

Unken-Projekt

Zwischenbericht 2021



7.12.2021

Gelbbauchunken im Donaustauer und Kreuther Forst

Autoren:

Franz Häring, Angelika Weiß

Kurze Zusammenfassung

Im Donaustauer Forst und Kreuther Forst nahe Regensburg (Bayern) wird seit Mai 2019 der Bestand der Gelbbauchunken (*Bombina variegata*) untersucht. Das Projektgebiet wurde 2019 bis 2021 regelmäßig beobachtet. An 36 Orten wurde alle vier Wochen ein Monitoring durchgeführt. Durch die individuelle Erkennung, Längenvermessung und Standorterfassung konnten Populationsgröße, Altersstruktur, Geschlechterverhältnis, Wandertätigkeit, örtliche Verteilung und Fortpflanzungsaktivität ermittelt werden. Zusätzlich wurden auch Merkmale der Habitate, Vergesellschaftung mit anderen Arten und die abiotischen Faktoren Temperatur und Niederschlagsmenge dokumentiert.

Projektpartner	3
1. Einführung	4
1.1. Projektbeteiligte	4
1.2. Projektziel	4
2. Methodik	4
3. Daten	5
3.1. Daten zur Population	5
3.1.1. Überblick	5
3.1.1.1. Detaillierte Tabelle	7
3.1.1.2. Kopf-Rumpf-Längen	9
3.1.2. Alter und Wachstum	9
3.1.3. Fortpflanzung	11
3.1.4. Geschlechterverteilung	13
3.1.5. Örtliche Verteilung	14
3.1.5.2. Fanghäufigkeit nach Ort und Zeit	17
3.2. Vergesellschaftung	19
3.3. Wanderungen	21
3.4. Meteorologische Daten	22
3.5. Habitate	24
3.6. Monitoring-Kalender	25
4. Zusammenfassung	27
5. Anhänge	28
5.1. Literaturverzeichnis	28
5.2. Angaben zum Urheberrecht von Kartendarstellungen und Bildern	28

Projektpartner



Hartmut Schmid
Landschaftspflegeverband Regensburg e.V.
Altmühlstraße 3
93059 Regensburg
www.lpv-regensburg.de



Dr. Cornelia Paulsch
Dr. Axel Paulsch
Institut für Biodiversität – Netzwerk e.V.
(ibn)
Nußbergerstr. 6a
93059 Regensburg
www.biodiv.de



Bund Naturschutz in Bayern e.V.
Kreisgruppe Regensburg
Ortsgruppe Donaustauf-Tegernheim

1. Einführung

Das Projekt wird bis Ende 2022 weitergeführt, deshalb werden in diesem Zwischenbericht nur sehr kompakt die Ergebnisse bis 2021 dokumentiert.

1.1. Projektbeteiligte

Das Projekt wurde durch Hartmut Schmid (Gebietsbetreuer beim Landschaftspflegeverband Regensburg) und Martha Glück (BUND OG Donaustauf-Tegernheim) initiiert. Die aktiven Mitarbeiter sind (in alphabetischer Reihenfolge):

Martha Glück	BUND OG Donaustauf-Tegernheim
Franz Häring	BUND OG Donaustauf-Tegernheim
Marianne Häring	BUND OG Donaustauf-Tegernheim
Dr. Axel Paulsch	Institut für Biodiversität – Netzwerk e.V (ibn)
Dr. Cornelia Paulsch	Institut für Biodiversität – Netzwerk e.V (ibn)
Hartmut Schmid	Landschaftspflegeverband Regensburg e.V.
Angelika Weiß	BUND KG Regensburg
Dr. Beate Withöft	BUND OG Donaustauf-Tegernheim

1.2. Projektziel

Im Donaustauer und Kreuther Forst wird zur Entwicklung eines geeigneten Schutzkonzepts der Bestand von Gelbbauchunken erfasst und regelmäßig beobachtet. Aus den Beobachtungsdaten soll der Zustand der Population ermittelt und Veränderungen rechtzeitig erkannt werden, um ggf. Schutzmaßnahmen einzuleiten. Eine systematische Vorgehensweise und sorgfältige Dokumentation sollen die Beobachtungen auch für zukünftige Zwecke verwendbar machen.

2. Methodik

Die Methodik ist im Projektbericht 2020 beschrieben.

3. Daten

3.1. Daten zur Population

3.1.1. Überblick

Eine Zusammenfassung der in der Web-App in den Jahren 2019 bis 2021 aufgenommenen Daten zeigt folgende Tabelle:

Bedingungen	Alle Jahre	2019	2020	2021
Gesamtzahlen	924	407	447	376
0 Überwinterungen	532	276	128	128
1 Überwinterungen	306	76	156	74
2+ Überwinterungen	285	55	165	174
Weiblich 2+ Überwinterungen	154	34	94	87
Männlich 2+ Überwinterungen	124	21	71	80
Vermisste Individuen		0	269	279
Neue Individuen		407	319	198

Gezählt werden alle verschiedenen Individuen, die im jeweiligen Zeitraum mindestens einmal die Bedingungen erfüllen.

Die Differenzen der Individuenzahlen 2021 mit 2+ Überwinterungen von der Summe aus Weiblich 2+ Überwinterungen und Männlich 2+ Überwinterungen rühren aus der Tatsache, dass es 7 Individuen gibt, die gemäß Wachstumskurve (siehe 3.1.2) bereits zweimal überwintert haben, aber dennoch aufgrund der Kopf-Rumpf-Länge bzw. fehlender Brunftschwieneln noch nicht als adulte Individuen gerechnet werden.

Sonstige Elemente

	Alle Jahre	2019	2020	2021
Gesamtzahlen	3587	827	1379	1381
Passbilder	1946	596	808	542
Sonstige Fotos und Ortsmeldungen	1641	231	571	839

Abb. 3.1.1.a: Tabellarische Zusammenfassung

Der Anstieg von “Sonstigen Fotos und Ortsmeldungen” insbesondere im Jahr 2021 ist darauf zurückzuführen, dass die Pfützen im Jahresverlauf genauer dokumentiert wurden hinsichtlich Zustand (Verkrautung, Wasserstand etc.) sowie Prädatoren (siehe [3.5. Habitate](#)).

