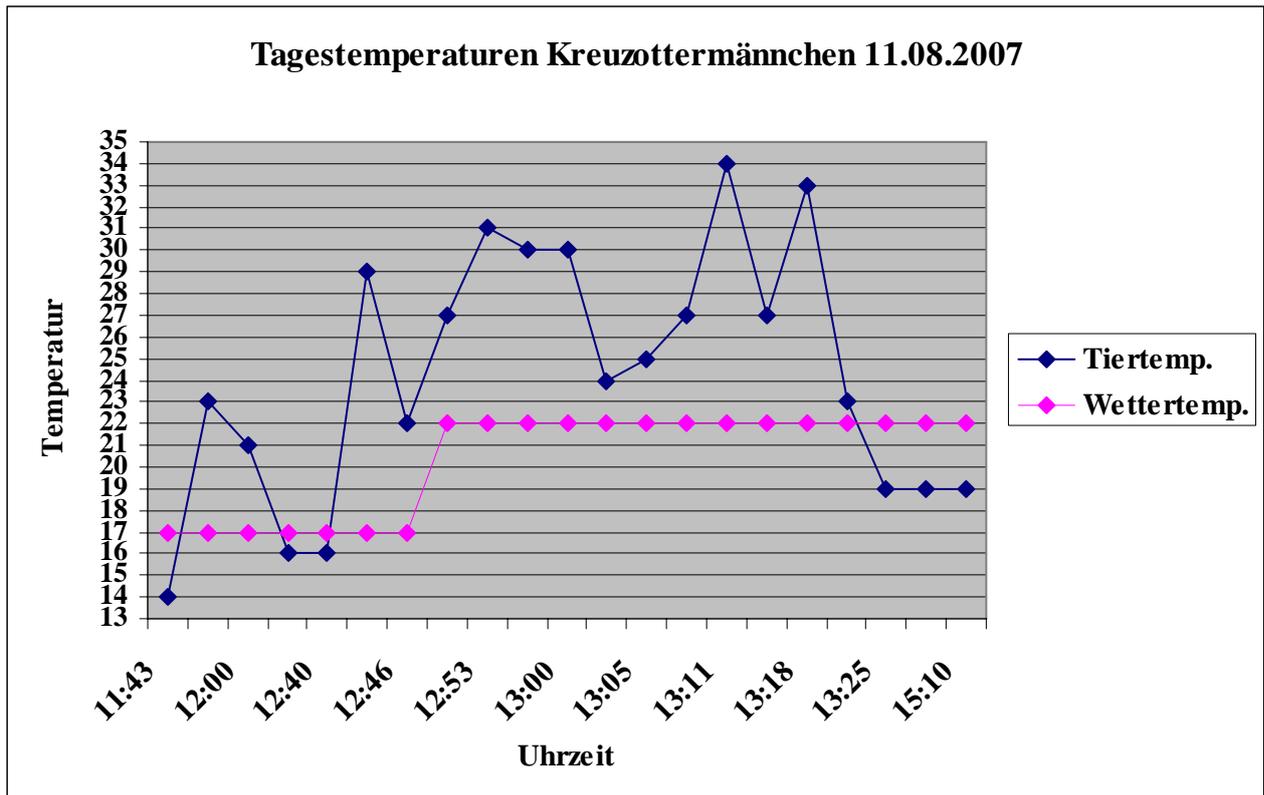


Diagramm 5: Temperaturen in °C Kreuzottermännchen

Wie in den vorherigen vier Diagrammen aufgezeigt, reguliert das Männchen die Körpertemperatur in mehreren Phasen, wobei es zu Beginn der Aufzeichnung drei Ortswechsel (B2 C2, C2 B2 und B2 D6) vornimmt. Die ersten beiden Ortswechsel erfolgen bei Sonnenschein, beim dritten Wechsel B2 D6 liegt das Tier im Halbschatten und die Körpertemperatur sinkt unter die Wettertemperatur. Zwischen 12:33 Uhr und 13:29 Uhr liegt das Männchen stationär an einem Ort (D6), wo es die Körpertemperatur in mehreren Intervallen erhöht und absenkt. Am Ende der Aufzeichnung zwischen 13:25 und 15:10 sinkt die Körpertemperatur ein zweites Mal durch Aufenthalt im Schatten unter die Wettertemperatur.

