Erfassung der Leitarten Feuersalamander und Zweigestreifte Quelljungfer an Fließgewässern

im Projekt
„Wilde Quellbäche im Biosphärenreservat Thüringer Wald: Lebensraum für Feuersalamander, Quelljungfer und Westgroppe"
im Einzugsgebiet von Lauter und Erle

- 2020 -

Auftraggeber: **Naturstiftung David**
Trommsdorffstraße 5
99084 Erfurt

Bearbeitung:

Dr. Ulrich Rees
Burgfeld 33
37130 Gleichen

Thomas Fechtler
Jendelstraße 15b
37130 Gleichen

Inhaltsverzeichnis

1 Anlass und Aufgabenstellung ... 1

2 Beschreibung der Leitarten Feuersalamander und Zweigestreifte Quelljungfer ... 2

2.1 Feuersalamander ... 2

2.2 Zweigestreifte Quelljungfer ... 4

3 Projektgebiet und Untersuchungsgewässer ... 6

3.1 Lage und Beschreibung ... 6

3.2 Klima und Geologie ... 8

3.3 Untersuchungsgewässer ... 9

4 Methodik ... 11

4.1 Erfassung von Feuersalamanderlarven ... 11

4.2 Erfassung der Zweigestreiften Quelljungfer ... 11

4.2.1 Erfassung von Imagines der Zweigestreiften Quelljungfer ... 11

4.2.2 Erfassung von Larven der Zweigestreiften Quelljungfer ... 12

4.3 Messung physikalisch-chemischer Gewässerparameter ... 13

4.4 Statistik ... 13

5 Behördlich bekannte Vorkommen der Leitarten ... 14

6 Funde von Feuersalamanderlarven und Zweigestreiften Quelljungfern 2020 ... 15

6.1 Funde von Feuersalamanderlarven ... 15

6.2 Funde von Zweigestreiften Quelljungfern ... 17

6.3 Vergleich der Leitartenfunde 2020 mit den Daten im FIS ... 20

7 Physikalisch-chemische Gewässerparameter ... 25

7.1 pH-Wert ... 25

7.2 Wassertemperatur ... 27

7.3 Sauerstoffgehalt ... 29

7.4 Elektrische Leitfähigkeit ... 31

8 Zusammenfassung ... 33

9 Literaturverzeichnis ... 35

Anhang I ... 39

Anhang II ... 42

Anhang III ... 43

Anhang IV ... 45

Anhang V ... 47

Anlage

Karte: Vorkommen von Feuersalamander (Larven) und Zweigestreifter Quelljungfer im Projektgebiet Lauter / Erle

1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Naturstiftung David will in Kooperation mit den zuständigen Institutionen der Forst-, Naturschutz- und Wasserwirtschaftsverwaltung Fließgewässersysteme im Thüringer Wald in Richtung auf einen möglichst optimalen ökologischen Zustand entwickeln. Die Partner des mehrjährig angelegten Projekts sind Thüringenforst sowie die Unteren Naturschutz- und Wasserbehörden der Stadt Suhl und des Landkreises Hildburghausen. Die Projektgewässser liegen im Einzugsgebiet der Bäche Lauter und Erle und weisen eine Gesamtlauflänge von etwa 45 Kilometern auf.

Die Quellbäche und Bachoberläufe werden von speziell angepassten Organismen besiedelt, unter anderem von Feuersalamanderlarven, Bachforellen, Westgroppen und Quelljungfern. Die ökologische Qualität dieser Bergbach-Lebensräume hat jedoch in den vergangenen Jahrzehnten abgenommen. Dies liegt im Wesentlichen an der Bestockung der Bachauen und Talhänge mit naturfernen Fichten-Reinbeständen, in der oft stark eingeschränkten Durchgängigkeit der Fließgewässer, in einem Mangel an strukturbildenden Elementen wie Totholz in den Bachläufen und in der (Wieder-) Bewaldung halboffener und offener Teillebensräume, zum Beispiel Felsstandorte und Bergwiesen in der Umgebung der Fließgewässer.

Die geplanten Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung der Gewässer zielen auf die Erhöhung der Strukturvielfalt in den Bächen, die Wiederherstellung oder Verbesserung ihrer Durchgängigkeit sowie – in enger Absprache mit den Waldeigentümern – auf die Entwicklung naturnaher Laubwaldbestände in den Bachauen und an den Talhängen.

Die Wirksamkeit der durchzuführenden Maßnahmenpakete soll anhand der Populationsentwicklungen von Leitarten beurteilt werden. Als Leitarten wurden unter anderen die beiden für Quellbäche in Waldlandschaften typischen Arten Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) und Zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*) ausgewählt. Da der Kenntnisstand über die Verbreitung dieser Arten im Projektgebiet bisher nur lückenhaft ist, soll zunächst eine Grunderfassung von Feuersalamander und Zweigestreifter Quelljungfer einen fundierten Überblick über deren Vorkommen erbringen. Die Ergebnisse dieser Grunderfassung sind Gegenstand des vorliegenden Berichts.

2 Beschreibung der Leitarten Feuersalamander und Zweigestreifte Quelljungfer

2.1 Feuersalamander

Das Verbreitungsgebiet des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) reicht von der Iberischen Halbinsel über Mittel- und Südeuropa bis nach Rumänien und in die Ukraine. Seine nördliche Arealgrenze verläuft durch Norddeutschland; das geschlossene Verbreitungsgebiet endet am Nordrand der deutschen Mittelgebirge.

In Mitteleuropa sind Feuersalamander vor allem in Waldlandschaften anzutreffen und eng an historisch alte Waldstandorte gebunden (Feldmann & Klewen 1981, DGHT 2014). Die Lebensräume befinden sich in West- und Mitteleuropa überwiegend in von kleinen Quellbächen durchzogenen Laubwäldern, wobei Buchenwälder die bei weitem größte Rolle spielen (Eiselt 1958, Feldmann & Klewen 1981, Schiemenz & Günther 1994, Thiesmeier 2004). Oft werden Waldrandlagen besiedelt, an die Grünlandbereiche anschließen, oder andere Grenzlinien wie Wegböschungen und Schneisen.

In Deutschland leben Feuersalamander in Höhenlagen vom Meeresspiegelniveau bis etwa 1.000 m ü. NHN, der Verbreitungsschwerpunkt liegt jedoch eher in den collinen und submontanen Höhenstufen der bewaldeten Mittelgebirge (Thiesmeier & Günther 1996, Westermann 2015). Im Thüringer Wald stammen die höchstgelegenen Beobachtungen von adulten Feuersalamandern aus der Umgebung von Oberhof (ca. 800 m ü. NHN); Larven wurden bis in Höhen von 750 m ü. NHN gefunden (Conrady & Rees 2007).

Landlebende Feuersalamander sind weitgehend nachtaktiv und lassen sich tagsüber in der Regel nur während oder direkt nach Regenfällen beobachten. Ihre Tagesverstecke befinden sich in Erdspalten, an Baumstümpfen, Böschungen, unter großen Steinen und unter Totholz, in Gängen und Höhlungen von Kleinsäugern, in Fels- und Mauerhohlräumen und ähnlichen Orten mit kühlen Temperaturen und durchgängig hohen Luftfeuchten. Die Winterquartiere befinden sich häufig aber nicht immer direkt im Sommerlebensraum oder in dessen unmittelbarer Nähe; meistens sind dies frostfreie Hohlräume im Boden, oft in Quellnähe, Felsspalten, Höhlen und alte Bergwerksstollen sowie Hohlräume in großen vermodernden Baumstümpfen (Westermann 2015). Fels- und Blockschutthalden mit ihren ausgeprägten Lückensystemen stellen aufgrund der relativ stabilen Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen ebenfalls bevorzugte Winterquartiere dar (Conrady 2003, Thiesmeier 2004).

Die Aktionsräume landlebender Feuersalamander sind zwar meistens klein, jedoch sind einige Tiere beziehungsweise Populationen durchaus in der Lage, größere Distanzen zurückzulegen. Einerseits wurden an besenderten Feuersalamandern ein- und zweijährige Aktionsraumgrößen von lediglich 80–2.270 m² (Schulte et al. 2007) beziehungsweise 3–3.200 m² (Balogová et al. 2012) ermittelt. Andererseits können trächtige Weibchen mehrere hundert Meter zwischen ihren Tagesverstecken und den Laichgewässern zurücklegen, und auch die Winterquartiere liegen in manchen Fällen bis zu einigen hundert Metern von den Laichgewässern und Sommerlebensräumen entfernt (Klewen 1985, Conrady 2003, Thiesmeier 2004).

Die Feuersalamanderweibchen setzen ihre Larven typischerweise in nährstoffarmen, kühlen Fließgewässern ab. In Mitteleuropa sind dies im Wesentlichen die bewaldeten Krenal- und oberen Rhithralregionen kleinerer Bachläufe. Manchmal werden die Larven auch in Stillgewässern abgesetzt (Schulte 2008, Caspers et al. 2009, Manenti 2011, Denoel & Winandy 2014), diese spielen gegenüber Fließgewässern jedoch nur eine untergeordnete Rolle. Die Larven kommen hauptsächlich in strukturreichen Waldquellbächen vor, in Epirhithralabschnitten werden sie nur selten angetroffen. Dort fehlen häufig geeignete Stillwasserbereiche, zudem leben dort meist auch größere Bachforellenpopulationen. Bachforellen und auch Groppen üben einen starken Prädationsdruck auf Feuersalamanderlarven aus, sodass deren Überlebenswahrscheinlichkeit beim gleichzeitigen Vorkommen stark abnimmt (Thiesmeier 2004). Eine Koexistenz von Feuersalamanderlarven und Fischen ist jedoch möglich, sofern die strukturelle Ausstattung des Gewässers genug Mikrohabitate bietet (Sound & Veith 1994, Blau 2002, Wüstemann & Schröder 2011, Bylak 2018).

Die Feuersalamanderlarven halten sich größtenteils in seichten strömungsberuhigten Wasserzonen am Rand von etwas stärker durchströmten Bereichen oder in kleinen Auskolkungen auf. Sie sind bevorzugt an detritusreichen Stellen zu finden, seltener dagegen auf reinem Sand- oder Feinkiessubstrat.

Die Hauptlaichzeit erstreckt sich in Mitteleuropa von Anfang April bis Ende Mai (Zakrzewski 1970, Seifert 1991). In den höheren Lagen der Mittelgebirge ist dieser Zeitraum meistens um etwa einen halben Monat nach hinten verschoben. Die Laichzeit ist nicht klar begrenzt, denn unter bestimmten Bedingungen sind junge Larven von Januar bis Oktober zu finden (Feldmann & Klewen 1981, Seifert 1991, Thiesmeier & Günther 1996, Thiesmeier & Sommerhäuser 1995, Zahn 2007). Im Zeitraum von einigen Tagen werden durchschnittlich etwa 25 bis 30 Larven abgesetzt (Literaturzusammenstellung in Thiesmeier 2004). Da die Eihüllen bei der Geburt aufplatzen, laichen Feuersalamander nicht im eigentlichen Sinn, sondern sind lebendgebärend (Larviparie, Thiesmeier & Günther 1996).

Unter Mittelgebirgsbedingungen dauert die Larvalphase meistens etwa vier Monate, die Schwankungsbreite ist aber je nach Umweltbedingungen, insbesondere Wassertemperatur und Nahrungsangebot, hoch. In einem Quellbach im Bergischen Land (Nordrhein-Westfalen) benötigten Feuersalamanderlarven bei einer mittleren Wassertemperatur von 10°C zwischen März und September durchschnittlich 120 Tage von der Geburt bis zum Abschluss der Metamorphose. Mitte Juli verließen die ersten Larven das Gewässer, Ende September war der Landgang weitgehend abgeschlossen (Thiesmeier 1990). Dagegen erreichte der Großteil einer Larvengemeinschaft im unteren Inntal (Bayern) erst etwa sechs Monate nach der Laichperiode die Metamorphose (Zahn 2007). Einzelne Larven können auch im Gewässer überwintern und dann erst im folgenden Frühjahr an Land gehen (Feldmann & Klewen 1981, Schlüpmann 1989, Zahn 2007). Die Metamorphose zum Feuersalamander und damit der bevorstehende Landgang kündigt sich durch das Sichtbarwerden der gelben Rückenzeichnung an. Etwas später werden die Kiemenbüschel und der Flossensaum allmählich zurückgebildet und der Kopf wird rundlicher. Diese sichtbare Umbildungsphase dauert etwa ein bis zwei Wochen (Geiler 1974, Thiesmeier 2004).