Verschiedene Individuen

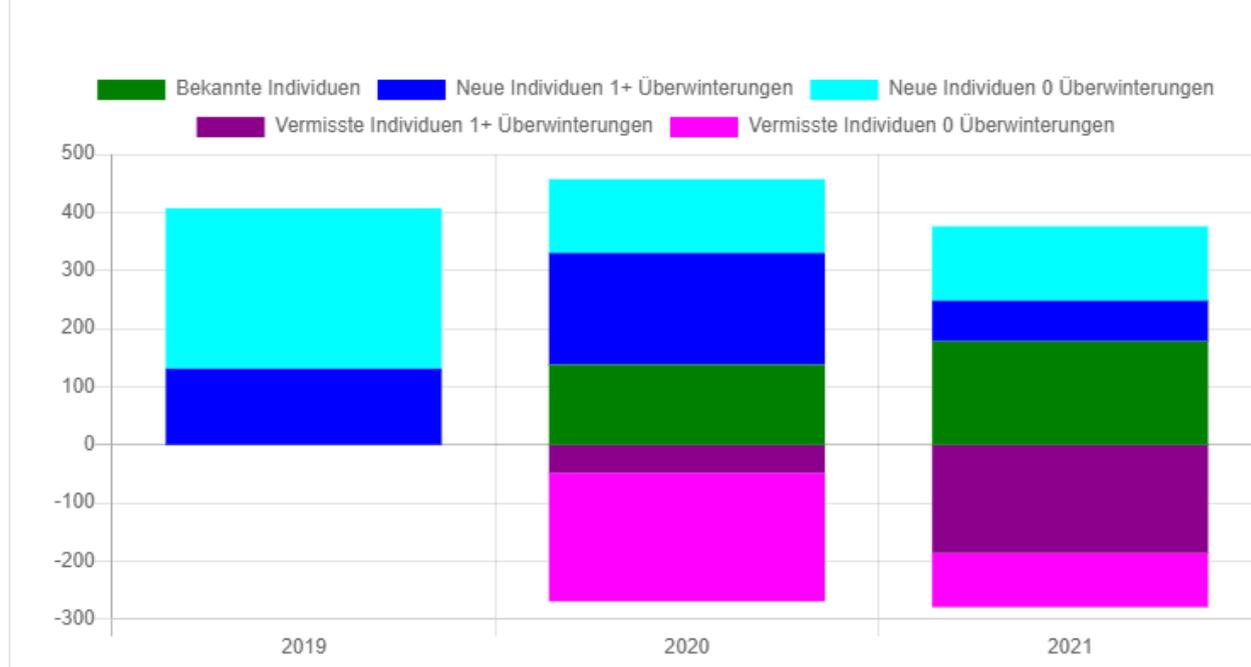


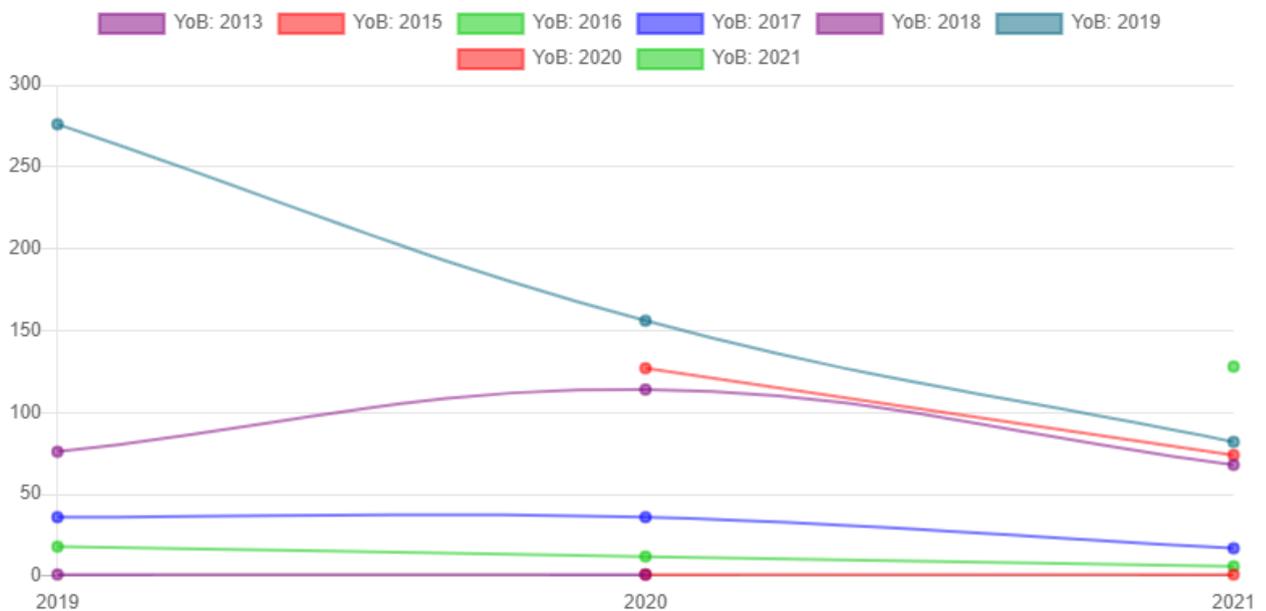
Abb. 3.1.1.b: Grafische Zusammenfassung

Diese grafische Zusammenfassung bietet gerade bei langjährigem Monitoring einen Grobüberblick der Entwicklung der Population: während die Mächtigkeit des hellblauen Balkens die Zahl der diesjährigen Hüpferlinge anzeigt, erkennt man am königsblauen Balken, wie viele Hüpferlinge des vergangenen Jahres überlebt haben (und gefunden wurden) und am grünen Balken alle bekannten Individuen mit mindestens einer

Überwinterung, die in diesem Jahr gefunden wurden.

Eine andere Darstellung wurde in folgender Grafik gewählt:

Die Anzahl von Individuen, die in einem Jahr mindestens einmal gefangen wurden, aufgeschlüsselt nach Jahrgängen (YoB, Year of Birth).



Hier wird die Stärke eines Jahrgangs über die Zeit verfolgt. Wirklich aussagekräftig sind die Daten natürlich nur bei Jahrgängen, deren Beginn im Beobachtungszeitraum liegt, also ab 2019. Der Jahrgang 2019 bildet einen Ausreißer nach oben, der fast nur durch die Massenvermehrung an M1 verursacht wird.

3.1.1.1. Detaillierte Tabelle

Alle erfassten Individuen werden in der folgenden Tabelle nach verschiedenen Kriterien über dem Beobachtungszeitraum zusammengefasst. Der Ausdruck 1+ usw. steht dabei für "1 oder mehr".

Verschiedene Individuen

Bedingungen	Alle Jahre	2019	2020	2021
Gesamtzahlen	924	407	447	376
>= 38 mm	325	100	207	178
>= 33 mm	410	130	258	225
< 33 mm	615	298	216	175
0 Überwinterungen	532	276	128	128
1 Überwinterungen	306	76	156	74
1+ Überwinterungen	483	131	320	248
2 Überwinterungen	232	37	114	82
2+ Überwinterungen	285	55	165	174
3 Überwinterungen	123	18	37	68
3+ Überwinterungen	130	19	51	92
Weiblich	207	82	150	107
Männlich	163	61	122	98
Weiblich 2+ Überwinterungen	154	34	94	87
Männlich 2+ Überwinterungen	124	21	71	80
Vermisste Individuen		0	269	279
Vermisste Individuen 0 Überwinterungen		0	221	93
Vermisste Individuen 1 Überwinterungen		0	28	95
Vermisste Individuen 1+ Überwinterungen		0	48	186
Vermisste Individuen 2 Überwinterungen		0	14	60
Vermisste Individuen 2+ Überwinterungen		0	20	91
Neue Individuen		407	319	198
Neue Individuen 0 Überwinterungen		276	127	128
Neue Individuen 1 Überwinterungen		76	105	39
Neue Individuen 1+ Überwinterungen		131	192	70
Neue Individuen 2 Überwinterungen		36	70	19
Neue Individuen 2+ Überwinterungen		55	87	31

Gezählt werden alle verschiedenen Individuen, die im jeweiligen Zeitraum mindestens einmal die Bedingungen erfüllen.

Abb. 3.1.1.1.a: Detaillierte tabellarische Daten

Wie unter 3.1.1 bereits angesprochen, sind für belastbare Interpretationen Daten von Monitoring über mehr als drei Jahre erforderlich. Insofern wird hier nur auf besonders auffällige Daten verwiesen: Die hohe Zahl der vermissten Hüpferlinge ("0 Überwinterungen") in 2020 korreliert mit der sehr hohen Hüpferlingzahl in 2019 im Gegensatz zu 2020: In 2019 wurden beim Monitoring an einem Ort über 136 Hüpferlinge

gefunden, die Gesamtzahl der verschiedenen Hüpferlinge 2019 lag bei 276. In 2020 wurden mit 127 weniger als die Hälfte insgesamt an Hüpferlingen gefunden (dito 2021 mit 128). Im Gegenzug war auch die Zahl der vermissten Hüpferlinge im Jahr 2021 mit 93 um knapp 130 niedriger als 2020.

3.1.1.2. Kopf-Rumpf-Längen

Die Häufigkeitsverteilung der Kopf-Rumpf-Längen aller Fänge, aufgeschlüsselt nach dem Alter (Überwinterungen) der gefangenen Individuen.

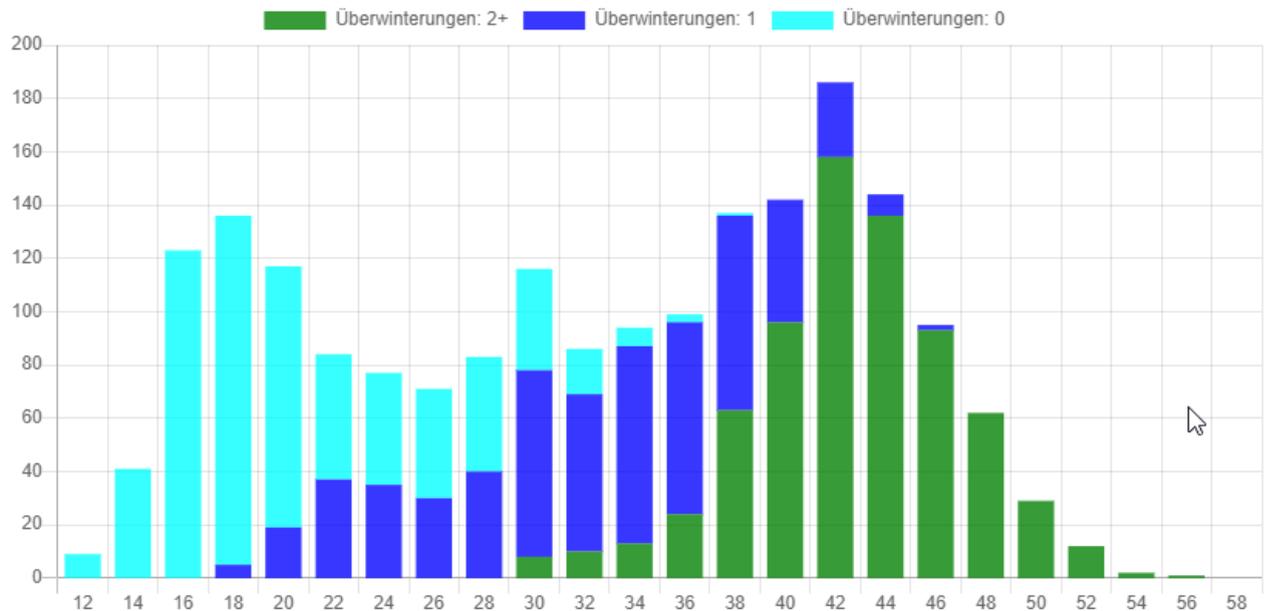


Abb. 3.1.1.2.a: Längenklassen im 2mm-Raster über 2019, 2020 und 2021

3.1.2. Alter und Wachstum

Die Kopf-Rumpf-Länge aller Fänge aufgetragen über der Zeit:



Abb. 3.1.2.c: Länge / Zeit: Datenpunkte

Die Zeitskala wurde so angepasst, dass die Wintermonate nur sehr kleinen Raum einnehmen.

Im Jahr 20219 und 2021 zeigt sich insgesamt eine geringere Datenpunktdichte als 2020. 2019 ist das vermutlich darauf zurückzuführen, dass das Projekt erst angelaufen ist. 2021 lagen die Gesamtzahlen an Individuen bei allen drei Klassen (> 38 mm, zwischen 33 und 38 mm und < 33 mm sh. [3.1.1. Überblick](#)) um 12 - 19 % niedriger als 2020, was sich logischerweise auch in der Fangdichte niederschlagen sollte.

Auffallend ist, dass sich an die großen Fangzahlen an Hüpferlingen im Spätsommer/Herbst 2019 deutlich große Fangzahlen von Individuen zwischen 18 und ca. 27 mm Länge im Frühling 2020 anschließen, im Frühling 2021 diese Fraktion aber fast vollständig ausfällt. Deutliche Fangzahlen dieser Fraktion sind erst wieder im Spätsommer/Herbst 2021 zu beobachten.