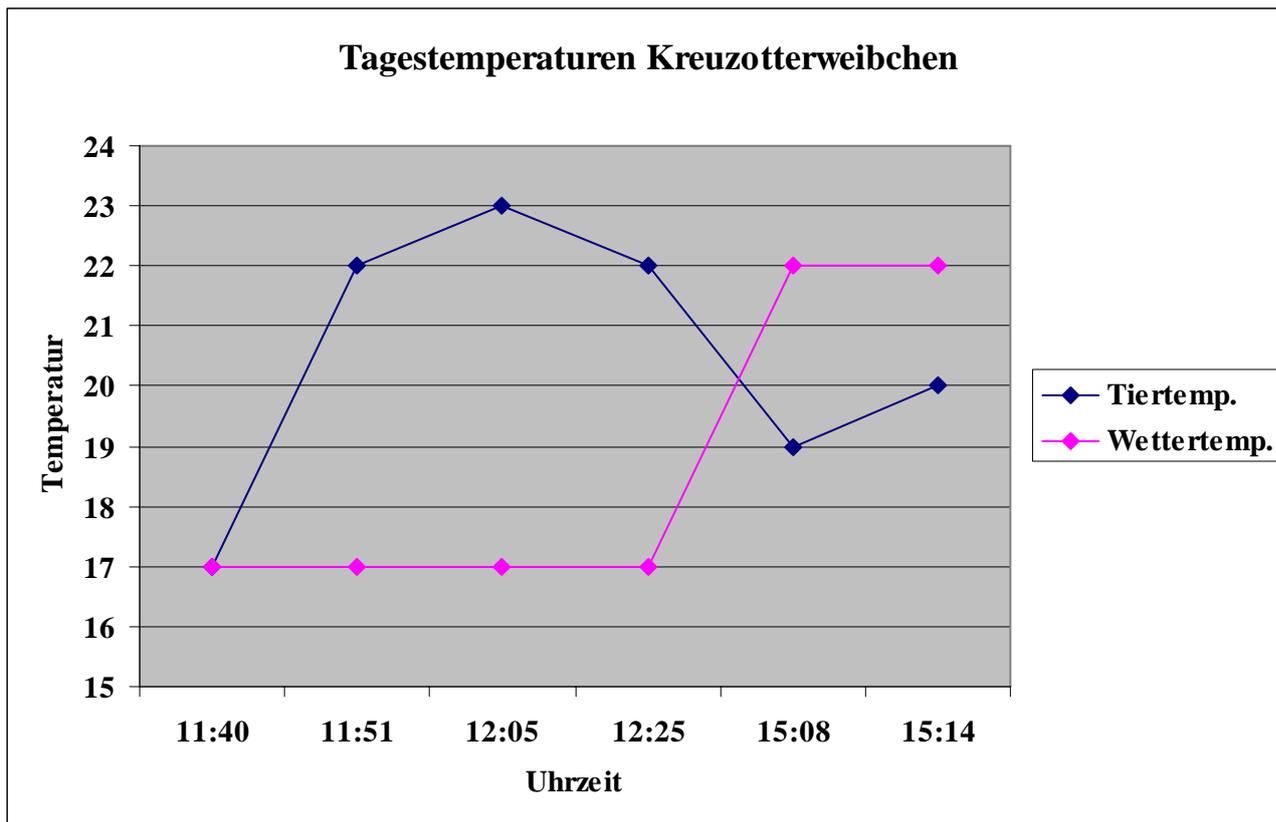


Diagramm 6:Temperaturen in °C 11.08.2007 Kreuzotterweibchen

Im Gegensatz zum Männchen verläuft die Thermoregulation beim Weibchen am selben Tag zu denselben Uhrzeiten ganz anders. Zu Beginn der Messungen liegt das Tier im Halbschatten, Körper- und Wettertemperatur sind identisch. Danach steigt die Körpertemperatur um 5 °C durch das Aufheizen in der Sonne, wobei die besonnte Hautfläche durch abgespreizte Rippen vergrößert wird.