In Thüringen ist der Feuersalamander bisher zwar nicht gefährdet, er steht aber auf der Vorwarnliste (Rote-Liste-Kategorie V, Nöllert et al. 2011). Deutschlandweit wird er bisher ebenfalls als un-

gefährdet eingestuft; seit einiger Zeit werden jedoch in vielen Regionen Bestandsrückgänge festgestellt (Kühnel et al. 2009).

2.2 Zweigestreifte Quelljungfer

Das Verbreitungsgebiet der Zweigestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*) erstreckt sich von Nordafrika über das südwestliche und mittlere Europa bis Mittelskandinavien (Dijkstra & Lewington 2006). In Deutschland tritt sie zwar von den Alpen bis ins norddeutsche Tiefland auf, sie ist jedoch nur lückenhaft verbreitet (Müller & Schorr 2001). Die Schwerpunkte ihres Vorkommens liegen in den Mittelgebirgen, in den Alpen und im Alpenvorland (Zimmermann et al. 2005, Tetzlaff & Conze 2020). In den Alpen steigt sie bis in die subalpine Zone auf, aus dem Harz gibt es Nachweise von Imagines und Larven bis in Höhen von etwa 800 m ü. NHN (Faltin 1989, Baumann 2014).

Die Zweigestreifte Quelljungfer ist eine Fließgewässerlibelle und lebt an Bächen mit sauberem, kühlen Wasser und sandig-feinkiesigem oder auch schlammigem und detritusreichen Sohlensubstrat, das sich in strömungsberuhigten Bereichen abgelagert hat (Pfuhl 1994, Sternberg et al. 2000, Zimmermann et al. 2005). Sie besiedelt zwar die gesamte Forellenregion (Epi- bis Hyporhithral), wird jedoch häufiger an schmalen Wasserläufen mit geringer Wasserführung als an größeren Fließgewässern angetroffen. Sie bevorzugt Bachläufe in Waldrandlagen mit angrenzendem Grünland oder solche, die in lückigen, mit besonnten Bereichen durchsetzten Gehölzbeständen verlaufen. An Gewässern im Inneren geschlossener dichter Wälder oder im weitläufigen Offenland fehlt sie dagegen in aller Regel (Sternberg et al. 2000, Baumann 2014).

Die Weibchen der Imagines, die etwas größer als die Männchen sind, erreichen Körperlängen von etwa 85 mm und Flügelspannweiten von 90–110 mm. Damit ist die Zweigestreifte Quelljungfer die größte einheimische Libellenart. Die Imagines sind leicht an ihrer Größe, dem Wechsel von breiten und schmalen gelben Querbinden auf dem schwarzen Abdomen, den leuchtend grünen Augen und dem gelben Hinterhauptsdreieck zu erkennen. Zu verwechseln sind sie nur mit der geringfügig kleineren Gestreiften Quelljungfer (*C. bidentata*). Bei dieser Art besteht die Gelbzeichnung auf dem Abdomen aus einer geringeren Anzahl an einheitlich breiten Querbinden, zudem ist das Hinterhauptsdreieck schwarz statt gelb gefärbt.

Die Imagines leben bis zu acht Wochen; ihre Flugzeit erstreckt sich in Mitteleuropa etwa von Mitte Mai bis Ende September, mit einem Schwerpunkt von Mitte/Ende Juni bis Mitte August. Das genaue Auftreten hängt stark vom Naturraum und vom Witterungsverlauf des jeweiligen Jahres ab (Sternberg et al. 2000, Baumann 2014). Für die Patrouillenflüge der Männchen sind Mindesttemperaturen von 17–18°C erforderlich. Das Aktivitätsmaximum liegt zwischen etwa 20 und 24°C (Schweighofer 2008). Die Männchen patrouillieren in meist geradlinigem Flug in geringer Höhe (meist <1 m) über der Wasseroberfläche entlang der Bachläufe. Die Weibchen erscheinen häufig nur zur Paarung und Eiablage direkt am Gewässer, ansonsten halten sie sich meistens etwas abseits der besiedelten Bäche auf. Die Imagines der Zweigestreiften Quelljungfer sind in der Lage, mehr als zwei Kilometer Distanz zwischen verschiedenen Bachläufen zu überbrücken (Laister 2012).

Die Weibchen legen ihre Eier bald nach der Paarung in strömungsarmen Stellen in seichtem Wasser von nur wenigen Zentimetern Tiefe ab, die feinkörniges, sandig-schlammiges Sedimentsubstrat möglichst mit Detritusauflage aufweisen (Pfuhl 1994, Sternberg et al. 2000). Dazu fliegen sie in charakteristischer Körperhaltung mit senkrecht gehaltenem Hinterleib dicht über der Wasseroberfläche. Ungefähr im Zweisekundentakt stoßen sie nach unten, wobei der Legebohrer in das Sediment gedrückt und Eier abgesetzt werden.

Die Larven leben mehrere Jahre fast vollständig eingegraben in der Feinsedimentschicht in strömungsberuhigten Gewässerbereichen, die nur selten von stärkeren Sedimentumlagerungen betroffen sind und an denen keine dichte Gewässervegetation vorhanden ist (Sternberg et al. 2000, Altmüller & Clausnitzer 2010). Bevorzugt sind sie an Stellen zu finden, an denen sich organisches Material am Bachgrund konzentriert. Als Lauerjäger warten sie dort auf Beute. Die Larven können können etwa drei Wochen lang die Austrocknung eines Gewässers überstehen (Kampwerth 2010).

Die in den letzten von mehr als zehn Larvenstadien bis etwa 5 cm großen und kräftig gebauten Larven der Zweigestreiften Quelljungfer sind neben ihrer Größe eindeutig zu erkennen an den schräg nach hinten herablaufenden Flügelscheiden und an kurzen seitlichen Dornen am achten und neunten Abdominalsegment. Zudem weisen die Lappen der Fangmasken unregelmäßig und grob gezähnte Ränder auf (Pfuhl 1994, Liebelt et al. 2011). Die Entwicklung der Larven von der Eiablage bis zum fliegenden Tier dauert in Mitteleuropa meistens vier bis fünf Jahre (Pfuhl 1994, Sternberg et al. 2000).

Die Zweigestreifte Quelljungfer wird in Deutschland insgesamt als in ihrem Bestand nicht bedroht angesehen (Ott et al 2015), in vielen Bundesländern, so auch in Thüringen, gilt sie jedoch als gefährdet (Rote-Liste-Kategorie 3, Petzold & Zimmermann 2011).

3 Projektgebiet und Untersuchungsgewässer

3.1 Lage und Beschreibung

Das 31,5 km² große Projektgebiet Lauter / Erle befindet sich im mittleren Thüringer Wald bei Suhl. Mit einer Nord-Süd-Ausdehnung von rund 12 km erstreckt es sich von den Kammlagen bis in die südlichen Randbereiche des Thüringer Walds: Im Norden reicht es bis in die Gipfelregionen von Großem Beerberg und Schneekopf, im Süden bis Erlau (Stadt Schleusingen). Im Westen wird es von Wohngebieten der Stadt Suhl begrenzt, im Osten dehnt es sich bis in die Nähe des Vessertals aus (Abbildung 1).

Der weitaus größte Teil des Projektgebiets und damit auch die meisten Gewässer befinden sich in der naturräumlichen Einheit „Mittlerer Thüringer Wald" (Kennung 1.3.2, TLUBN 2020). Lediglich ein schmaler Streifen im Südwesten liegt im Naturraum „Südthüringer Buntsandstein-Waldland" (Kennung 2.8).

Das Projektgebiet besteht aus zwei Teilgebieten mit unterschiedlichen Gewässersystemen und Wassereinzugsgebieten. Die namengebenden Bachläufe sind die Lauter für das nördliche Teilgebiet und die Erle für das südliche.

Die Verwaltungszuständigkeiten wechseln ungefähr entlang der Wasserscheide zwischen den beiden Gewässersystemen: Das Teilgebiet Lauter im Norden gehört zur kreisfreien Stadt Suhl, das Teilgebiet Erle im Süden zum Landkreis Hildburghausen. Die zuständigen Forstämter sind Oberhof und Schönbrunn. Das gesamte Teilgebiet Lauter sowie der nordwestliche Bereich des Teilgebiets Erle bis zum Westufer des Stausees Erletor gehören zum Forstamt Oberhof. Die Bäche südlich und nordöstlich des Stausees befinden sich im Forstamt Schönbrunn.

Das Projektgebiet liegt mit Ausnahme eines schmalen Streifens an der Ortsgrenze von Goldlauter-Heidersbach (Stadt Suhl) vollständig im Biosphärenreservat „Thüringer Wald". Zwei östliche Zuflüsse der Finsteren Erle fließen teilweise in einer der Kernzonen des Biosphärenreservats, die übrigen Gewässer liegen in den Pflege- und Entwicklungszonen. Für die betroffene Kernzone „Schüßlersgrund – Rote Klippen" des Biosphärenreservats lag eine Betretungsgenehmigung nach § 4 Abs. 3 Satz 5 ThürBRThWVO vor.

Zwei NATURA-2000-Gebiete erstrecken sich auf das Projektgebiet: Das EU-Vogelschutzgebiet „Mittlerer Thüringer Wald" (EU-Nr. 5430-401) bedeckt den größten Teil der Projektfläche und große Teile überlagern sich mit dem FFH-Gebiet „Thüringer Wald östlich Suhl mit Vessertal" (EU-Nr. 5330-306).

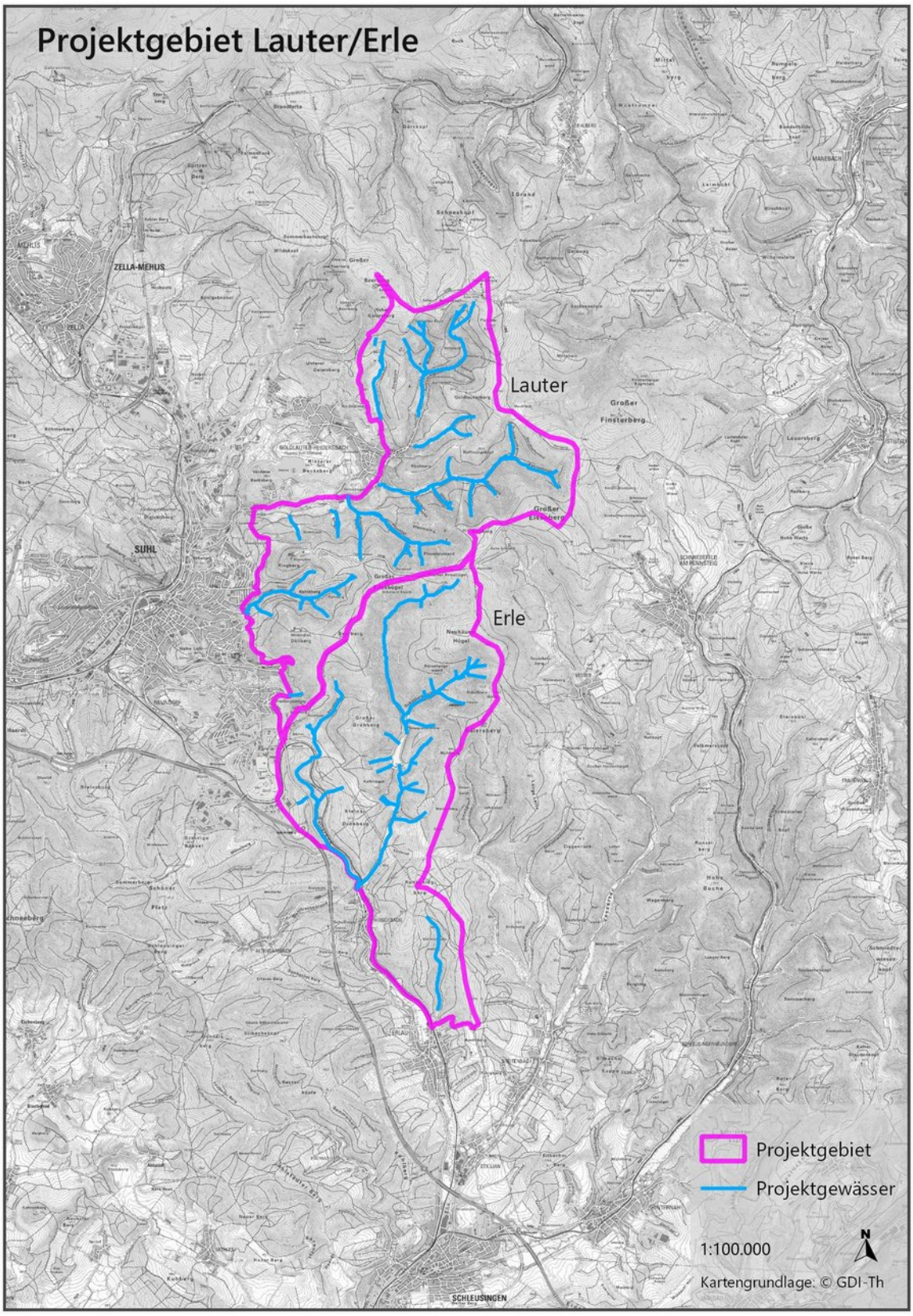


Abbildung 1: Lage des Projektgebiets im Thüringer Wald bei Suhl.