Ideale Wachstumskurven gefittet an die Datenpunkte der Individuen, eingefärbt nach dem durch das Fitting automatisch ermittelten Zeitpunkt der Metamorphose (jede Farbe ein Jahrgang):

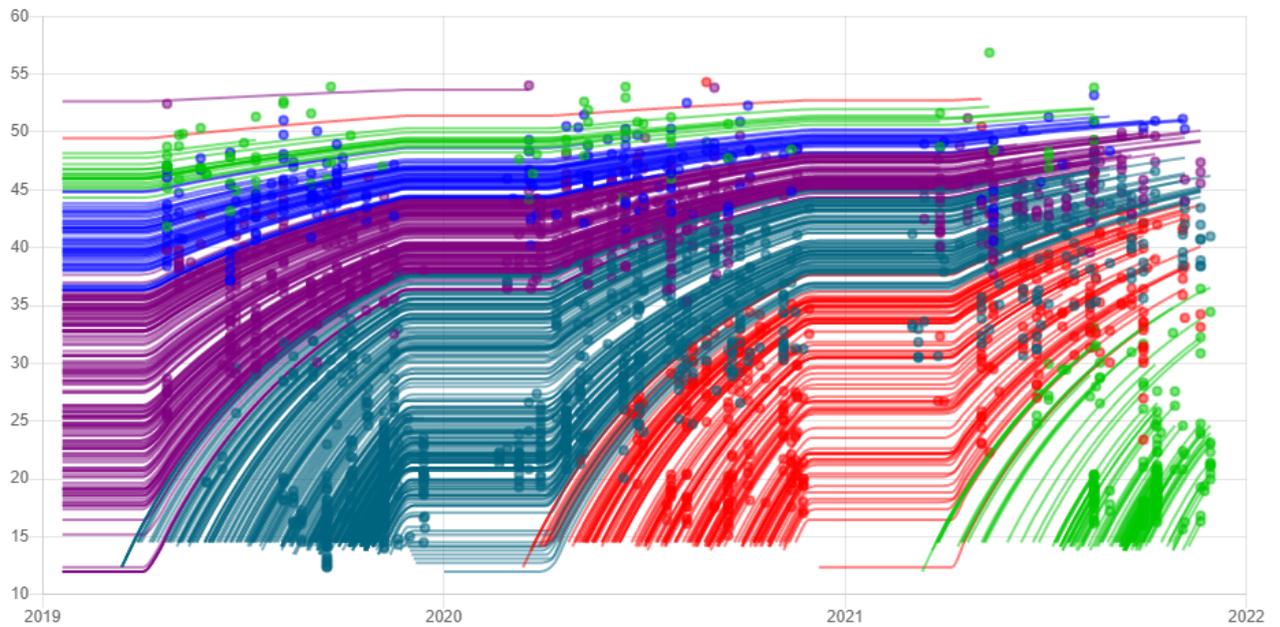


Abb. 3.1.2.e: Länge / Zeit: Wachstumskurven

3.1.3. Fortpflanzung

Eine Auswertung nach den Kategorien Unkenlaich und Unkenquappen zeigt, dass im Verlauf der beiden Saisonen nur an 16 von 39 monitorierten Orten kein Unkenlaich und/oder Unkenquappen gefunden wurde ([Abb. 3.1.3.a und b](#))

Hinweis: Die Koordinaten sind verfremdet, um Missbrauch der Standortdaten zu verhindern.

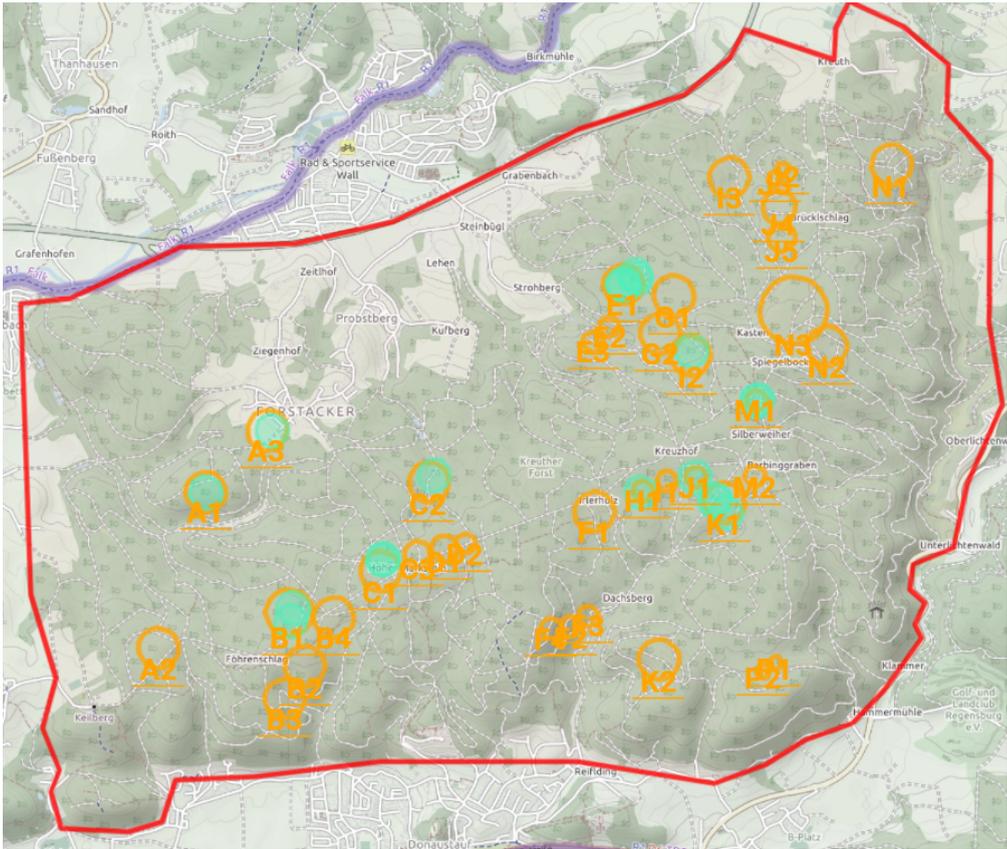


Abb. 3.1.3.a: Orte mit Unkenlaich 2019 - 2021 Karte [Open Street Map](#)

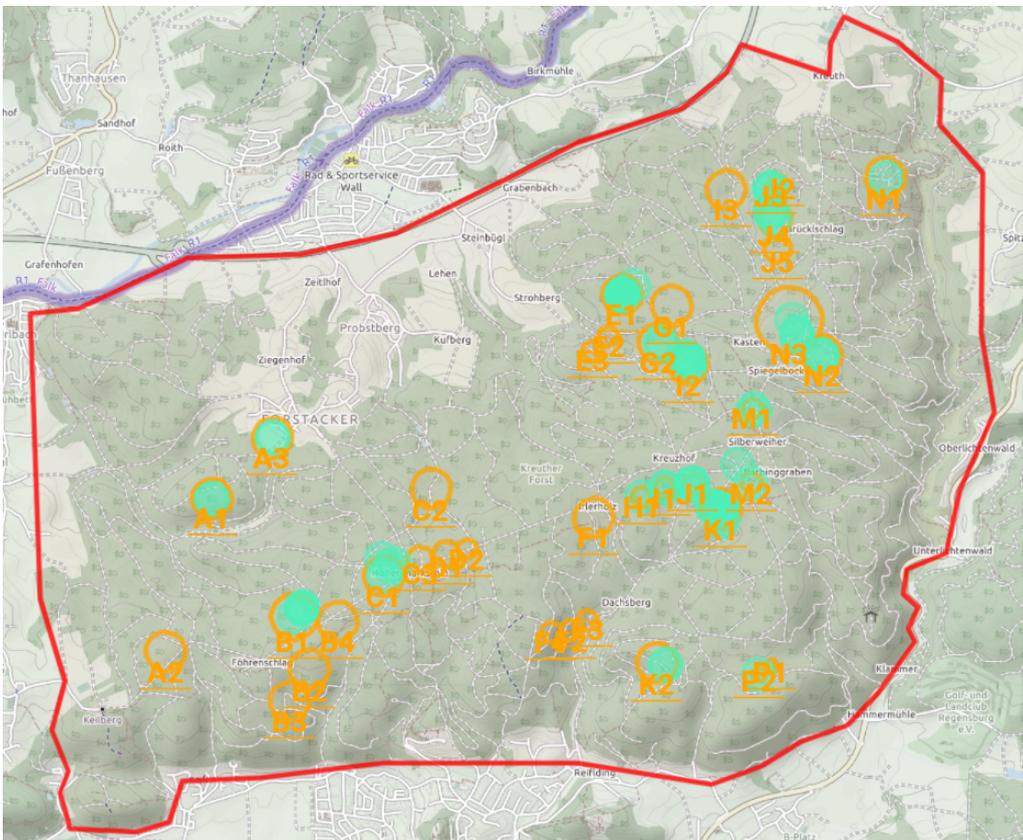


Abb. 3.1.3.b Orte mit Unkenquappen 2019 - 2021 Karte: [Open Street Map](#)