Die Abkühlung um 12:25 Uhr wird durch den Aufenthalt im Halbschatten erreicht, zu Beginn der zweiten Periode des Aufheizens um 15:08 Uhr liegt das Weibchen im Höhleneingang (F7).

Im Sommer erfolgt die Geburt der Jungottern, meistens zwischen August und Ende September, manchmal auch noch bis in den Herbst (Ende Oktober).¹⁰

In der Freianlage wurden am 17. August bei einer Begehung 9 Jungottern entdeckt. Die Kopula des Muttertieres Tier 1 mit dem Männchen T 8 fand am 24. April statt, somit betrug die Trächtigkeitsdauer 115 Tage. Die Körpermaße und Körpergewichte der Jungtiere sind leider nicht dokumentiert.

¹⁰ VGL. Völkl, Thiesmeier, 2002, S.89ff

7. Herbstaktivitäten der Kreuzottern

Ab Ende August verlassen die ersten Männchen die Sommerlebensräume, um zu den Überwinterungsplätzen zu wandern. Ein bis zwei Wochen später folgen die nicht reproduktiven Weibchen. Reproduktive Weibchen kehren nach der Geburt der Jungtiere ins Winterquartier zurück. Selbst im Herbst nutzen die Kreuzottern jede Gelegenheit zum Sonnenbaden.¹¹

In der Freianlage des TerraZoo konnten keine ausgeprägten Wanderungen zwischen Sommerlebensraum und Winterquartier dokumentiert werden, wahrscheinlich wegen der geringen Größe der Anlage.