3.2 Klima und Geologie

Der Thüringer Wald liegt im Übergangsbereich zwischen dem atlantisch geprägtem Klima Westeuropas und dem Kontinentalklima Osteuropas. Aufgrund der vorherrschenden westlichen Strömungen erhalten die Westhänge und die Kammlagen die höchsten Niederschläge, sodass sich das Projektgebiet in der niederschlagsreichsten Region Thüringens befindet. Im Norden, in den Hochlagen des Thüringer Walds, betragen die mittleren Niederschlagssummen (1971–2010) bis nahe 1.500 mm pro Jahr; in den Regionen darunter summiert sich der jährliche Niederschlag in Abhängigkeit von der Höhenstufe auf 800–1.200 mm (TLUBN 2020). Entsprechend der Höhenlage bewegen sich die Jahresmitteltemperaturen zwischen 4°C und 7°C. Insgesamt handelt es sich um ein typisches kühl-feuchtes Mittelgebirgsklima.

Entsprechend seiner Lage von den Kammzonen des Thüringer Walds bis in das südwestliche Vorland erstreckt sich das Projektgebiet über eine Höhendifferenz von etwa 560 Metern, von rund 980 m Höhe in der Gipfelregion des Großen Beerbergs im Norden bis 415 m ü. NHN an seiner Südgrenze. Die Quelle des höchstgelegenen Bachs (ein Nebenbach der Goldenen Lauter) befindet sich an der Suhler Hütte in einer Höhe von 910 m ü. NHN, während der am niedrigsten gelegene Bachlauf, der Zimmerbach, in 520 m ü. NHN entspringt und das Gebiet bei 445 m ü. NHN verlässt. Das Projektgebiet weist wie der gesamte Thüringer Wald eine hohe Reliefenergie auf; die schmalen Täler sind häufig tief eingekerbt und besitzen steile Flanken.

Der nördliche Bereich, das Teilgebiet Lauter, ist stark von der Kammregion des Thüringer Walds geprägt. Die Lauter und ihre Zuflüsse bilden in ihren Oberläufen enge, 200–250 m tief eingeschnittene Kerb- und Kerbsohlentäler. Das sich südlich anschließende Teilgebiet Erle reicht bis in das ebenfalls stark reliefierte Südthüringer Buntsandstein Waldland, das parallel zum Südwest-Rand des Thüringer Waldes verläuft (TLUBN 2020).

Das gesamte Projektgebiet ist bis auf die größeren Talsenken nahezu zusammenhängend bewaldet. In den Talsenken existieren häufig schmale Grünlandbereiche, die größtenteils als Mähwiesen genutzt werden, teilweise aber auch beweidet werden.

Der Untergrund des Projektgebiets wird geologisch größtenteils von magmatischen Gesteinen gebildet, sowohl von Vulkaniten als auch Plutoniten des Oberkarbons und Unterrotliegenden. Vielfach handelt es sich um Rhyolithe, Tuffe, Granodiorit und Trachyandesit. Häufig eingestreut finden sich zudem Sedimentgesteine, ebenfalls des Oberkarbons und Unterrotliegenden. Im Süden und Südwesten besteht der Untergrund dagegen hauptsächlich aus Sedimentgesteinen, aus Sandsteinen des Unteren und Mittleren Buntsandsteins (Abbildung 2).

Verbreitete Bodentypen sind Skelettböden mit unterschiedlichen Lehmanteilen. In den tieferen Lagen herrschen Braunerden vor, die mit steigender Höhe zunehmend von Podsol-Braunerden und Podsolen abgelöst werden. In Steillagen treten Ranker auf, in den Auen der größeren Bachläufe haben sich zum Teil Gleyböden gebildet (Hiekel et al. 2004).

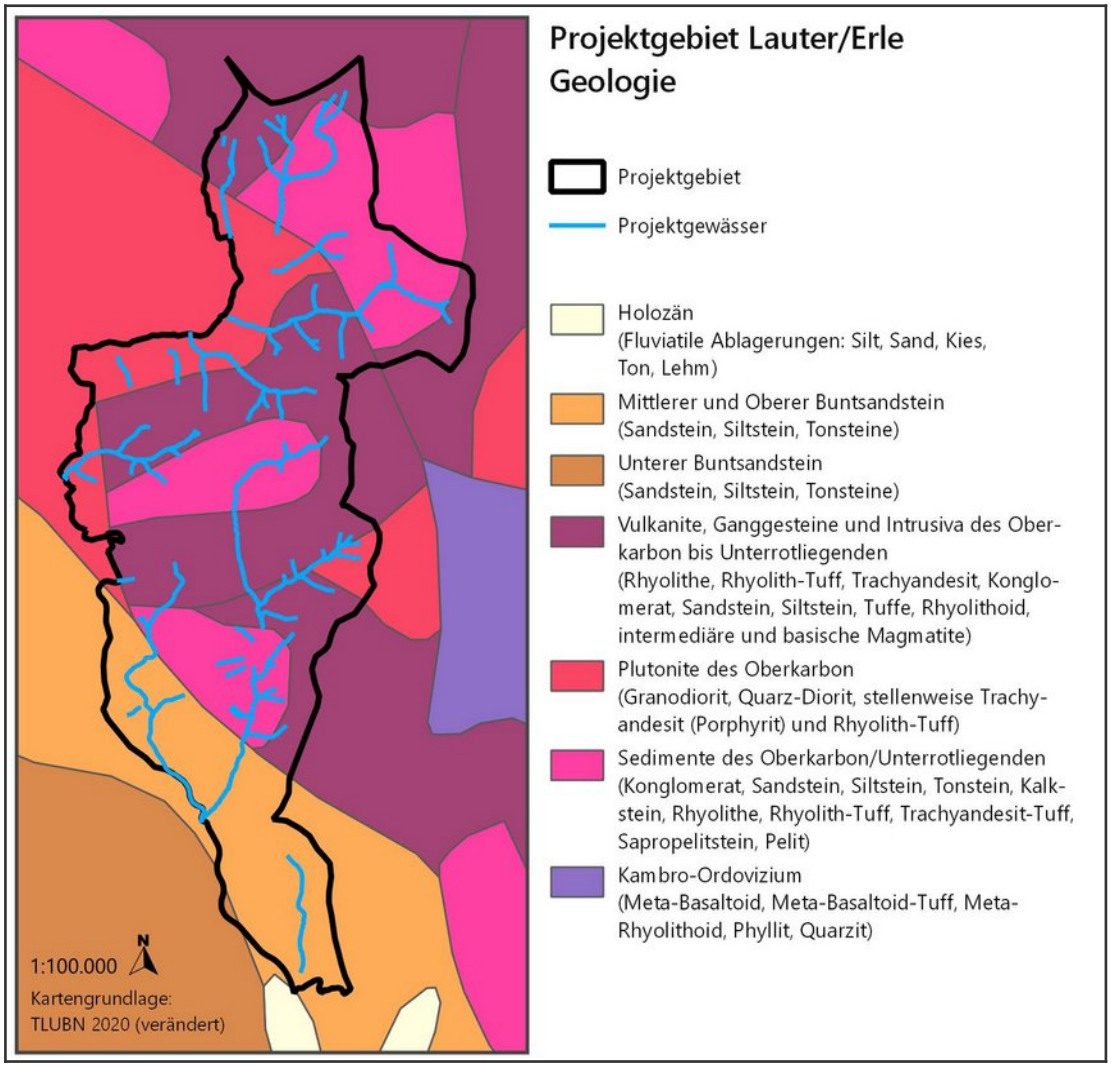


Abbildung 2: Geologische Karte des Projektgebiets (stark generalisiert).

3.3 Untersuchungsgewässer

Die Fließgewässer des Projektgebiets umfassen 68 Bäche mit einer Gesamtlauflänge von 45,5 Kilometern. Davon entfallen 38 Gewässer mit einer Gesamtlänge von 24,7 Kilometern auf das Teilgebiet Lauter und 30 Gewässer mit einer Gesamtlänge von 20,8 Kilometern auf das Teilgebiet Erle.

Die für die beiden Teilgebiete namengebenden Bäche Lauter und Erle sind die größten Fließgewässer des Projektgebiets. Die Lauter, ein Nebenfluss der Hasel, entspringt als Goldene Lauter in der Nähe der Schmücke an der Suhler Hütte am Südhang des Schneekopfs in einer Höhe von 910 m ü. NHN und mündet nach etwa 11 km außerhalb des Projektgebiets bei Heinrichs (Stadt Suhl) in die Hasel. Die insgesamt etwa 14 km lange Erle hat ihre höchstgelegenen Quellen in 785 m Höhe im Sattel zwischen Großem Erleshügel und Neuhäuser Hügel östlich von Suhl. Nachdem die Erle den Breitenbach und damit auch die Vesser aufgenommen hat (außerhalb des Projektgebiets), mündet sie bei Schleusingen in die Nahe. Dreieinhalb Kilometer südlich des Quell-

bereichs wird die Erle mittels einer 145 m langen Sperrmauer zum etwa 5 Hektar großen Stausee „Erletor" aufgestaut, der zur Trinkwasserversorgung dient.

Weitere größere Fließgewässer des Projektgebiets sind Lange Lauter, Rimbach, Mühltiegel sowie die Bachläufe im Schüßlersgrund und im Pfanntal. Sie alle besitzen mehrere Nebenbäche.

Die Fließgewässer des Projektgebiets gehören zum Wassereinzugsgebiet der Werra und damit zum Flusssystem der Weser.

Nach der Typisierung der Fließgewässer Deutschlands (Pottgiesser & Sommerhäuser 2008, Dahm et al. 2014) gehören sämtliche Gewässer des Projektgebiets zum Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche. Die Laufform ist je nach Talform (Kerb- oder Sohlental) gestreckt bis gewunden, an den größeren Bächen auch teilweise schwach mäandrierend. Gelegentlich treten mehrere Nebengerinne auf. Die Profile sind meistens sehr flach, das Interstitial ist gut ausgebildet. Die Gewässersohle besteht überwiegend aus Grobmaterial wie Kies, Schotter, Geröll und Blöcken; feinkörnige Substrate sind nur selten an den strömungsärmeren Stellen zu finden. Charakteristisch ist der kleinräumige Wechsel zwischen schnell und turbulent fließenden sowie strömungsberuhigten Bereichen (lotische und lenitische Zonen).

4 Methodik

4.1 Erfassung von Feuersalamanderlarven

Nach Feuersalamanderlarven wurden zwischen Ende Juni und Anfang August 2020 in allen wasserführenden Projektgewässern gesucht. Die Erfassungstermine sind in Tabelle A8 (Anhang I, Seite 39ff) aufgeführt. Dazu wurden die Bachläufe entgegen der Fließrichtung abgegangen, die entdeckten Larven in drei Größenklassen gezählt (<3 cm, 3–4 cm, >4 cm) und protokolliert (s. Anhang V). Bei den Kontrollen wurden starke Handlampen zur Ausleuchtung schlecht einsehbarer Bereiche wie zum Beispiel tieferer Kolke eingesetzt. Zudem wurden an wenig beschatteten Gewässerabschnitten Brillen mit polarisierenden Gläsern benutzt, die störende Lichtreflexionen an der Wasseroberfläche für den Betrachter minimieren.