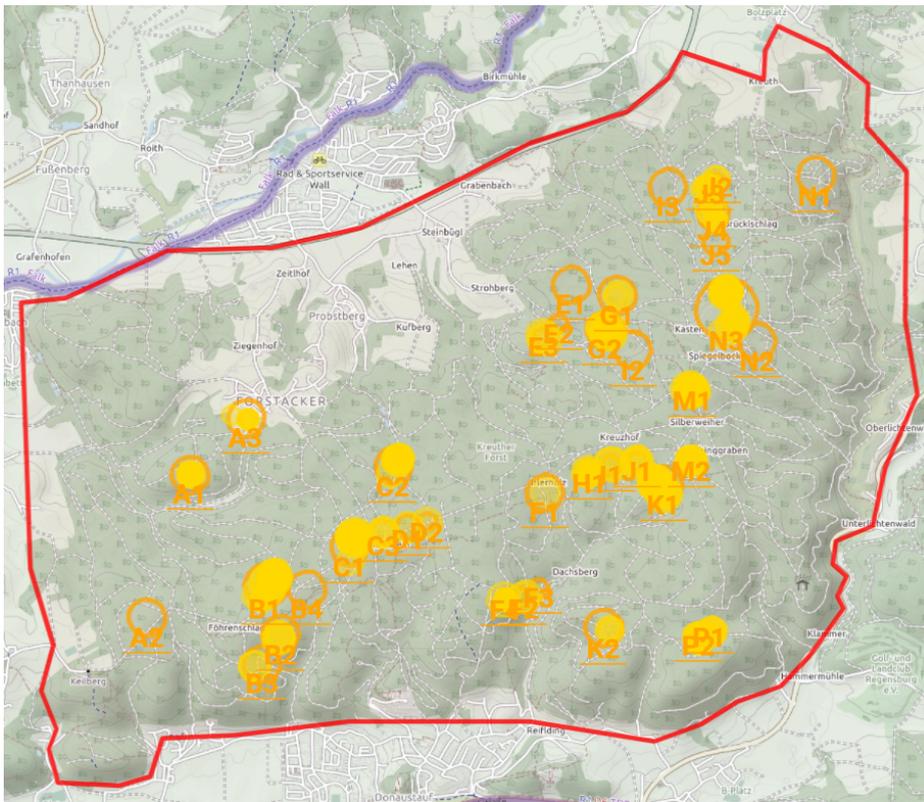


Abb. 3.1.3.c Orte mit Hüpferlingen 2019 - 2021 Karte: Open Street Map

Hüpferlinge wurden an deutlich mehr Orten gefunden als Laich oder Quappen, was daran liegen kann, dass zum einen in 2019 der Laich noch nicht gezielt dokumentiert wurde, zum anderen, dass die Kaulquappen nach Gollmann meist nach 5 - 8 Tagen Embryonalentwicklung schlüpfen und durch den 4 wöchigen Monitoringturnus damit oft einfach nicht erfasst werden.

Der Vergleich der drei Abbildungen zeigt, dass in den drei Jahren des Monitorings nahezu an allen untersuchten Orten Fortpflanzung stattgefunden hat, da entweder Laich oder Quappen oder Hüpferlinge gefunden wurden.

3.1.4. Geschlechterverteilung

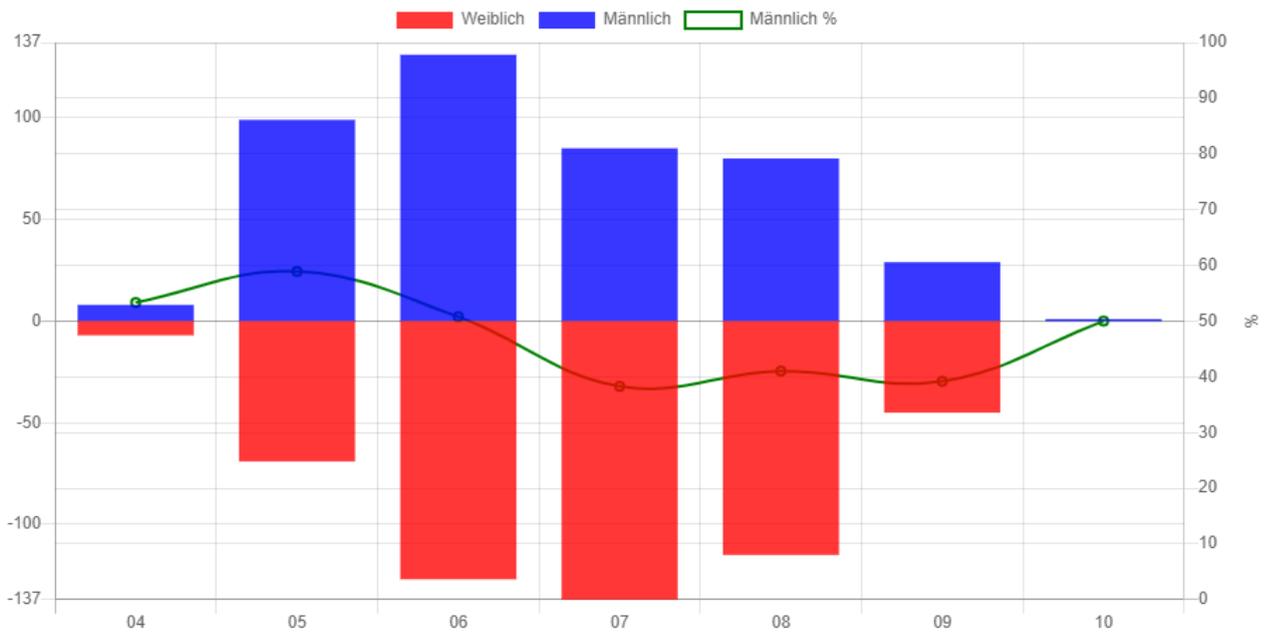


Abb. 3.1.4.a: Geschlechterverteilung

Die Abbildung zeigt die Geschlechterverteilung im Jahresverlauf anhand aller monitorierten Unken, also auch der Wiederfänge. Gezählt wurden nur Unken, die mindestens zwei Überwinterungen hinter sich haben.

3.1.5. Örtliche Verteilung

Die Verteilung der Fänge im Projektgebiet kann als Heatmap dargestellt werden.

Hinweis: Die Koordinaten sind verfremdet, um Missbrauch der Standortdaten zu verhindern.

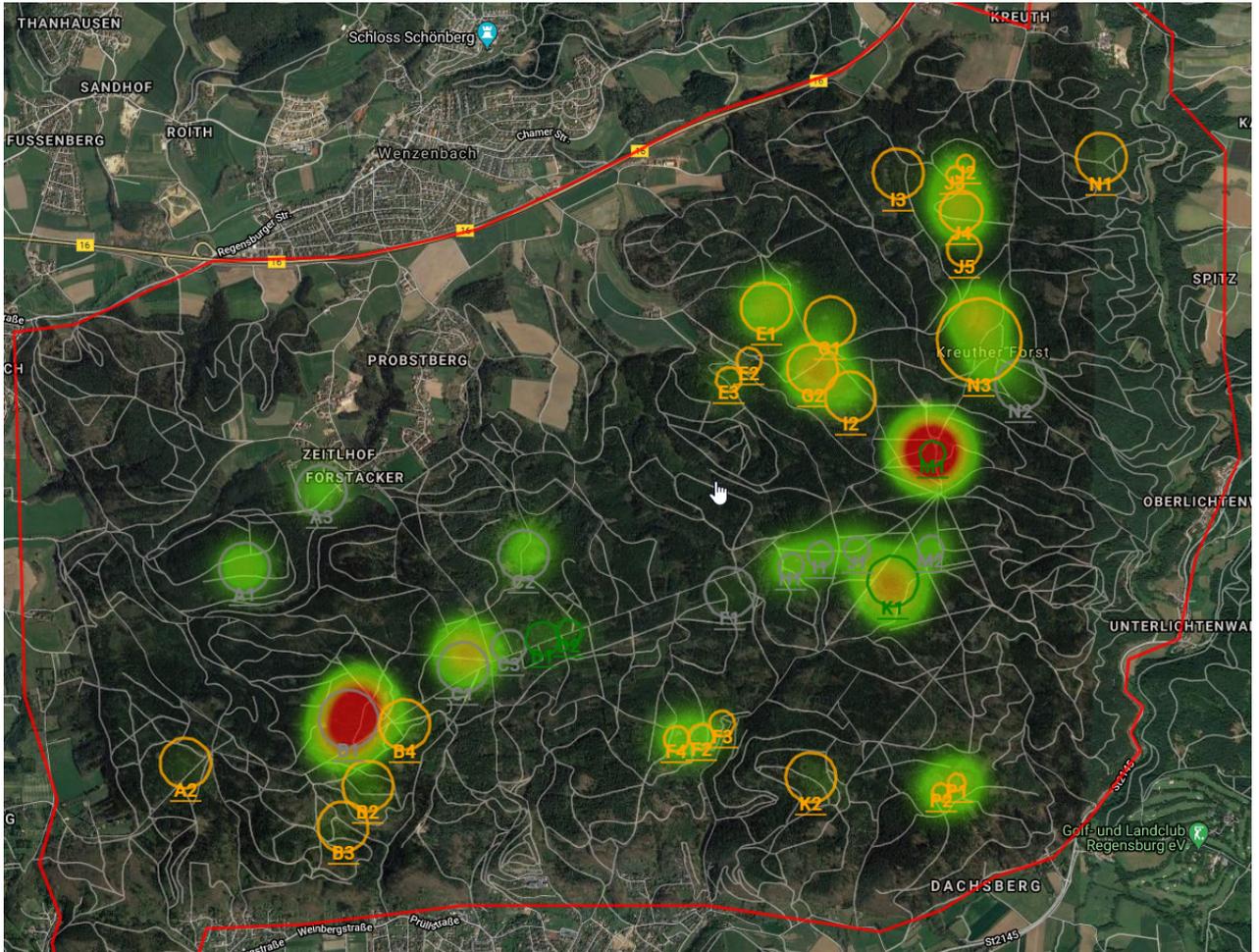


Abb. 3.1.5.a: Die Verteilung aller Fänge (Karte: [Google Maps](#))