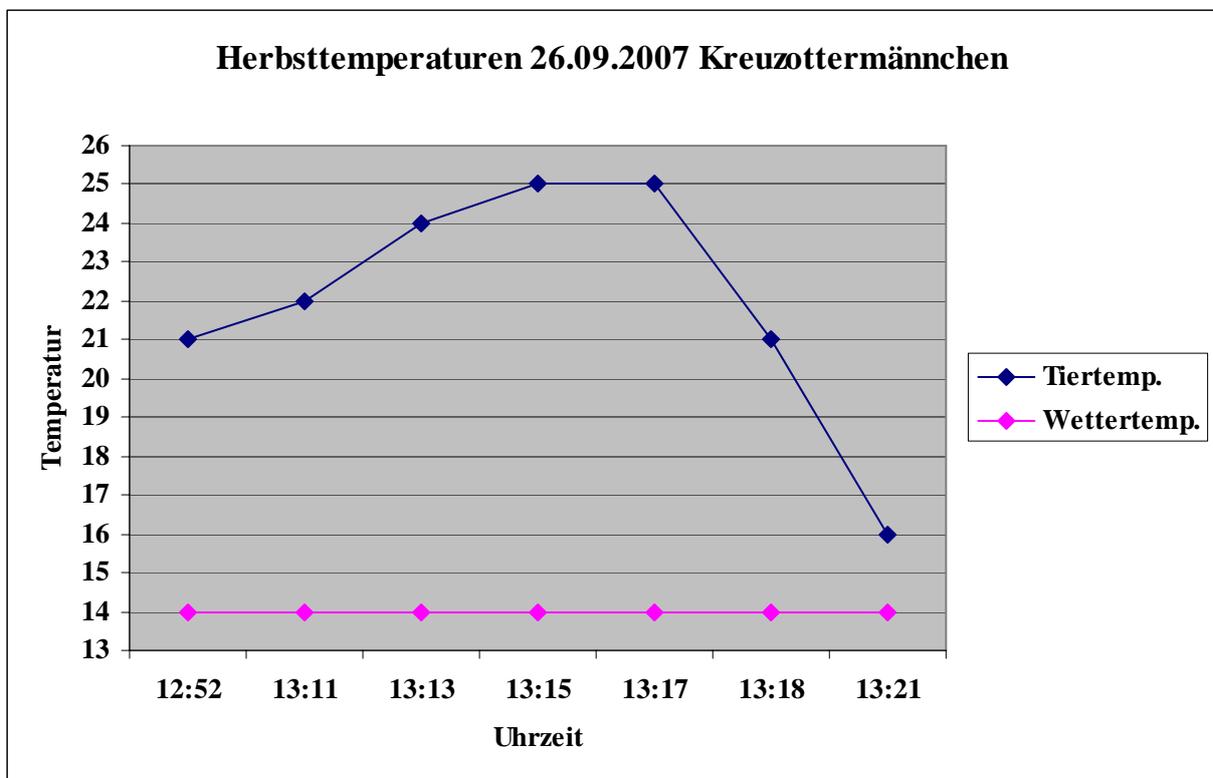


Diagramm 7: Herbsttemperaturen in °C Kreuzottermännchen

Zu Beginn der Beobachtungen um 12:52 Uhr bei Sonnenschein liegt das Männchen zusammengerollt im nordwestlichen Bereich der Freianlage (I5), wo das Tier auch bis zum Ende der Aufzeichnung blieb. Der Zeitraum des Aufheizens der Körpertemperatur dauert bis 13:15 Uhr, wobei die Rippen zwecks Vergrößerung der besonnten Hautfläche abgespreizt sind. Der Grund für die Absenkung der Körperoberflächentemperatur ist die Bewölkung der Atmosphäre ab 13:18 Uhr. Die Differenz zwischen Tier- und Wettertemperatur beträgt 11 Grad.