Bei Hochwasser, wie es beispielsweise Mitte Juni auftrat, wurde nicht kartiert, da dann der hohe Abfluss mit seiner turbulenten Strömung und den vielen Schwebeteilchen die Sicht in den Wasserkörper verhindert.

Die Anfangs- und Endpunkte der Bachabschnitte, in denen Larven gefunden wurden, wurden mittels GPS festgehalten.

4.2 Erfassung der Zweigestreiften Quelljungfer

Die Libellenart Zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*) lebt an Bächen mit unbelastetem kühlen Wasser, die zumindest in einigen Bereichen seichte strömungsberuhigte Stellen mit sandig- bis feinkiesig-schlammigem Sohlensubstrat enthalten. Da die Zweigestreifte Quelljungfer besonnte Bereiche benötigt und deshalb in aller Regel nicht im Inneren geschlossener Wälder vorkommt, wurden hauptsächlich solche Bachabschnitte kontrolliert, die im Grünland oder am Waldrand verlaufen oder die sich in größeren Auflichtungen im Wald sowie an breiten Waldwegen und in lichten beziehungsweise mit Lücken durchsetzten Gehölzbeständen befinden.

4.2.1 Erfassung von Imagines der Zweigestreiften Quelljungfer

Die Suche nach fliegenden Imagines der Zweigestreiften Quelljungfer wurde zwischen Ende Juni und Mitte August im Umfeld der entsprechenden Gewässerabschnitte als Sichtbeobachtung unter Zuhilfenahme von Ferngläsern mit geringer Naheinstellungsgrenze durchgeführt. Die Flugzeit dieser Libellenart erstreckt sich im Thüringer Wald je nach Witterungsverlauf und Höhenlage von Mitte/Ende Juni bis Anfang/Mitte September.

Die Erfassungen der Imagines erfolgten grundsätzlich an den gleichen Terminen wie die Suche nach Feuersalamander- und Libellenlarven. Einige Gewässer wurden jedoch zusätzlich ein zweites Mal zwischen Mitte und Ende Juli zur Suche nach fliegenden Libellen aufgesucht.

Bei allen Libellenerfassungen wurde an geeigneten Gewässerabschnitten stichprobenartig auch nach Exuvien gesucht, die noch in mehreren Metern Abstand vom Gewässer gefunden werden können.

Da Libellen bevorzugt bei warmem, sonnigem und trockenem Wetter fliegen, wurden die Erfassungen weitestgehend bei diesen Witterungsverhältnissen durchgeführt. Die bei allen Kontrollgängen protokollierten Witterungsverhältnisse Temperatur, Bewölkungsgrad, Niederschlag und Windstärke sind im Anhang I (Seite 39ff) aufgelistet.

Beobachtungen der Zweigestreiften Quelljungfer wurden zusammen mit den jeweiligen Verhaltensweisen (Patrouillenflug, Eiablage etc.) im Erfassungsformular notiert (Anhang V, Seite 47) und ihre Position mit einem GPS-Gerät festgehalten.

4.2.2 Erfassung von Larven der Zweigestreiften Quelljungfer

Eine witterungsunabhängige Nachweismethode für Quelljungfer-Arten ist die Suche nach den im Bachsediment eingegrabenen Larven (Stephan 1998, Sternberg et al. 2000). Zudem gelten Larvenfunde als bester Beleg für die Bodenständigkeit von Libellenarten. Die Weibchen der Zweigestreiften Quelljungfer legen ihre Eier in strömungsarmen Stellen in nur wenige Zentimeter tiefem Wasser ab, die feinkörniges, sandig-schlammiges Sedimentsubstrat möglichst mit Detritusauflage aufweisen. Die Larven leben mehrere Jahre fast vollständig eingegraben in der obersten Feinsedimentschicht oder in Detritusansammlungen in strömungsberuhigten Bereichen, die nur selten von stärkeren Sedimentumlagerungen betroffen sind.

Für die Larvensuche wurden Bachabschnitte ausgewählt, die aufgrund ihrer Struktur sowie ihres Wasserregimes als potenziell besiedelbar eingestuft wurden. An diesen Abschnitten wurden an mehreren Stellen Sedimentproben entnommen. Die Beprobungsstellen sind in Anhang II (Seite 42) aufgeführt, ihre Lage geht aus der beiliegenden Karte hervor (s. Anlage). Die Suche nach Larven der Zweigestreiften Quelljungfer fand weitgehend parallel zur Feuersalamanderlarvenerfassung statt (vgl. Anhang I, Seite 39ff).

Zur Larvensuche im Bachsediment wurden handelsübliche Küchensiebe mit Durchmessern von 8 cm bis 18 cm eingesetzt. An einigen Gewässerabschnitten, die nur sehr kleine Bereiche mit larventauglichem Sohlensubstrat aufwiesen, wurde mit den Händen im Sediment nach Larven getastet. Das entnommene Probematerial wurde in einer Laborschale an Ort und Stelle durchsucht.

Gefundene und aus dem Bachsediment entnommene Larven wurden sofort nach ihrer Identifizierung wieder zurück an die Entnahmestelle im Gewässer gesetzt und vorsichtig mit Bachsediment bedeckt. Die Libellenlarven verblieben nur wenige Minuten außerhalb des Bachs. Der teilweise vorhandene „Beifang“ (Köcherfliegenlarven etc.), wurde ebenfalls umgehend wieder an die Entnahmestelle zurückgesetzt.

Für die kurzfristige Entnahme der Larven der Zweigestreiften Quelljungfer aus dem Bachsohlensediment lagen naturschutzrechtliche Ausnahmegenehmigungen von den Verboten des § 44 Abs. 1 und Abs. 2 BNatSchG entsprechend § 45 Abs. 7 Nr. 3 BNatSchG vor.

An Gewässern, an denen Imagines der Zweigestreiften Quelljungfer beobachtet wurden, erfolgte danach aus Artenschutzgründen in der Regel keine weitere Suche nach Larven im Bachsediment.

4.3 Messung physikalisch-chemischer Gewässerparameter

An den untersuchten Gewässern wurden die physikalisch-chemischen Gewässerparameter pH-Wert, Wassertemperatur (°C), Sauerstoffgehalt (mg O_2/l) und elektrische Leitfähigkeit (µS/cm) an jeweils einer Stelle pro Gewässer in der Zeit zwischen Ende Juni und Anfang August 2020 einmalig bestimmt. Die Position der Messstellen wurde mittels GPS festgehalten.

Für die Messungen wurden zwei Geräte des Typs PCE-PHD 1 (PCE Deutschland GmbH, Meschede) mit automatische Temperaturkompensation und Datenloggerfunktion verwendet (Tabelle 1).

Tabelle 1: Kennwerte der Messgeräte PCE-PHD 1 zur Bestimmung der physikalisch-chemischen Gewässerparameter (Herstellerangaben).

	pH-Wert [pH]	Temperatur (T)	Leitfähigkeit [K]	Sauerstoffgehalt [DO]
Einheit	–	°C	µS/cm ms/cm	mg/l in Flüssigkeiten % in Luft
Messbereich	0,00–14,00	0–60°C	0,0–200,0 µS/cm bis 0,2–200,0 ms/cm	0–20 mg/l in Flüssigkeiten 0–100% in Luft
Auflösung	0,01	0,1 °C	Messbereichabhängig: 0,1 µS/cm bis 0,1 ms/cm	0,1 mg/l 0,1%
Genauigkeit	±0,02 +2 digits	keine Angabe	±2% v. Messwert + 1 digit	±0,4 mg/l (in Wasser) ±0,7% (in Luft)

4.4 Statistik

Zur Beschreibung der mittleren Werte einer Datenreihe wurden die Medianwerte verwendet. Im Vergleich zum arithmetischen Mittelwert wird der Median kaum von extremen Abweichungen vom mittleren Wert („Ausreißer") beeinflusst. Als weitere Kennzahlen der Verteilung wurden neben den Extremwerten (Minimum und Maximum) das untere und obere Quartil angegeben (25 %- und 75 %-Quartil). Der Bereich zwischen diesen beiden Quartilen enthält die mittleren 50 Prozent aller Werte (Interquartilsbereich).

Zum Überprüfen, ob sich die Bäche mit Vorkommen der beiden Leitarten Feuersalamander und Zweigestreifte Quelljungfer und ohne Vorkommen dieser Arten hinsichtlich der zentralen Tendenzen der physikalisch-chemischen Gewässerparameter unterscheiden, wurde der Mann-Whitney-U-Test (auch: Wilcoxon Rangsummen-Test) herangezogen. Der Mann-Whitney-U-Test ist das nichtparametrische Pendant zum t-Test und wurde hier verwendet, weil die Messwerte nicht normalverteilt sind. Zudem ist dieser Test robuster gegenüber „Ausreißern" als der t-Test. Als Signifikanzniveau wurde $\alpha = 0{,}05$ (5 %-Niveau) gewählt.

5 Behördlich bekannte Vorkommen der Leitarten

Vor Beginn der Geländearbeiten wurden die behördlich bereits bekannten Vorkommen der Leitarten im Projektgebiet in den Fachinformationssystemen Naturschutz und Gewässer (FIS Naturschutz und FIS Gewässer) beim Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) abgefragt.

Alle drei Leitarten waren bereits zuvor im Projektgebiet nachgewiesen worden (Tabelle 2 und Karte in der Anlage). Für Feuersalamander, als Larven oder als landlebende Tiere, liegen Fundpunkte in 9 Bächen beziehungsweise in deren Umfeld vor. In 6 Bächen sind Vorkommen von Feuersalamanderlarven bekannt: Bach-Nr. 06 Rimbach, Bach-Nr. 06-1, 06-3, 07 Döllgrund, 08(N) Finstere Erle Nord, und Nr. 08-11 Schüßlersgrund. Im Umfeld des Rimbachs (Bach-Nr. 06) waren auch landlebende Feuersalamander gefunden worden, ebenso in der Umgebung der Bäche 06-4, Döllgrund (07), Finstere Erle Nord (08N), 08-6 und Schüßlersgrund (08-11). Sämtliche bekannten Feuersalamandernachweise sind jedoch vergleichsweise alt, die jüngsten stammen von 2009.

Die Nachweise der Zweigestreiften Quelljungfer und der Westgroppe sind dagegen aktuell: Die Zweigestreifte Quelljungfer war 2017 an einem Bachlauf festgestellt worden (Bach-Nr. 01), die Westgroppe 2018 und 2016 in zwei Bächen (Nr. 02 und Nr. 08(S)).

Tabelle 2: Behördlich bekannte Vorkommen von Feuersalamander, Zweigestreifter Quelljungfer und Westgroppe im Projektgebiet, zurückreichend bis 1995 (s. auch beiliegende Karte). Quelle: Fachinformationssystem (FIS) Naturschutz und FIS Gewässer des Freistaats Thüringen, Stand Juni 2020. Die Fachinformationssysteme enthalten auch noch einige ältere Nachweise von vor 1995, diese sind hier jedoch nicht aufgeführt.

Bach-Nr.	Name	Art	Lebensstadien	Fundjahr
06	Rimbach	Feuersalamander	Adulte und Larven	2009
06-1		Feuersalamander	Larven	2009
06-3		Feuersalamander	Larven	2009
06-4		Feuersalamander	Adulte	2009
07	Döllgrund	Feuersalamander	Adulte und Larven	1995
08(N)	Finstere Erle (Nord)	Feuersalamander	Adulte und Larven	2009
08-3		Feuersalamander	Adulte	1995
08-6		Feuersalamander	Adulte und Larven	2009
08-11	Schüßlersgrund	Feuersalamander	Adulte	2009
01	Dürre Lauter	Zweigestreifte Quelljungfer	Imagines und Larven	2017
02	Goldene Lauter	Westgroppe	Adulte	2018
08(S)	Finstere Erle (Süd)	Westgroppe	Adulte	2016

6 Funde von Feuersalamanderlarven und Zweigestreiften Quelljungfern 2020

Die beiden Zielarten der vorliegenden Untersuchung – Feuersalamanderlarven und Zweigestreifte Quelljungfer – wurden 2020 in insgesamt 14 der 68 Projektbäche nachgewiesen (Tabelle 3 und Karte in der Anlage). Feuersalamanderlarven wurden in 8 Bächen festgestellt, Imagines oder Larven der Zweigestreiften Quelljungfer ebenfalls in beziehungsweise an 8 Gewässern. An zwei Bachläufen wurde beide Arten gefunden: Im Döllgrund (Bach-Nr. 07) und im Schüßlersgrund (Nr. 08-11). Insgesamt wurden 207 Feuersalamanderlarven registriert sowie 39–42 Imagines und 8 Larven der Zweigestreiften Quelljungfer.