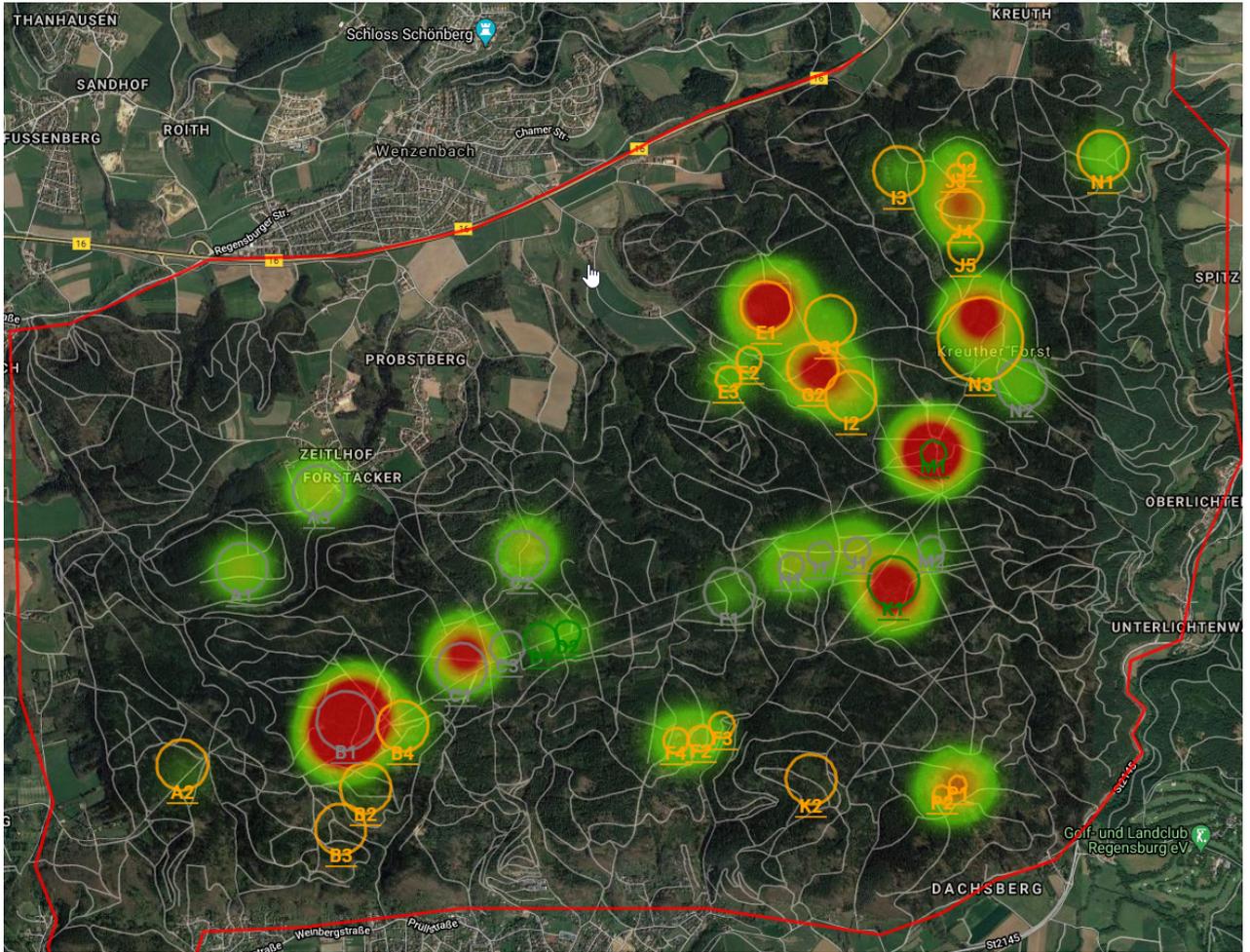


Abb. 3.1.5.b: Die Verteilung adulter Fänge (Karte: [Google Maps](#))

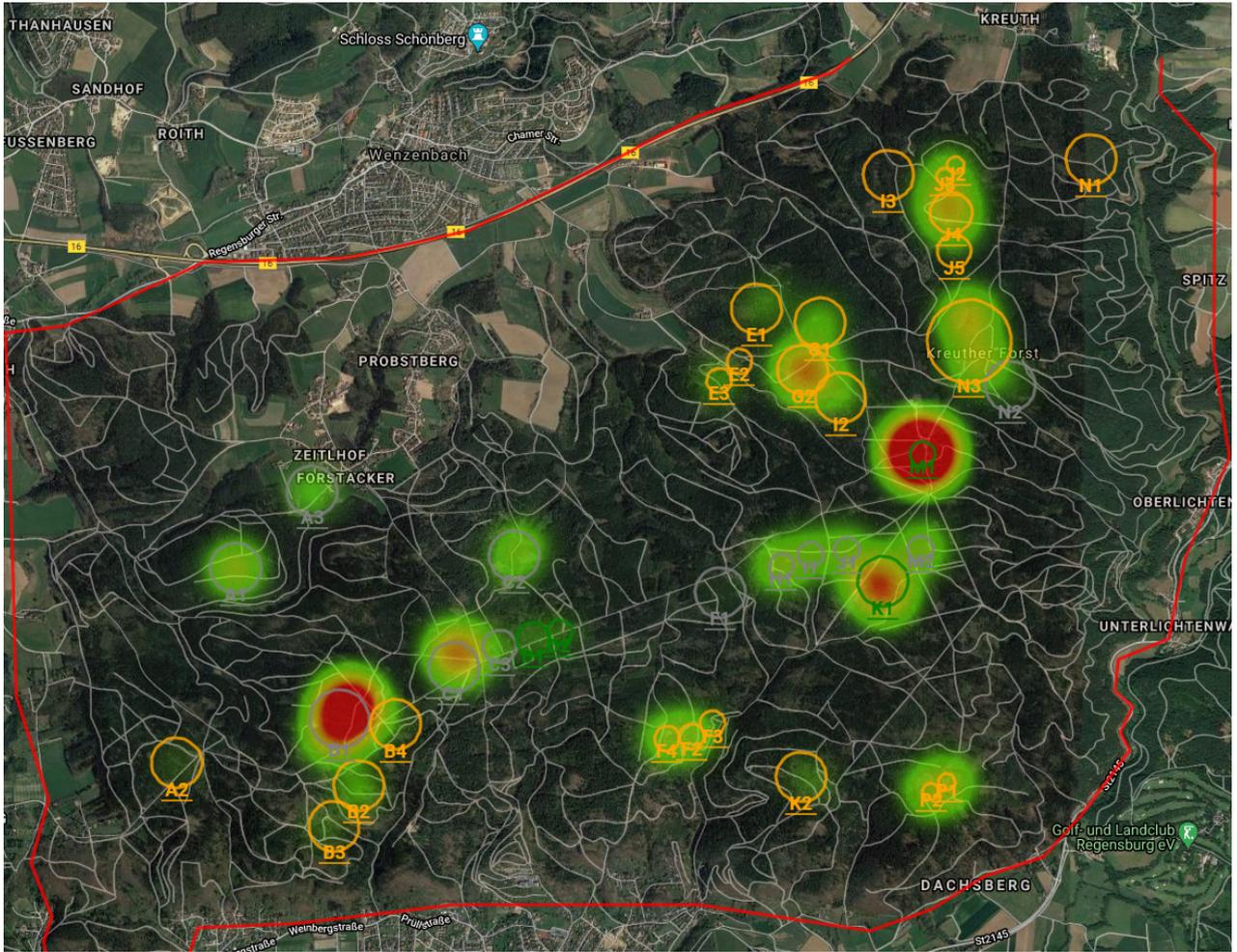


Abb. 3.1.5.c: Die Verteilung der Fänge mit maximal 1 Überwinterung (Karte: [Google Maps](#))

3.1.5.2. Fanghäufigkeit nach Ort und Zeit

Häufigkeit nach Ort / Zeit Diagramm

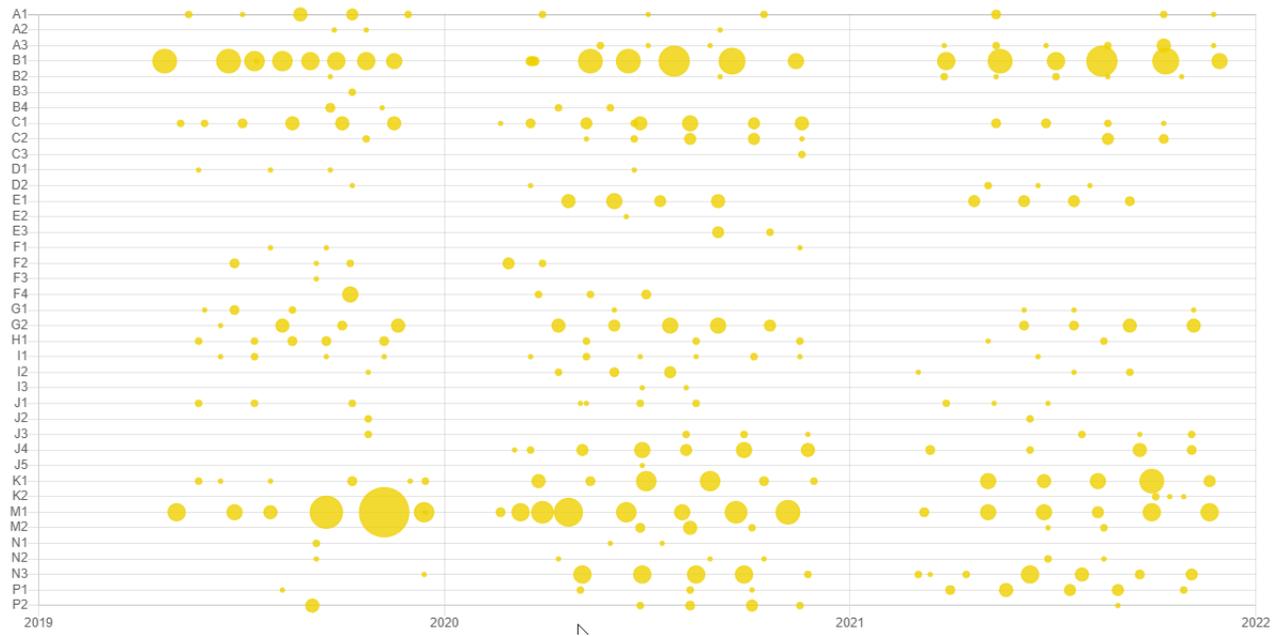


Abb. 3.1.5.2.a: Häufigkeit aller Fänge

Häufigkeit nach Ort / Zeit Diagramm



Abb. 3.1.5.2.b: Häufigkeit Fänge von Adulti (1 und mehr Überwinterungen)