¹¹ VGL. Völkl, Thiesmeier, 2002, S.44f

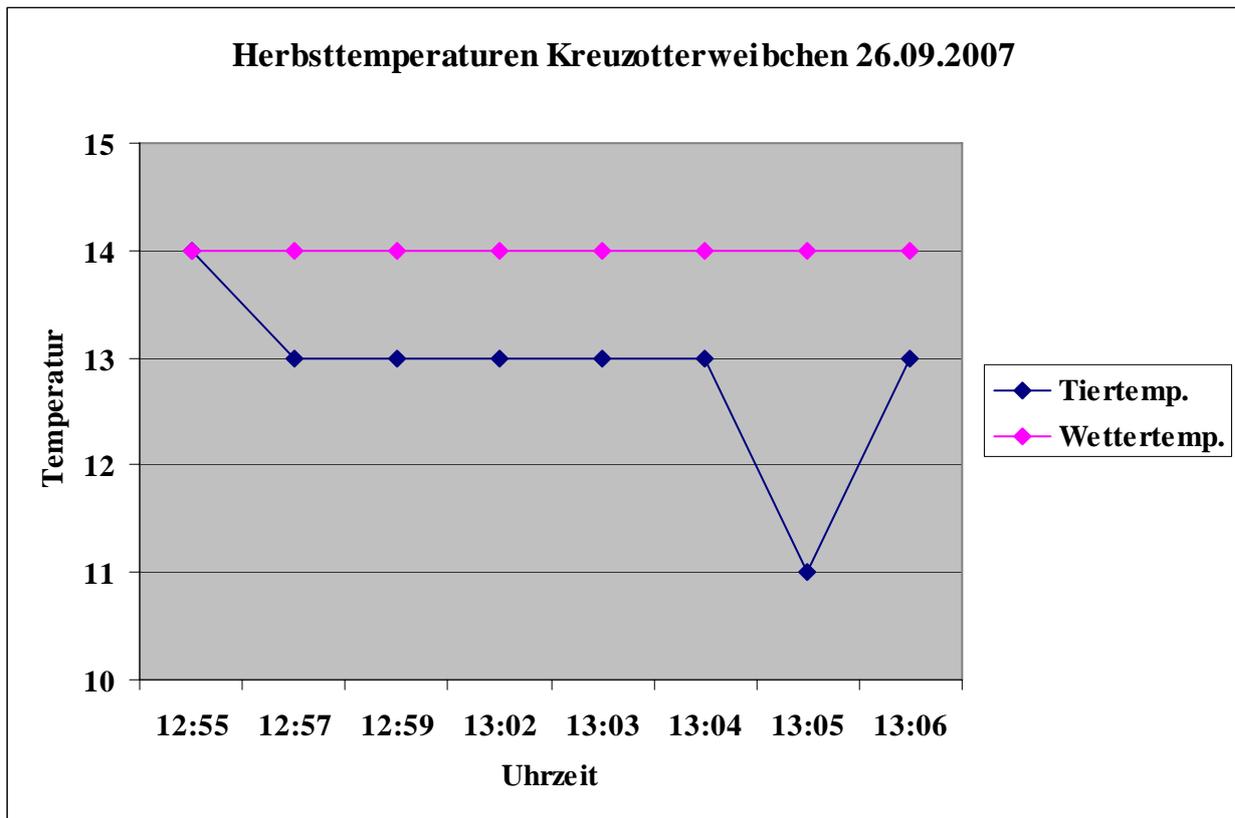


Diagramm 8: Herbsttemperaturen in °C Kreuzotterweibchen

Im Vergleich zum Männchen liegt die Differenz zwischen Tier- und Wettertemperatur beim Weibchen bei 3 Grad. Während der gesamten Beobachtungszeit wechselte das Tier 6-mal den Standort, es war durchgehend bewölkt.

Im Herbst regulieren die Kreuzottern also wie während der Frühjahrs- und Sommeraktivitäten auch die Körpertemperatur in einer oder mehreren Phasen des Auf- und Abheizens.

Die Verhaltensmechanismen zur Thermoregulation, wie der Aufenthalt im Schatten/Sonnbereich, das Zusammenrollen des Körpers sind also die gleichen wie im Frühjahr/Sommer, nur die Wettertemperaturen sind Herbst geringer.