Tabelle 3: Anzahl der 2020 in bzw. an den Projektbächen gefundenen Feuersalamanderlarven sowie Imagines und Larven der Zweigestreiften Quelljungfer.

			Feuersalamander	Zweigestreifte Quelljungfer	
Bach-Nr.	Name	Länge	Larven	Imagines	Larven
01	Dürre Lauter	1.407 m		7–8	
03	Runsetal	1.222 m		3–5	
05	Pfanntal	2.327 m		3	
06	Rimbach	2.144 m	5		
07	Döllgrund	4.464 m	7	13	7
08(N)	Erle (Nord)	3.615 m	1		
08(S)	Erle (Süd)	2.333 m		4	
08-1		542 m	1		
08-4		374 m	7		
08-6		839 m	129		
08-11	Schüßlersgrund	1.822 m	56	1	
08-12		86 m	1		
08-20		540 m		1	
09	Zimmerbach	1.665 m		7	1
		Summen	**207 Larven**	**39-42 Imagines**	**8 Larven**

6.1 Funde von Feuersalamanderlarven

Die weitaus meisten Feuersalamanderlarven wurden im Bach-Nr. 08-6 gezählt: 129 Exemplare. Rechnerisch entspricht dies bei einer Lauflänge des Bachs von ca. 840 m einer Larvendichte von etwa 15 Larven pro 100 m Fließstrecke (Tabelle 4). Die Funde waren auf zwei Bachabschnitte verteilt (vgl. Anhang III (Seite 43). Im ersten, etwa 500 m langen Abschnitt, der bis fast an die Einmündung in die Finstere Erle (Bach-Nr. 08(S)) reicht, wurde der Großteil mit 127 Larven festgestellt. Dieser Abschnitt trägt auf der beiliegenden Karte die Kennung „FS08-6a“. 50 Larven waren mittelgroß (Größenklasse II, 3–4 cm) und 77 Larven groß (Größenklasse III, >4 cm). In einem zwei-

ten quellnäheren Abschnitt wurden 2 weitere Larven entdeckt (Kennung FS08-6b), 1 kleine Larve (Größenklasse I, <3 cm) und 1 mittelgroße (Größenklasse II, 3–4 cm). Der Bach 08-6 verläuft größtenteils in Buchenwäldern; im oberen Drittel grenzen auch Fichtenbestände an. Im mittleren Bereich befindet sich eine langgestreckte, nur etwa 30 m breite Bergwiese. Die Verteilung der Larven auf mehrere Größenklassen deutet darauf hin, dass sie von verschiedenen Weibchen stammen, die ihre Larven zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgesetzt hatten. In diesem Bach und seinem Umfeld ist von einer großen und vitalen Feuersalamanderpopulation auszugehen.

Tabelle 4: Funde von Feuersalamanderlarven in Größenklassen (2020). Die Fundabschnitte sind auf der beiliegenden Karte dargestellt (Angaben zu den einzelnen Fundstellen in Anhang III, Tabelle A10, S. 43).

			Größenklasse					
Bach Nr.	**Name**	**Länge**	**I <3 cm**	**II 3-4 cm**	**III >4 cm**	**Gesamt**	**Dichte (L/100 m)**	**Fundkennungen**
06	Rimbach	2.144 m		5		5	0,23	FS06
07	Döllgrund	4.464 m			7	7	0,16	FS07a / FS07b
08(N)	Erle (Nord)	3.615 m			1	1	0,03	FS08N
08-1		542 m			1	1	0,18	FS08-1
08-4		374 m			7	7	1,87	FS08-4
08-6		839 m	1	51	77	129	15,38	FS08-6a / FS08-6b
08-11	Schüßlersgrund	1.822 m		25	31	56	3,07	FS08-11
08-12		86 m			1	1	1,16	FS08-12
		Summen	**1**	**81**	**125**	**207**		

Im Schüßlersgrund (Bach-Nr. 08-11) traten die zweitmeisten Larven auf. In einem etwa 350 m langen Bachabschnitt in der oberen Hälfte des Bachlaufs wurden 56 Larven ermittelt (Kennung FS08-11). 31 dieser Larven fallen in die Größenklasse III (groß, >4 cm), während 25 Larven in die Größenklasse II (mittel, 3–4 cm) gehören. Bei einer Lauflänge von etwa 1.800 m ergibt sich daraus eine Dichte von etwa 3 Larven pro 100 m Fließstrecke. Der Abschnitt liegt in einem strukturreichen Buchenwald, der von schmalen Wiesenstücken durchzogen ist. Auch in diesem Bach und seiner näheren Umgebung lebt eine große und offensichtlich vitale Feuersalamanderpopulation.

Im Döllgrund, Bach-Nr. 07 (der Bach und das Tal werden zumindest im nördlichen Bereich auch Harzgrund genannt) wurden im Oberlauf in zwei Abschnitten insgesamt 7 Larven entdeckt. Im Abschnitt FS07a wurde 1 große Larve (>4 cm) gefunden. Getrennt durch einen etwa 180 m langen Abschnitt ohne Funde wurden bachaufwärts auf einer Fließstrecke von rund 120 m 6 weitere große Feuersalamanderlarven festgestellt (Kennung FS07b). Die Bereiche mit Funden verlaufen in Fichtenbeständen, die mit Laubbäumen, meist Rotbuchen, durchsetzt sind. Angrenzend befinden sich kleine feuchte Grünlandparzellen.

Bach-Nr. 08-4 enthielt in einem Abschnitt von etwa 30 m Länge ebenfalls 7 Larven aus der Größenklasse III (>4 cm). Der Fundabschnitt (Kennung FS08-4) liegt in einem von Buchen dominierten Buchen-Fichten-Mischbestand.

Im Rimbach (Bach Nr. 06) wurden 5 mittelgroße Feuersalamanderlarven festgestellt. Sie wurden auf einer Gewässerstrecke von etwa 150 m Länge im Oberlauf des Rimbachs zwischen den beiden Zuflüssen 06-3 und 06-4 entdeckt. Dieser Bachabschnitt (FS06) verläuft in einem außergewöhnlich struktur- und totholzreichen Buchenwald. Im Teilgebiet Lauter wurden 2020 nur im Rimbach Feuersalamanderlarven gefunden.

In drei weiteren Bachläufen wurde jeweils nur 1 große Feuersalamanderlarve registriert: In der Finsteren Erle (Bach-Nr. 08(N)) sowie in den Bächen Nr. 08-1 und Nr. 08-12. Die Fundstelle im Bach 08(N) liegt im Oberlauf (Kennung FS08N) in einem bachbegleitenden Laubholzbestand aus Rotbuchen und Bergahorn. Die Feuersalamanderlarve im Bach 08-1 wurde im untersten Bereich des Bachlaufs entdeckt, kurz bevor er in die Wassergewinnungsanlage eintritt. Der Bach fließt hier am Rand eines Fichtenbestands, der an Buchenwälder und an eine mit Gehölzen zuwachsende Bergwiese grenzt (Kennung FS08-1). Im Bach 08-12 wurde 1 Larve im Quellbereich angetroffen, der in einem strukturreichen Buchenwald liegt (Kennung FS08-12).

Die hohen Fundanzahlen von 129 beziehungsweise 56 Feuersalamanderlarven in den Bächen Nr. 08-6 und Nr. 08-11 lassen auf relativ große Feuersalamanderpopulationen in deren Umgebung schließen. In den übrigen 6 Bachläufen, in denen Larven festgestellt wurden, ist aufgrund der niedrigen Fundzahlen nur von kleinen Feuersalamandervorkommen auszugehen.

In sämtlichen Gewässerabschnitten, in denen 2020 Feuersalamanderlarven gefunden wurden, war die Strukturausstattung bei einer vorhergehenden Gewässerstrukturkartierung in der höchsten Kategorie als „gut" eingestuft worden (Rees 2020); lediglich im Bach 08-1, in dem nur 1 Larve entdeckt wurde, war die Strukturausstattung als „mittel" klassifiziert worden.

In Anbetracht der strukturellen Eignung der Gewässer für Feuersalamanderlarven und deren Umfeld als Lebensraum für landlebende Feuersalamander ist es verwunderlich, dass nicht noch in weiteren Projektbächen Feuersalamanderlarven gefunden wurden. Insbesondere im Pfanntal (Bach-Nr. 05), in den im Wald gelegenen Bachabschnitten einschließlich der meisten Nebenbäche wären Feuersalamanderlarven zu erwarten gewesen; aber auch die Bäche 04-3 (Oberes Galgental) und 04-4 (Grasgrund) besitzen viel Potenzial für das Vorkommen von Feuersalamandern. Gründe für deren Fehlen in diesen Gewässern sind nicht ersichtlich.

2020 führten zahlreicher Quellbäche sehr wenig Wasser oder waren sogar komplett ausgetrocknet. Sie fielen daher zumindest im Untersuchungsjahr für die Reproduktion der Feuersalamander weitgehend aus. Dies war besonders ausgeprägt im Teilgebiet Erle in der Umgebung des Stausees Erletor. Es ist davon auszugehen, dass bei zukünftiger anhaltender Trockenheit die dort noch vorkommenden Feuersalamanderpopulationen stark in Mitleidenschaft gezogen werden.

6.2 Funde von Zweigestreiften Quelljungfern

Die Suche nach Larven der Zweigestreiften Quelljungfer erfolgte im Sohlensediment von insgesamt 27 Gewässerabschnitten (Tabelle A9 in Anhang II, Seite 42 und beiliegende Karte). Die Länge der Abschnitte variierte je nach Häufigkeit von Stellen mit Feinsedimentablagerungen zwischen wenigen Metern und über 200 Metern. Nach Imagines der Zweigestreiften Quelljungfer wurde bei allen Kontrollen Ausschau gehalten (Termine s. Anhang I, Seite 39ff).

Imagines der Zweigestreifte Quelljungfer wurden an 8 Projektbächen nachgewiesen, in 2 Bächen neben Imagines auch Larven (Döllgrund, Bach-Nr. 07 und Zimmerbach, Nr. 09, Tabelle 5). Im Gegensatz zu Feuersalamanderlarven, die hauptsächlich im Teilgebiet Erle gefunden wurden, wurden Zweigestreifte Quelljungfern in beiden Teilgebieten in größerer Anzahl angetroffen.

Tabelle 5: Funde von Imagines und Larven der Zweigestreiften Quelljungfer (2020). Die einzelnen Funde sind auch auf der beiliegenden Karte dargestellt und in Tabelle A11 (Anhang III, S. 44) aufgeschlüsselt.