Häufigkeit nach Ort / Zeit Diagramm

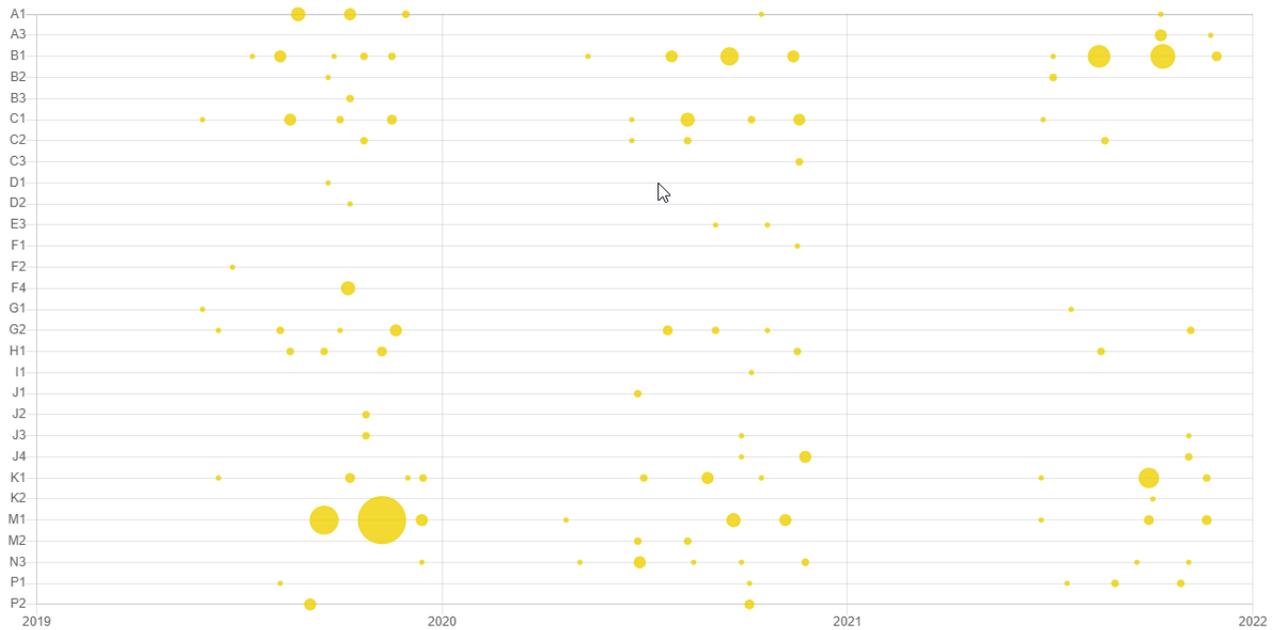


Abb. 3.1.5.2.c: Häufigkeit Fänge von neuen Hüpferlingen (nur Erstfang)

3.2. Vergesellschaftung

Die während der Saison ebenfalls registrierten Tiere zeigt Tabelle 3.2.a:

Kategorie	Anzahl Fänge
Schwanzlurche	30
Bergmolch	22
Teichmolch	5
Erdkröte	3
Grasfrosch	11
Grümfrosch	20
Libellenlarven	45
Käferlarven (Furchenschwimmer)	2

Tab. 3.2.a: Gesamtzahl Fänge sonstiger Tiere von April bis Oktober 2021 (jeweils Adulti außer bei Insekten)

In o.g. Tabelle sind auch Prädatoren enthalten, welche als biotische Faktoren die Habitatqualität beeinflussen (können). Im Projektbericht 2022 soll dieser Aspekt - auch aufgrund dann vorliegender breiterer Datenbasis - ausführlicher erläutert werden.

Die Verteilung der vergesellschafteten Frosch- und Schwanzlurche (jeglicher Altersstufen) bei den Monitorings in den Pfützen zeigen die Abbildungen 3.2.b und 3.2.c

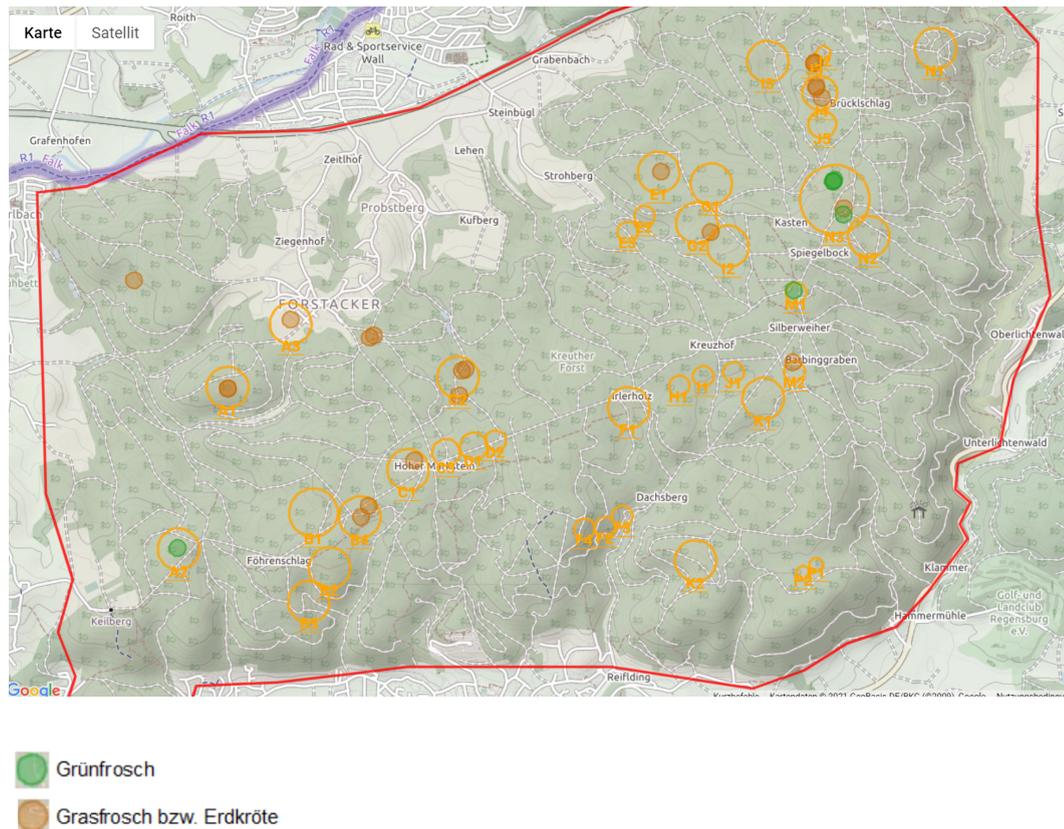
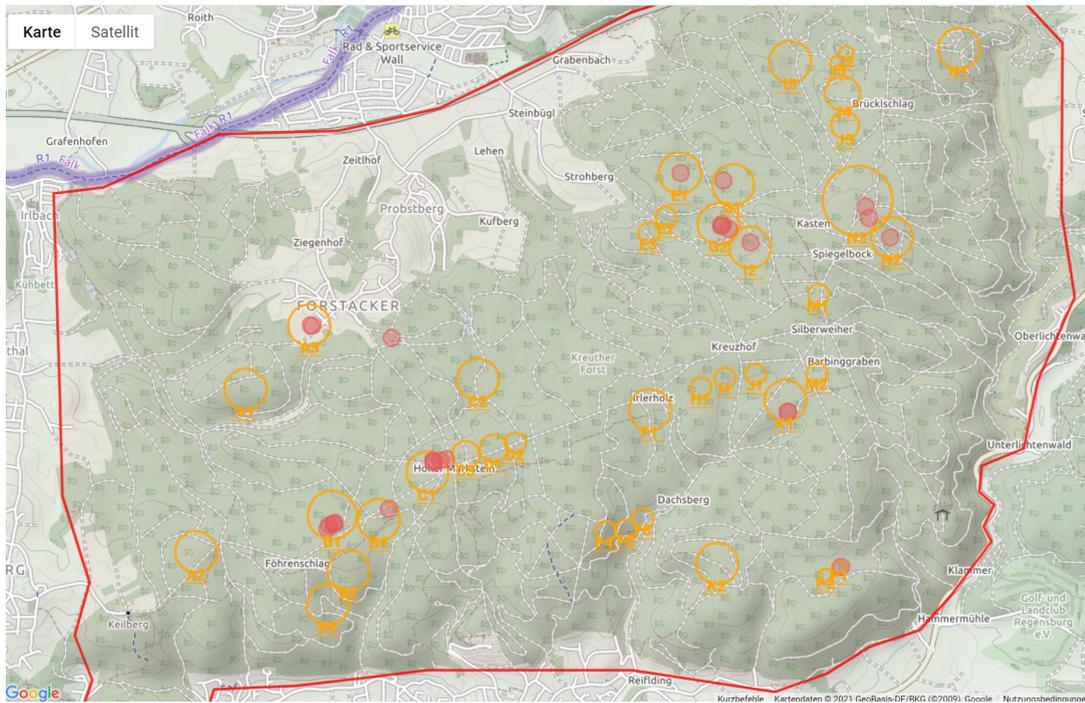