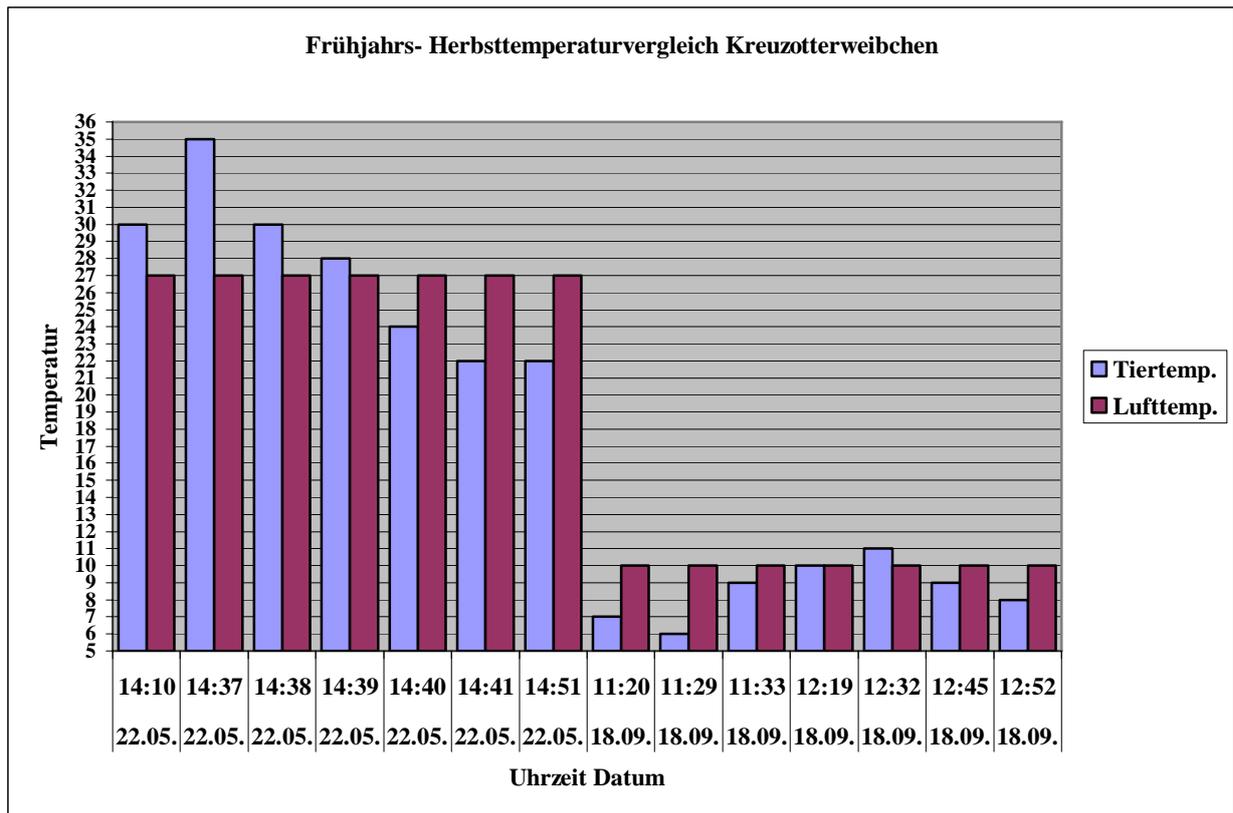


Diagramm 9: Vergleich Frühjahrs- Herbsttemperaturen in °C Kreuzotterweibchen

Dieser Vergleich zwischen Frühjahrs- und Herbsttemperaturen zeigt deutlich, dass teils extreme Temperaturunterschiede das Leben der Kreuzottern bestimmen. Die niedrigste Tiertemperatur betrug im Herbst 6 °C, die höchste Tiertemperatur im Frühjahr 35 °C. Aufgrund des großen Verbreitungsgebiets (das größte aller lebenden Schlangen der Erde) ist die Kreuzotter gut an ein Leben mit hohen Temperaturdifferenzen angepasst.

Die letzten Beobachtungen vor der Überwinterungsphase waren am 26. September und betrafen zwei Kreuzotterweibchen (T1, T3) sowie das Männchen (T5).

8. Fazit

In dieser Dokumentation werden in 9 Diagrammen, 5 Tabellen und 11 Abbildungen das Verhalten und die Wetter- sowie Körperoberflächentemperaturen von 8 Kreuzottern (*Vipera berus berus*) aufgezeigt.

Dem aufmerksamen Leser wird daher nicht entgangen sein, dass die Kreuzotter im Jahreszyklus (Erscheinen aus der Überwinterung Ende März und dem Beginn der Überwinterung am 26. September) großen Temperaturdifferenzen ausgesetzt ist und diese auch selbst herbeiführt.

Die Aktivitätsperiode dauerte somit 178 Tage. Die höchste gemessene Körpertemperatur betrug +38 °C, die niedrigste +6 °C. Durch eine Veränderung des Herzschlags in Verbindung

mit der Erweiterung der Blutgefäße wird die Körpertemperatur erhöht oder im gegenteiligen Fall abgesenkt. Durch Verhaltensweisen wie der Aufenthalt in Schatten- und Sonnereichen, das Aufsuchen von unterirdischen Bauten, das Liegen auf oder unter Rinde und Wurzeln oder anderen Substraten mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit, das Klettern in Vegetation versucht die Kreuzotter die Körpertemperatur auf Werte einzuregulieren, die für Körperfunktionen wie Nahrungsaufnahme und Verdauung, Erzeugung von Stoffwechselenergie, Zellaktivität von Muskeln und Drüsen sowie dem Sauerstoffverbrauch des Körpers optimal sind.

Die Balz und die Kopula im Frühjahr/Frühsummer werden ebenso dokumentiert wie die Geburt der Jungottern im Spätsommer.