Bach Nr.	Name	Länge	Imagines	Larven	Fundkennungen
01	Dürre Lauter	1.407 m	1 ♀, 6-7 ♂ (7-8 Ind.)		ZQI01a – ZQI01f
03	Runsetal	1.222 m	0-1 ♀, 3-5 ♂ (3-5 Ind.)		ZQI03a – ZQI03c
05	Pfanntal	2.327 m	1♀, 2 ♂ (3 Ind.)		ZQI05a – ZQI05c
07	Döllgrund	4.464 m	13 ♂	7	ZQI07b – ZQI07m / ZQL07a, ZQL07c, ZQL07l
08(S)	Finstere Erle (Süd)	2.333 m	4 ♂		ZQI08(S)a – ZQI08(S)c
08-11	Schüßlersgrund	1.822 m	1 ♂		ZQI08-11
08-20		540 m	1 ♀		ZQI08-10
09	Zimmerbach	1.665 m	1♀, 6 ♂ (7 Ind.)	1	ZQI09a – ZQI09g / ZQL09b
		Summen	**39-42 Imagines**	**8 Larven**	

Die meisten Quelljungfern wurden im Döllgrund (Bach-Nr. 07) gefunden; dieser Bach wird in der oberen Hälfte zusammen mit den angrenzenden Wiesen auch Harzgrund genannt. Dort wurden 13 fliegende Imagines und 7 Larven festgestellt. Die Fundpunkte befinden sich alle in der oberen Hälfte des Gewässers (Karte in der Anlage und Tabelle A11 in Anhang III, Seite 44, dort sind die einzelnen Beobachtungen je Fundstelle aufgeführt). Die 13 fliegenden Libellen – alles Männchen – wurden am 6. August bei wolkenloser warmer Witterung verteilt über den gesamten Abschnitt des Bachs, der in den Wiesen des Harzgrunds verläuft, bei Patrouillenflügen und Revierkämpfen beobachtet. Larven wurden an 3 Stellen im Bachsediment gefunden (s. Karte). Im nördlichsten Abschnitt ist der Bachlauf großenteils vermoort und verläuft zwischen gut ausgebildeter torfmoosreicher Flachmoorvegetation. Auch hier wurden Quelljungferlarven verschiedener Stadien in kleinen Tümpelstrukturen nachgewiesen. Die umliegende gemulchte Magerwiese dient den Imagines als Jagdhabitat. Am Döllgund (Harzgrund) handelt es sich offensichtlich um ein lange bestehendes stabiles Vorkommen der Zweigestreiften Quelljungfer, da die Art bereits im Juli 2014 im Rahmen einer Biotopkartierung (OBK-Thüringen) in ähnlich hohen Dichten wie 2020 im Harzgrund festgestellt wurde (diese Daten sind nicht im FIS enthalten). Als positiv ist die extensive Grünlandpflege im Harzgrund zu sehen, hierdurch ist der Bach für die Imagines zur Reproduktion auf großer Strecke erreichbar. Allerdings hat die Wassermenge der Bäche seitdem deutlich abgenommen, zahlreiche Seitenbäche, die 2014 noch eine gute Wasserführung aufwiesen, sind vollkommen trockengefallen. Dieser Wassermangel trifft für viele Bereiche des Projektgebiets zu und lässt mittel- und langfristig eine deutliche Habitatverschlechterung bis hin zu Habitatverlusten für die beiden Zielarten erahnen.

Im Zimmerbach (Bach-Nr. 09) wurden am 13. Juli bei sonniger Witterung 7 Imagines und 1 Larve ermittelt. Sechs der 7 fliegenden Libellen waren Männchen, die ihre charakteristischen Patrouil-

lenflüge dicht über dem Gewässer absolvierten. Das 7. Tier, ein Weibchen, wurde bei der Eiablage in einem kleinen flach überströmtem Bereich mit Feinsedimentablagerungen im Umfeld eines kleinen Stauteichs beobachtet. Sämtliche Fundpunkte liegen im Bereich der Wiesenbrachen in der unteren Hälfte des Zimmerbachs. Die Habitatqualität ist hier trotz der recht zahlreichen Funde als kritisch anzusehen: Aufgrund des Brachfallens der Grünlandflächen verfilzt die Vegetation stark und hat besonders im oberen Abschnitt weite Teile des Baches komplett überwachsen. So gelangen die Imagines kaum noch zur Eiablage an den Bachlauf. Maßnahmen sind hier dringend erforderlich; eine extensive Beweidung mit Rindern wird hier empfohlen, um eine heterogene, teils lückige Vegetation mit Offenbodenstellen am Bachufer zu fördern.

An der Dürren Lauter (Bach-Nr. 01) wurden bei der 1. Kontrolle am 4. Juli keine Quelljungfern gefunden. Bei der 2. Kontrolle am 23. Juli flogen jedoch 6–7 Männchen und 1 Weibchen (Witterung: leichte Bewölkung, Wingeschwindigkeit 1–2 Bft, ca. 20°C). Die Männchen patrouillierten über dem Gewässer; Begegnungen von zwei Männchen führten sofort zu heftigen aber kurzen Auseinandersetzungen, die immer damit endeten, dass eines der Männchen davonflog. Das einzige beobachtete Weibchen näherte sich vom nahen Waldrand; ein Männchen flog sofort dorthin und beide verschwanden in den Baumkronen. Sämtliche Beobachtungen erfolgten in den Wiesen an der Dürren Lauter.

Die nahe gelegene Goldene Lauter (Bach-Nr. 02) wurde an denselben Tagen wie die Dürre Lauter kontrolliert. Eine zusätzliche Begehung fand am 18. Juli statt, also wurde die Goldene Lauter insgesamt an drei Tagen nach fliegenden Libellen abgesucht; die Witterungsbedingungen waren in allen Fällen günstig für Libellenerfassungen (vgl. Anhang II). Quelljungfern wurden dennoch nicht festgestellt. Auch die Suche nach Larven im Bachsohlensediment blieb erfolglos. Die Goldene Lauter gleicht der Dürren Lauter, sie führt jedoch mehr Wasser, ist etwas breiter und strömt schneller. Feinsedimentablagerungen sind noch seltener als in der Dürren Lauter.

Am Bachlauf im Runsetal (Bach-Nr. 03) flogen am 23. Juli bei günstigen Witterungsbedingungen mehrere Imagines (am gleichen Tag wurden die Bäche Nr. 01 und Nr. 02 kontrolliert, s. o.). Der etwa 250 m lange Bachabschnitt, an dem die Quelljungfern auftraten, befindet sich im Bereich der Einmündung des im Sommer 2020 völlig ausgetrockneten Nebenbachs Nr. 03-1 (s. beiliegende Karte). Der schmale Hauptbach im Runsetal fließt größtenteils in einer Bergwiese und wird im Sommer stark von Gräsern, krautiger Vegetation und Hochstauden überwachsen, sodass jeweils nur kurze Bachabschnitte eingesehen werden konnten. Daher war die Anzahl der Zweigestreiften Quelljungfern nicht eindeutig zu bestimmen. Es handelte sich um mindestens 3 verschiedene Tiere, wahrscheinlich aber um 5 Individuen. An zwei Stellen wurden Männchen bei Patrouillenflügen über dem Bachlauf und Revierkämpfen beobachtet, an einer Stelle flog ein Individuum von einer seichten schlammigen Stelle auf, wahrscheinlich ein Weibchen kurz nach der Eiablage (vgl. Tabelle A11 in Anhang III, Seite 44). Im Runsetal ist das Überwachsen des schmalen Bachlaufs durch die Wiesenvegetation im Sommer problematisch, da den Quelljungfern der Zugang zum Reproduktionsgewässer erschwert wird – ähnlich wie am Zimmerbach. Auch an diesem Gewässer könnte Beweidung die Habitatqualität für die Quelljungfern verbessern.

Im südlichen Teil der Finsteren Erle unterhalb des Stausees Erletor (Bach-Nr. 08(S)) wurden am 13. Juli 4 Imagines der Zweigestreiften Quelljungfer gesichtet. Die 3 Fundpunkte sind über einen

langen Bachabschnitt von etwa einem Kilometer Länge verteilt (s. beiliegende Karte). Die Finstere Erle ist dort abschnittsweise mehrere Meter breit und fließt in Wiesen, die teilweise verbuschen. An der am weitesten im Süden gelegenen Fundstelle wurden zwei Männchen auf Patrouillenflügen beobachtet, an den beiden anderen Stellen jeweils 1 Männchen, ebenfalls bei Patrouillenflügen dicht über dem Gewässer.

Im Pfanntal (Bach-Nr. 05) wurden am 30. Juli bei wolkenlosem Himmel und Temperaturen von etwas über 20°C 3 fliegende Zweigestreifte Quelljungfern festgestellt. Zwei Fundpunkte liegen im Westen der Bergwiese in der Nähe der Stelle, an der die Wiese an den Wald grenzt. Hier patrouillierten 2 Männchen entlang des Bachlaufs. Ein drittes Individuum, wahrscheinlich ein Weibchen, flog im Wald entlang des Wegs, der hier in geringem Abstand zur Wiese verläuft (s. beiliegende Karte und Tabelle A11, Seite 44). Bei der ersten Kontrolle dieses Bachs am 24. Juni waren bei ebenfalls günstigen Witterungsbedingungen (s. Anhang I) keine Quelljungfern festgestellt worden. Wahrscheinlich flogen sie zu diesem frühen Termin im Jahr noch nicht. An den Nebenbächen des Pfanntals wurden keine Quelljungfern gefunden.

Ein weiteres Männchen trat am 14. Juli im Schüßlersgrund (Bach-Nr. 08-11) an einer kleinen Wiese auf. Aufgrund der geringen Fundzahl und der potenziellen Eignung des Gewässers für Zweigestreifte Quelljungfern wurde an zwei Stellen im Sohlensediment nach Larven dieser Libelle gesucht, jedoch ohne Erfolg (s. beiliegende Karte und Tabelle A9 in Anhang II, Seite 42).

Am Bach-Nr. 08-20 gelang am 14. Juli am Waldrand die Beobachtung eines Weibchens bei der Eiablage. Der Bach ist sehr schmal und versiegt bachaufwärts bald. Er besitzt keine richtige Einmündung (mehr) in die Finstere Erle.

Sämtliche Imagines der Zweigestreiften Quelljungfer wurden zwischen Mitte Juli und Anfang August bei sommerlichen Temperaturen und geringer oder fehlender Bewölkung beobachtet. Die Quelljungfern waren an diesen Tagen vom Morgen bis in die späten Nachmittagsstunden aktiv.

Die Suche nach Larven im Bachsediment verlief nur in 4 von insgesamt 27 beprobten Bachabschnitten erfolgreich (Tabelle A9 in Anhang II, Seite 42).

6.3 Vergleich der Leitartenfunde 2020 mit den Daten im FIS

Feuersalamander

2020 wurden in 8 Projektbächen Feuersalamanderlarven nachgewiesen. Für vier dieser Bäche liegen Funddaten im Thüringer Fachinformationssystem (FIS) vor: Bach-Nr. 06, Nr. 07, Nr. 08(N) und Nr. 08-6. Die Larvenvorkommen in den übrigen 4 Bächen waren bisher nicht im FIS bekannt (Bach-Nr. 08-1, Nr. 08-4, Nr. 08-11 und Nr. 08-12, Tabelle 6 und Abbildung 3, Seite 23). In 3 Bachläufen, für die Larven-Funddaten im FIS vorhanden sind, wurden 2020 keine Feuersalamanderlarven entdeckt. Es handelt sich um zwei Nebenbäche des Rimbachs (Nr. 06-1 und Nr. 06-3) sowie den Zimmerbach (Nr. 09).

Nach den Daten des FIS waren im Rimbach (Bach-Nr. 06) zuletzt 2009 Feuersalamander nachgewiesen worden. Sowohl im Rimbach selbst als auch in zwei Nebenbächen waren damals Feuersalamanderlarven festgestellt worden, 18 Larven im Rimbach und jeweils 2 Larven in den beiden

Nebenbächen Nr. 06-1 und Nr. 06-3. Für die Nebenbäche des Rimbachs Nr. 06-1, Nr. 06-2 und Nr. 06-3 gibt es im FIS auch noch einige alte Larvennachweise von vor 1995, die hier in den Tabellen und Karten nicht mehr aufgeführt sind. Zudem waren in der Nähe des Rimbachs an der Westgrenze des Projektgebiets 2009 landlebende Feuersalamander entdeckt worden, ebenso in der Umgebung des Nebenbachs Nr. 06-4. 2020 wurden 5 Feuersalamanderlarven im Rimbach gefunden, in einem Bachabschnitt zwischen den Einmündungen der beiden Nebenbäche Nr. 06-3 und Nr. 06-4. Nach den Altfunden aus dem FIS wären an diesem Gewässersystem 2020 mehr Larvenfundstellen zu erwarten gewesen. Der Rimbach ist in seiner oberen Hälfte ausgesprochen strukturreich und bietet dort überdies mit seinen totholzreichen Altbuchenbeständen gute Lebensraumbedingungen für adulte Feuersalamander. Das Rimbach-Gewässersystem ist das einzige im Projektteilgebiet Lauter, in dem 2020 Feuersalamanderlarven festgestellt wurden und für das im FIS Feuersalamandernachweise ab 1995 vorhanden sind.