Abb. 3.2.b Vergesellschaftung mit Grümfrosch, Grasfrosch oder Erdkröte



 Teich- oder Bergmolch

Abb. 3.2.c Vergesellschaftung mit Teich- oder Bergmolch

3.3. Wanderungen

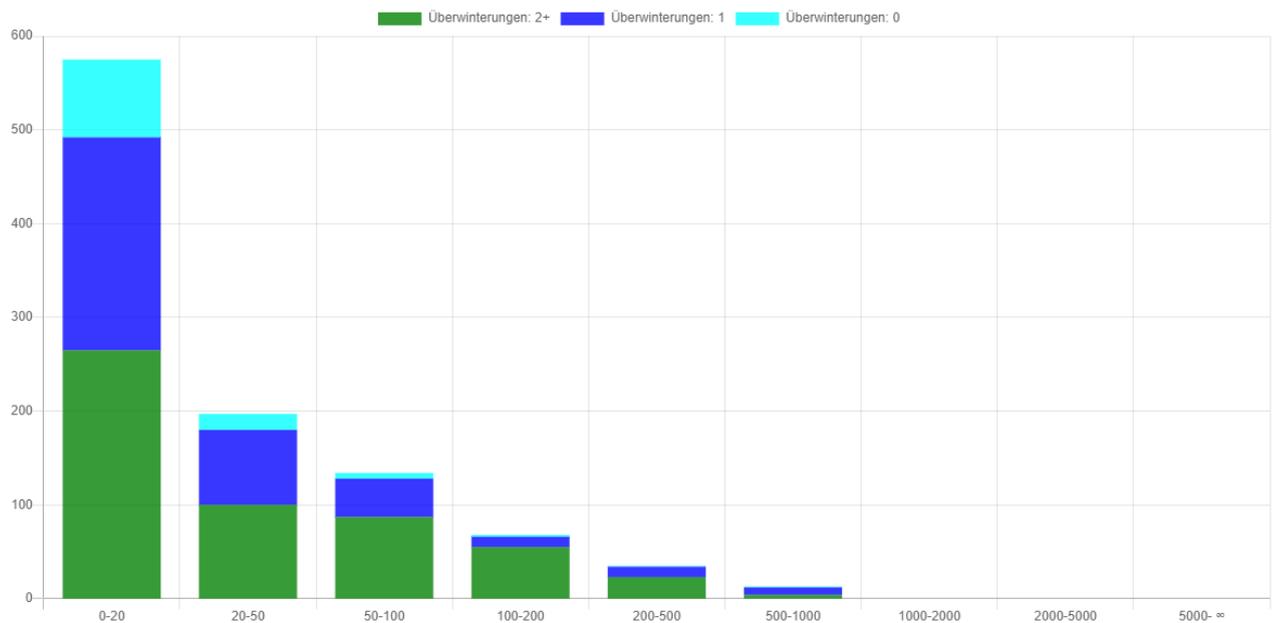


Abb. 3.3.a: Häufigkeitsverteilung der Wanderdistanzen

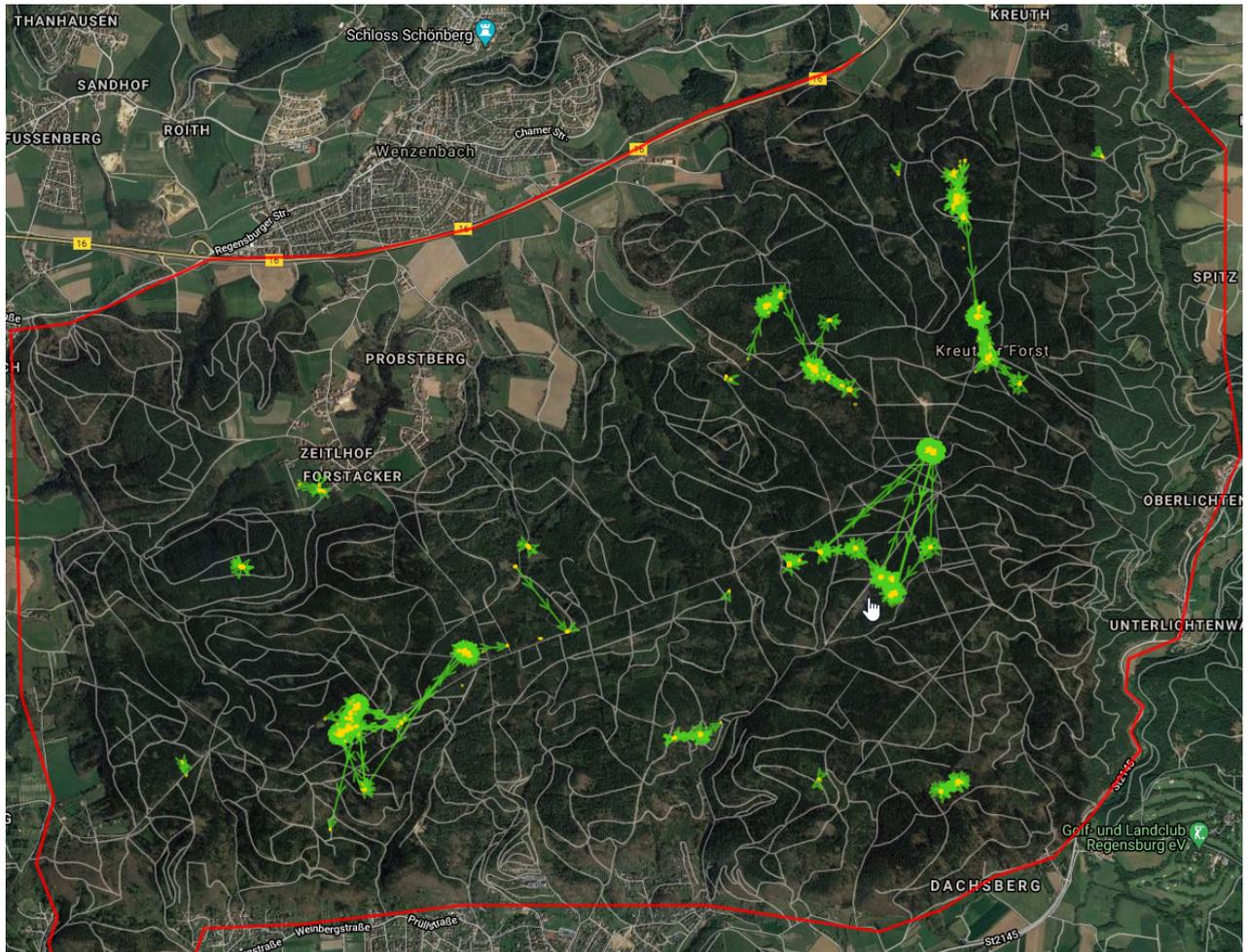


Abb. 3.3.b: Kartendarstellung der Wanderungen (Karte: [Google Maps](#))

3.4. Meteorologische Daten

Die Daten zu Temperaturverlauf und Niederschlag wurden der Quelle: <https://meteostat.net/de> (abgerufen am 24.10.21) entnommen. Diese berechnet aus benachbarten Wetterstationen die Werte für den Raum Donaustauf.