Aus den dokumentierten Daten ist für die Haltung der Kreuzotter in Terrarien folgendes abzuleiten:

Von der Haltung in Glasterrarien innerhalb von Gebäuden ist abzuraten, da die von den Tieren freiwillig gewählten, hohen Temperaturdifferenzen innerhalb von Minutenabständen nur mit hohem technischem und finanziellem Aufwand herzustellen sind. Viele Halter scheuen diesen Aufwand oder verfügen nicht über die notwendigen Informationen und finanziellen Mittel und so sind Tiere aus gemäßigten Breiten wie die Kreuzotter selten erfolgreich gepflegte und gezüchtete Terrarieninsassen. Ein häufiger Fehler bei der Haltung von Reptilien ist das Erwärmen des Terrariums oder sogar eines gesamten Raums mit Terrarien (wie im Handel und bei Sammlern üblich) auf eine konstante Temperatur. Den Reptilien werden keine Temperatur- und Wetterzonen angeboten. Wird die Kreuzotter über einen längeren Zeitraum bei einer konstanten Temperatur gehalten, verkümmern die Tiere und sterben alsbald.

Die Haltung der Kreuzotter und anderer Reptilien aus gemäßigten Breiten mit starken Wetterschwankungen sollte nur in ausreichend großen Freilandterrarien oder technisch aufwendigen Glasterrarien erfolgen, da die Tiere an ein Leben unter großen Temperaturschwankungen innerhalb kurzer Zeitintervalle bestens angepasst sind und nur so die Stoffwechselrate der Tiere natürlich niedrig gehalten wird.

Als Fortsetzung dieser Arbeit wäre eine genauere Erfassung der Temperaturen in Kombination mit der Messung der relativen Luftfeuchte durch mehrere wasserdichte Datenlogger mit entsprechender Software und Auswertungsprogrammen wünschenswert. Bei der Größe der Freianlage von über 100qm² sollten 6-9 Datenlogger an verschiedenen Plätzen stationiert sein, um genügend Messdaten auswerten zu können.

Die Messdaten sollte Idealerweise Fachleute wie entweder ein Student/in oder ein Biologe/in erfassen. Zu diesem Zweck ist eine Kooperation mit Lehr- und Forschungseinrichtungen wie z.B. Universitäten anzustreben. Die anfallenden Personal- und Materialkosten könnten zum Teil durch Sponsoren oder Universitäten/Instituten und den TerraZoo aufgebracht werden. Eine weitere interessante Reptiliengruppe zur Erfassung von Verhaltens- und Temperaturdaten sind niederrheinische Echsen (Wald- und Zauneidechse) und Amphibien (Teichmolch). Eine neue Zauneidechsenanlage, in der auch ein Teich für Amphibien vorgesehen ist, entsteht zurzeit in der Außenanlage des TerraZoo.

9. Danksagung

Bedanken möchte sich der Autor bei folgenden Personen für die freundliche Zusammenarbeit: Dem Zooschullehrer des TerraZoo Rheinberg - Frank Bick - der mich ermutigte diese Dokumentation zu verfassen. Herr Bick hat auch die Erstellung dieser Dokumentation kritisch begutachtet und Verbesserungsvorschläge eingebracht.

Die Diplom Biologin Petra Burghardt war mit ihrem umfangreichen Fachwissen bei der Anfertigung der Kreuzottersteckbriefe und der Dokumentation der morphologischen Daten der Ottern unentbehrlich.

Dem Personal des TerraZoo, das mir den Zugang zur Kreuzotterfreianlage ermöglichte, ohne den diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Der größte Dank gebührt natürlich den wunderschönen Probanden dieser Dokumentation, den Kreuzottern (*Vipera berus berus*), die den Stress von **1667 Einzelbeobachtungen** über sich ergehen lassen mussten, und dem Autor dabei eine breite Palette ihrer erstaunlichen Verhaltensweisen präsentierten.

10. Quellenverzeichnis

Völkl, Wolfgang/Thiesmeier, Burkhard: Die Kreuzotter ein Leben in festen Bahnen?, Bielefeld, 2002

Karmasin, Matthias/Ribing, Rainer: Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten, Wien, 2009

Schiemenz, Hans: Die Kreuzotter, Wittenberg Lutherstadt, 1987

Bauchot, Roland: Schlangen, Augsburg, 1998

URL: www.terrazoo.de/artikel/kreuzottern_am_niederrhein

URL: www.terrazoo.de/artikel/das_jahr_der_kreuzotter.html

Schauer, Thomas/Caspari, Claus: Der große BLV Pflanzenführer, München, 2001