Tabelle 6: Vergleich der Funde von Feuersalamandern und Zweigestreiften Quelljungfern 2020 mit den Daten des FIS (ab 1995, Fundjahr in Klammern); ?: Anzahl unbekannt.

Bach Nr.	Name	Länge	Feuersalamander			Zweigestreifte Quelljungfer			
			Larven		Adulte	2020		FIS	
			2020	FIS	FIS	Larven	Imagines	Larven	Imagines
01	Dürre Lauter	1.407 m					7–8	2 (2017)	1 (2017)
03	Runsetal	1.222 m					3–5		
5	Pfanntal	2.327 m					3		
06	Rimbach	2.144 m	5	18 (2009)	? (2009)				
06-1		360 m		2 (2009)					
06-3		462 m		2 (2009)					
06-4		179 m			? (2009)				
07	Döllgrund	4.464 m	7	2 (1995)	>3 (1995)	7	13		
08(N)	Finstere Erle (Nord)	3.615 m	1	22 (1995) 2 (2009)	7 (1995)				
08(S)	Finstere Erle (Süd)	2.333 m			1 (2005)		4		
08-1		542 m	1						
08-3		306 m			2 (1995)				
08-4		374 m	7						
08-6		839 m	129	109 (2009)	? (2009)				
08-11	Schüßlersgrund	1.822 m	56		? (2009)		1		
08-12		86 m	1						
08-20		540 m			? (2009)		1		
09	Zimmerbach	1.665 m		2 (1995)		1	7		
Summen			**207**	**159**	**>13**	**8**	**39-42**	**2**	**1**

Am Döllgrund (Bach-Nr. 07) waren 1995 nach den Daten des FIS im oberen, auch als Harzgrund bezeichneten Bereich, 2 Feuersalamanderlarven und eine nicht näher bezifferte Anzahl an adul-

ten Feuersalamandern entdeckt worden. Im unteren Bereich waren einige weitere adulte Feuersalamander angetroffen worden (Anzahl unbekannt). 2020 wurden an zwei Abschnitten im oberen Bereich des Bachs insgesamt 7 Feuersalamanderlarven erfasst. Ein Abschnitt liegt in unmittelbarer Nähe zu einem Fundpunkt des FIS (Abbildung 3).

Die meisten im FIS dokumentierten Feuersalamandernachweise im Projektgebiet stammen aus der Umgebung des Stausees Erletor (Abbildung 3 und Karte in der Anlage). Dort befinden sich 6 Fundpunkte von adulten Feuersalamandern aus den Jahren 1995 oder 2009. Sie liegen direkt an der Finsteren Erle Nr. 08(N)), in der Nähe der Gewässer Nr. 08-11 (Schüßlersgrund), Nr. 08-6 und Nr. 08-3. In der Finsteren Erle (Nord), am Einlauf in den Stausee, waren 1995 zudem an zwei Stellen jeweils 11 Feuersalamanderlarven beobachtet worden. Am Bach-Nr. 08-6 (im FIS als „Bach im Bansgrethengrund" bezeichnet) waren 2009 109 Larven gezählt worden. Auch 2020 liegt der Schwerpunkt der Feuersalamanderlarvenfunde in der Umgebung des Stausees. Dort wurden in 5 Bächen insgesamt 194 Larven ermittelt. Im Bach Nr. 08-6, dem Bach mit den meisten Larven im FIS, wurden 2020 ebenfalls die höchste Larvenanzahl festgestellt: 129 Larven. Die übrigen Bäche mit Larvenvorkommen am Stausee sind: Nr. 08-1 (1 Larve), Nr. 08-4 (7 Larven), Nr. 08-11 (56 Larven) und 08-12 (1 Larve).

Isiolierte Larvenvorkommen mit nur einem oder zwei gefundenen Exemplaren gab es am Nordabschnitt der Finsteren Erle (Bach-Nr. 08(N)), sowohl 2020 als auch schon 2009 im FIS.

Im Zimmerbach (Bach-Nr. 09) sind für 1995 im FIS 2 Larven und eine unbestimme Anzahl adulter Feuersalamander dokumentiert. 2020 wurden an diesem Gewässer jedoch keine Feuersalamanderlarven entdeckt.

Zweigestreifte Quelljungfer

Für die Zweigestreifte Quelljungfer liegen im FIS nur aus einem Bach des Projektgebiets Daten vor: In der Dürren Lauter (Bach-Nr. 01) waren 2017 2 Larven und 1 Imago dieser Libelle erfasst worden. 2020 dagegen wurden Zweigestreifte Quelljungfern in oder an 8 Projektbächen festgestellt, insgesamt rund 40 Imagines und 8 Larven (Tabelle 6, Seite 21). In 2 dieser 8 Bäche wurden sowohl Larven als auch fliegende Quelljungfern nachgewiesen (Bach-Nr. 07 und Nr. 09). Auch an der Dürren Lauter, für die Funde im FIS vorhanden sind, wurden 2020 fliegende Zweigestreifte Quelljungfern gefunden (7–8 Exemplare). Die Fundpunkte aus dem FIS von 2017 liegen in dem Bachabschnitt, in dem auch 2020 Quelljungfern nachgewiesen wurden (Abbildung 3, Seite 23).

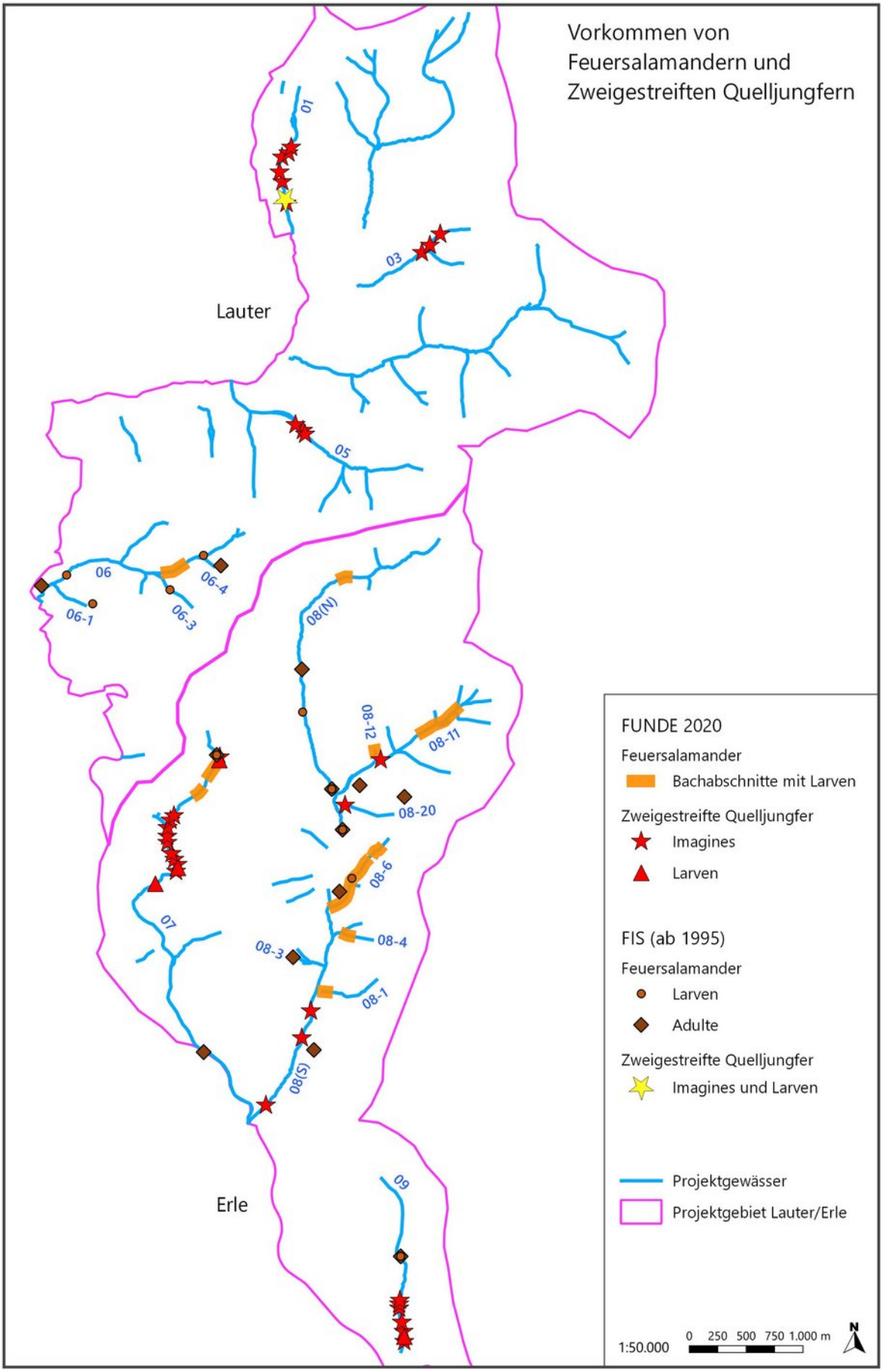


Abbildung 3: Funde von Feuersalamanderlarven und Zweigestreiften Quelljungfern an den Projektgewässern 2020 und Funddaten des Thüringer Fachinformationssystems (FIS) ab 1995.

Fazit des Vergleichs der Funde 2020 mit den Daten des FIS

Beim Vergleich der im FIS enthaltenen Funde von Feuersalamandern und Zweigestreiften Quelljungfern mit den Funden aus der vorliegenden Untersuchung ergeben sich verallgemeinert zwei gegenläufige Tendenzen für die beiden Arten. Feuersalamaderlarven wurden 2020 mit Ausnahme des Zimmerbachs (Nr. 09) zwar in den gleichen Gewässersystemen gefunden wie bereits im FIS dokumentiert, die Anzahl der Fundstellen ist aber reduziert, weniger Bäche sind besiedelt. Besonders deutlich wird dies am Rimbach mit seinen Nebengewässern (Bäche mit der Hauptnummer 06). An einigen Gewässern beziehungsweise -abschnitten sind die Feuersalamandervorkommen eventuell sogar mittlerweile erloschen, wie zum Beispiel am Unterlauf des Döllgrunds (Bach-Nr. 07) oder am Zimmerbach (Nr. 09). Hingegen sind an anderen Gewässern 2020 große und vitale Feuersalamandervorkommen vorhanden (Bach-Nr. 08-6 und Nr. 08-11). Nach den zur Verfügung stehenden Daten deutet sich insgesamt jedoch ein leichter Rückgang des Feuersalamanders im Projektgebiet in den letzten Jahrzehnten an.

Das Gegenteil scheint auf die Zweigestreifte Quelljungfer zuzutreffen. Gegenüber den Daten des FIS mit nur einem Fundpunkt von 2017 im Projektgebiet wurde diese Art in der vorliegenden systematischen Untersuchung an 8 Bächen nachgewiesen. Gemessen an den Daten des FIS hat sich die Zweigestreifte Quelljungfer in den letzten Jahren im Projektgebiet in den Wiesenbachabschnitten stark ausgebreitet. Allerdings lässt die geringe Fundanzahl im FIS ohne Kenntnis des Untersuchungsaufwands kaum Rückschlüsse auf die vormalige Verbreitung der Quelljungfer im Projektgebiet zu. Die Erfassung von Quelljungfern ist erheblich schwieriger als die Kartierung von Feuersalamanderlarven: Die Suche nach Libellenlarven im Bachsediment ist sehr zeitaufwändig; überdies ist die Beobachtung von fliegenden Quelljungfern auf wenige Wochen im Jahr begrenzt und nur bei günstiger Witterung erfolgversprechend. Funde solcher Arten sind bei nicht-systematischen Erfassungen generell unterrepräsentiert. Anhand des Vergleichs der Daten des FIS mit den aktuellen Nachweisen kann also nicht notwendigerweise auf eine Zunahme der Zweigestreiften Quelljungfer im Projektgebiet geschlossen werden.