Meteorologische Daten 2021

Anfang April bis Ende Oktober

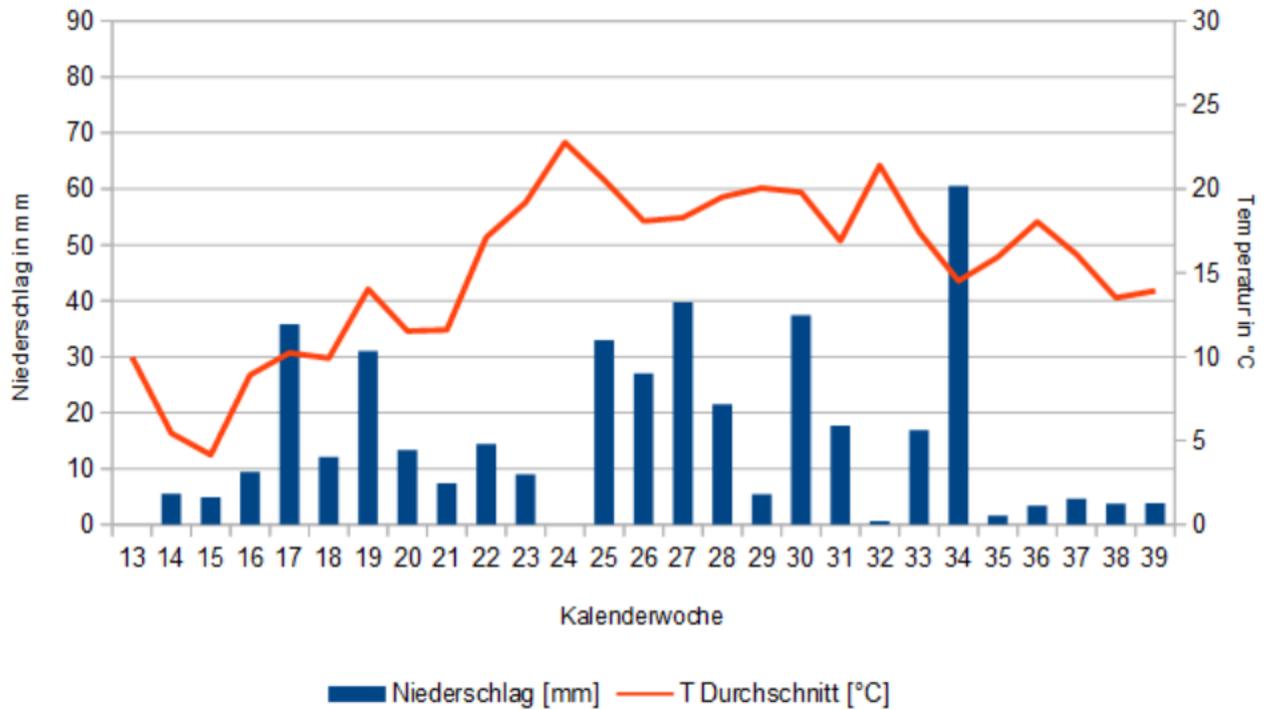


Abb. 3.4.a Niederschlag und durchschnittliche Temperatur im Beobachtungszeitraum

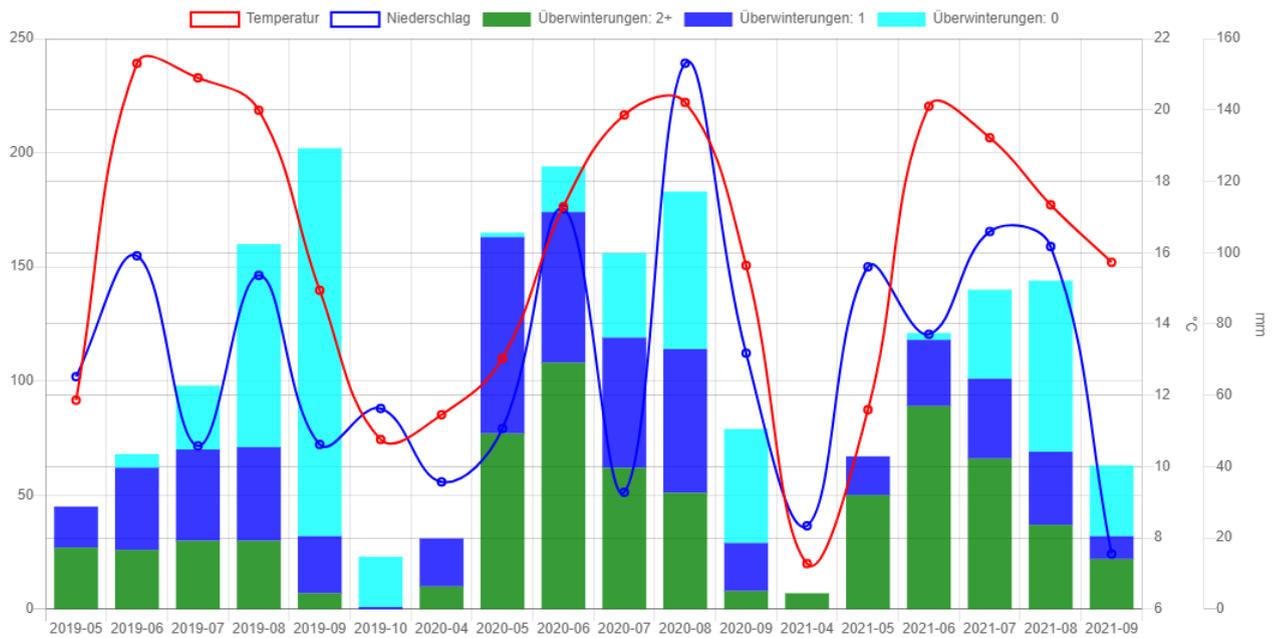


Abb. 3.4.b Fanghäufigkeit und meteorologische Daten

Der Vergleich zu den Daten der beiden Vorjahre zeigt eine konstantere Verteilung der Niederschläge auf die Monate Mai - Juni - Juli, wenn sie auch mit insg. 437 mm zwischen den Saisonen 2019 und 2020 lagen. Die Durchschnittstemperatur von 14,4°C der Monate April - Oktober lag 0,9°C unter der von 2020 und 1,7 °C unter der der Saison 2019 .

3.5. Habitate

Aufgrund von Anregungen aus einem Unkenprojekt in Baden-Württemberg ([Schrell et al.](#)) wurden die Habitate noch intensiver als 2020 dokumentiert, um einen eventuellen Einfluss auf die Population erkennen zu können. Die Klassifizierung nach Pfützensgröße, Bodenbeschaffenheit, Besonnung, Bewuchs, Gewässeranzahl und Störungen wurde fortgeführt (siehe [Abb. 3.5.a](#)) - eine detaillierte Auswertung ist für den Abschlussbericht 2022 vorgesehen. Augenfällige Änderungen sind - passend zu den meteorologischen Daten - dass 2021 nur 3 von 36 nachfolgend klassifizierten Fundorte im Laufe der Saison ausgetrocknet sind, während dies 2020 an 8 von 38 Orten passierte.

An den Orten A2, B3, B4, C3, D1, E2, E3, F1, I3, J5 und N1 konnten in 2021 keine Unken gefunden werden (siehe auch [Abb. 3.6.a: Monitoring-Kalender 2021](#)). F2 - F4 wurde wegen des letztjährigen Fundes von Feuersalamandern aus dem Monitoring genommen. Zur Klarstellung wurden die Kategorien "5+[...]“ in "6+[...]“ umbenannt, beinhalten aber noch die gleiche Pfützenanzahl wie 2019 und 2020.

Dauerhaft besonnt						
Süd-exponiert	 					
Fahweg oder Schneise	 	 	 	 		
Schattig	 	 				
	1 Gewässer	2-3 Gewässer	4-5 Gewässer homogen	4-5 Gewässer heterogen	6+ Gewässer homogen	6+ Gewässer heterogen



Abb. 3.5.a Kategorisierung der Fundorte

3.6. Monitoring-Kalender

Für die einzelnen Orte (A1..P2) werden pro Kalenderwoche die Fangzahlen und, mit Schrägstrich getrennt, der Anteil der Wiederfänge angegeben.

Monitoring-Kalender

Jahr

2021

Ort	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
A1			0/0				4/2				0/0				0/0				2/0				1/1	
A2				0/0				0/0			0/0					0/0				0/0				
A3			1/1				2/0				1/1				2/1				8/1					1/0
B1			16/15				33/27				16/15				51/21				38/5					11/7
B2			2/2				1/1				2/0				1/1	0/0				1/1				
B3			0/0				0/0				0/0					0/0				0/0				
B4			0/0				0/0				0/0				0/0				0/0	0/0				
C1	0/0	0/0					5/5				4/2				2/1				1/1					0/0
C2			0/0				0/0				0/0				7/0				4/1					0/0
C3			0/0				0/0				0/0				0/0				0/0					0/0
D1	0/0					0/0				0/0				0/0				0/0					0/0	
D2	0/0					2/0				1/1				1/1				0/0					0/0	
E1	0/0				6/6				7/7				6/4				4/4					0/0		
E2			0/0		0/0		0/0						0/0				0/0					0/0		
E3			0/0				0/0																	
F1	0/0					0/0				0/0				0/0	0/0				0/0					0/0
F2																								
F3																								
F4																								
G1	0/0				0/0				1/1				1/0				0/0					1/0		
G2	0/0				0/0				5/4				5/4				8/6					10/7		
H1	0/0					1/1				0/0					2/0				0/0					0/0
I1	0/0					0/0				1/0					0/0				0/0					0/0
I2	1/1				0/0				0/0				1/1				2/0					0/0		
I3	0/0				0/0				0/0				0/0				0/0					0/0		
J1			2/2				1/1				1/1				0/0				0/0					0/0
J2	0/0				0/0				2/0				0/0				0/0					0/0		
J3	0/0				0/0				0/0				2/2				1/0					2/1		
J4	4/3				0/0				3/3				0/0				10/7					5/2		
J5	0/0				0/0								0/0				0/0							
K1	0/0					13/10				8/7			14/8				33/13					6/4		
K2																		2/0	1/1	1/1				
M1	4/4					13/10				12/10			7/6				17/13					15/10		
M2	0/0	0/0					0/0				1/0				3/3			0/0				0/0		0/0
N1	0/0				0/0				0/0				0/0				0/0					0/0		
N2			0/0				0/0				2/2				1/1				0/0				0/0	
N3	2/2	1/1			2/2				18/14				9/9				5/4					7/6		
P1					4/3				8/8			7/5				7/4						2/0		
P2					0/0				0/0			0/0				1/1						0/0		

Abb. 3.6.a: Monitoring-Kalender 2021

4. Zusammenfassung

Das Projektgebiet wurde auch 2021 regelmäßig beobachtet. An 36 Orten wurde alle vier Wochen ein Monitoring durchgeführt, jedoch nur an 25 Orten Unken gefunden, insgesamt 376 verschiedene Individuen, davon 198 neue Individuen. Neben dem bereits in 2019 und 2020 praktizierten individuenscharfen Monitoring der Unken wurden 2021 auch (potentielle) Habitate, Prädatoren und vergesellschaftete Spezies mitdokumentiert. Dies soll in 2022 weitergeführt werden, um aus dem Datenmaterial von dann vier Saisonen detailliertere Schlüsse für ein Unkenschutzkonzept im Projektgebiet zu ziehen.

5. Anhänge

5.1. Literaturverzeichnis

Andrä, E., Aßmann, O., Dürst, T., Hansbauer, G. & Zahn, A. (2019): Amphibien und Reptilien in Bayern. - Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer. 783 S.

Gollmann, B., Gollmann, G. (2012): Die Gelbbauchunke - von der Suhle zur Radspur. 2. überarb. Auflage 2012. Laurenti Verlag, Bielefeld, ISBN 978-3-933066-51-0.

Schellenberg, M. (2016): Masterarbeit "Populationsstruktur, Wanderverhalten und Habitatnutzung der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) im Nationalpark Hainich / Thüringen". Friedrich-Schiller-Universität Jena 2016.

BN-Information zur „Salamanderpest“ (Bsal) in Bayern (Stand August 2020)

Hygieneprotokoll und Praxistipps zur Verhinderung der Übertragung von Krankheitserregern (v.a. *Batrachochytrium salamandrivorans*, *B. dendrobatidis*, Ranavirus) zwischen Amphibienpopulationen, Universität Trier und Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen April 2019

Schrell, F., Dieterich, M.: DBU-Zwischenbericht 2020 Projekt "Entwicklung nachhaltiger Schutzkonzepte für die Gelbbauchunke in Wirtschaftswäldern"

5.2. Angaben zum Urheberrecht von Kartendarstellungen und Bildern

Google Maps

Kartendaten © 2021 GeoBasis-DE/BKG (© 2009) Bilder © 2021, CNES / Airbus, GEODIS Brno, GeoBasis-DE/BKG, GeoContent, Landsat / Copernicus, Maxar Technologies.

Open Street Map

Unkenfoto auf Titelseite: © Franz Häring

Meteorologische Daten der Abb. 3.4.a aus <https://meteostat.net/de>, abgerufen am 24.10.21

Tab. 3.2.a, Abb. 3.4.a und 3.5.a © Angelika Weiß, erstellt mit Apache Open Office 4.1.7

Sonstige Bilder und Diagramme stammen aus der Software BioMap, die von Franz Häring für das Projekt entwickelt wurde. Sie ist quelloffen und unter der MIT-Lizenz allgemein kostenlos verwendbar.