7 Physikalisch-chemische Gewässerparameter

Die physikalisch-chemischen Gewässerparameter pH-Wert, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und elektrische Leitfähigkeit wurden in 45 der 68 Projektgewässer bestimmt. In 23 Gewässern konnten keine Messungen durchgeführt werden, da in diesen Bächen im Untersuchungszeitraum zu wenig oder kein Wasser vorhanden war. Die mittleren Werte (Medianwerte) und die Extremwerte gehen aus Tabelle 7 hervor; die zugrunde liegenden Messwerte sind in Tabelle A12 (Anhang IV, Seite 45f) aufgeführt.

Tabelle 7: Die Median- und Extremwerte der physikalisch-chemischen Gewässerparameter pH-Wert, Wassertemperatur (T), Sauerstoffgehalt (O_2), und Leitfähigkeit (K); berechnet (1) für sämtliche wasserführenden Projektgewässer und (2) nur für die von Feuersalamanderlarven oder Zweigestreiften Quelljungfern besiedelten Gewässer (Messzeitraum: Ende Juni bis Anfang August 2020).

		pH	T (°C)	O_2 (mg/l)	K (µS/cm)
SÄMTLICHE GEWÄSSER	Median	7,32	10,8	8,8	78,1
	Maximalwert	8,38	18,3	9,8	657,0
	Minimalwert	5,54	6,9	5,7	36,6
	Anzahl (n)	45	45	45	45
NUR BESIEDELTE GEWÄSSER	Median	7,22	12,55	7,95	70,4
	Maximalwert	7,88	18,3	9,7	191,4
	Minimalwert	5,63	9,0	7,2	36,6
	Anzahl (n)	14	14	14	14

7.1 pH-Wert

Die Spannweite der 2020 in allen 45 wasserführenden Untersuchungsgewässern gemessenen pH-Werte reicht zwar von pH 5,54 bis pH 8,38, die mittleren 50 Prozent der Messwerte (Interquartilsabstand) bewegen sich jedoch in einem vergleichsweise engen Bereich etwas oberhalb des Neutralpunkts von pH 7,08 bis pH 7,54. Der Median beträgt pH 7,32 (Tabelle 7 und (Abbildung 4: „Gesamt"). Saure Werte unter pH 6 wurden nur in zwei Gewässern festgestellt: pH 5,54 in Bach-Nr. 06-4 und pH 5,63 in Bach-Nr. 08-4; ein basischer Werte wurde mit pH 8,38 in Bach-Nr. 08-3 lediglich ein einziges Mal gemessen (Abbildung 5, Messwerte in Tabelle A12, Seite 45f).

Die 14 Gewässer, in oder an denen Feuersalamanderlarven oder Zweigestreifte Quelljungfern gefunden wurden, unterscheiden sich in ihren mittleren pH-Werten kaum von den Gewässern, in denen keine der beiden Zielarten vorkommen (Abbildung 4). Der Median der Gewässer mit Funden beträgt pH 7,22, der Median der Bäche ohne Funde liegt bei pH 7,38. Die Unterschiede sind nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $U = 174{,}5$, $n_{mit\ Fund} = 14$, $n_{ohne\ Fund} = 31$, $p > 0{,}05$).

Feuersalamanderlarven wurden auch in einem der beiden sauren Gewässer nachgewiesen (Bach-Nr. 08-4, Abbildung 5, Seite 27)

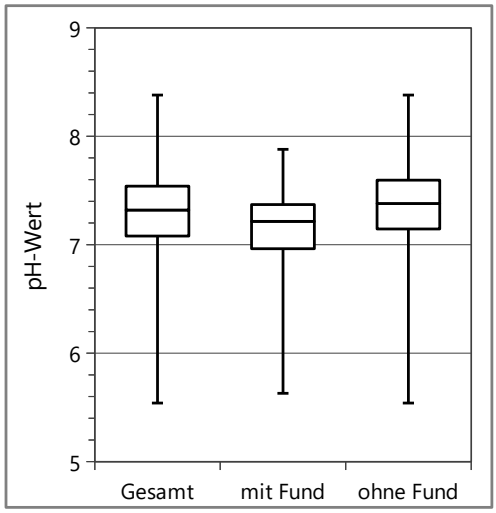


Abbildung 4: Mediane und Streuung der pH-Werte: (1) in allen 45 wasserführenden Projektbächen („Gesamt"), (2) in den Gewässern, in oder an denen Feuersalamanderlarven oder Zweigestreifte Quelljungfern gefunden wurden („mit Fund") und (3) in Gewässern ohne Funde der beiden Zielarten („ohne Fund"). Die mittleren pH-Werte der Bäche mit und ohne Funde unterscheiden sich nicht signifikant.
Die waagerechten Linien innerhalb der Rechtecke repräsentieren die Mediane, die unteren und oberen Begrenzungen geben das 25%- bzw. 75%-Quartil an. Die senkrechten Striche unter und über den Rechtecken reichen bis zu den Minimal- bzw. Maximalwerten.

Der pH-Wert als Maß für den Säuregrad des Wassers hängt in naturnahen Fließgewässern hauptsächlich von den geochemischen Verhältnissen im Einzugsgebiet ab, unter anderem vom Ausgangsgestein und den Kalk-Kohlensäure-gleichgewichten. Weitere Einflussfaktoren sind Temperatur, Einträge aus der Atmosphäre und biologische Prozesse wie Fotosynthese oder Abbau organischer Substanzen. Feuersalamanderlarven tolerieren eine weite Spanne des pH-Werts. Direkte negative Auswirkungen auf die Larven werden meist erst bei pH-Werten deutlich unter pH 5 und über pH 9 festgestellt (Gebhardt et al. 1987, Zakrzewski 1990). Im Harz wurden Feuersalamanderlarven noch in Bachläufen mit pH 4,4 gefunden (Schröder 2012). Auch die Larven der Zweigestreiften Quelljungfer sind relativ unempfindlich gegenüber niedrigen pH-Werten und ertragen Versauerungsschübe bis mindestens zu pH 4,5 (Ormerod et al. 1990, Ott 2013, Baumann 2014). Der pH-Wert übt einen eher indirekten Einfluss auf Feuersalamander- und Quelljungferlarven aus, da in stark sauren und in stark basischen Gewässern die Anzahl der zur Verfügung stehenden Nahrungstiere erheblich reduziert ist (Lüderitz & Langheinrich 2013).

Insgesamt lagen die pH-Werte der untersuchten Bäche 2020 in einem für die meisten Gewässerorganismen, so auch für Feuersalamander- und Quelljungferlarven, günstigen pH-neutralen Bereich. Einschränkungen der Besiedlung durch die Zielarten aufgrund zu saurer oder zu basischer Verhältnisse sind in den Gewässern nicht gegeben.

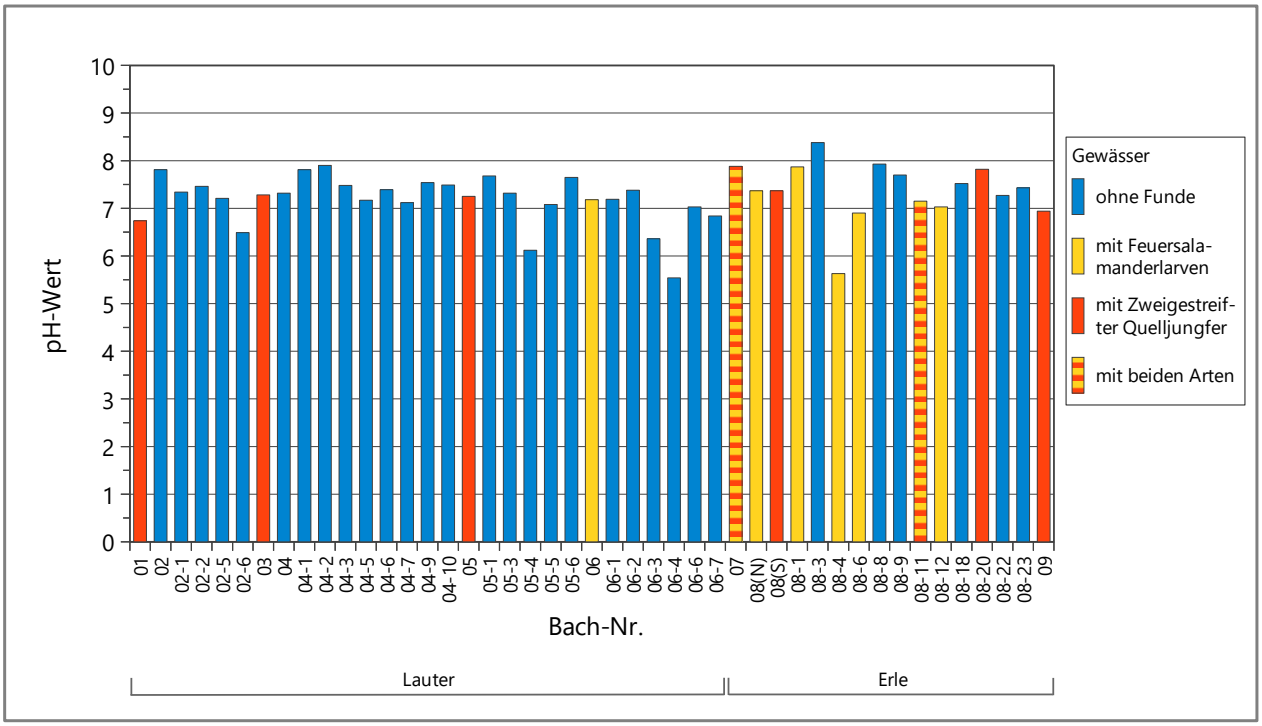


Abbildung 5: pH-Werte der wasserführenden Projektbäche und Funde von Feuersalamandern (Larven) und Zweigestreiften Quelljungfern (Imagines oder Larven).

7.2 Wassertemperatur

Die zwischen Ende Juni und Anfang August 2020 gemessenen Wassertemperaturen der Projektbäche schwanken zwischen 6,9°C und 18,3°C (Abbildung 6). Temperaturen oberhalb von 14°C und unter 8°C wurden jedoch jeweils nur einmal festgestellt: 18,3°C am 23.07. in Bach-Nr. 03 und 6,9°C am 24.06. in Bach-Nr. 05-4. Die mittleren 50 Prozent der Bäche weisen Temperaturen zwischen etwa 10 und 12°C auf. Der Median beläuft sich auf 10,8°C.

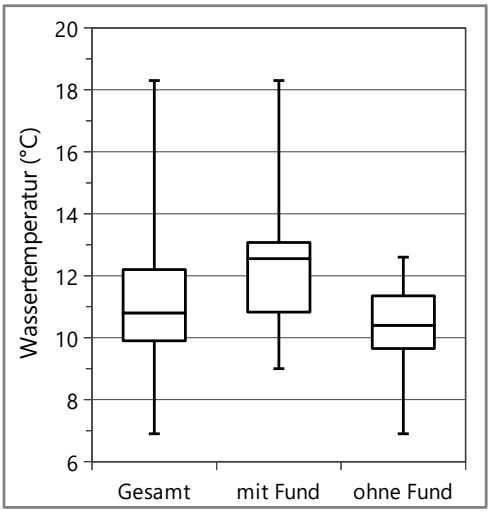


Abbildung 6: Mediane und Streuung der Wassertemperaturen in den Projektbächen (zur Darstellung s. Abb. 4). Die mittleren Temperaturen der Bäche mit und ohne Funde der beiden Zielarten unterscheiden sich signifikant ($p<0,05$).

Die mittlere Wassertemperatur in den 14 Bächen mit Funden von Feuersalamanderlarven oder Zweigestreiften Quelljungfern liegt signifikant höher als diejenige in den Bächen ohne Funde (Mann-Whitney-U-Test: $U = 88$, $n_{mit\ Fund} = 14$, $n_{ohne\ Fund} = 31$, $p<0,05$). Die Mediane sind 12,6°C in den Bächen mit Funden der Zielarten und 10,4°C in den Bächen ohne Funde (Abbildung 6).

Die höhere mittlere Wassertemperatur in den Gewässern mit Vorkommen der beiden Zielarten ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass die Zweigestreiften Quelljungfern fast ausnahmslos in Wiesenbächen gefunden wurden, die kaum

beschattet sind und sich dementsprechend stärker erwärmen als die Waldbäche. Allerdings liegen die Temperaturen in Bächen mit Funden von Feuersalamanderlarven im Teilgebiet Erle ebenfalls deutlich höher als in der Mehrzahl der Bäche (Abbildung 7).

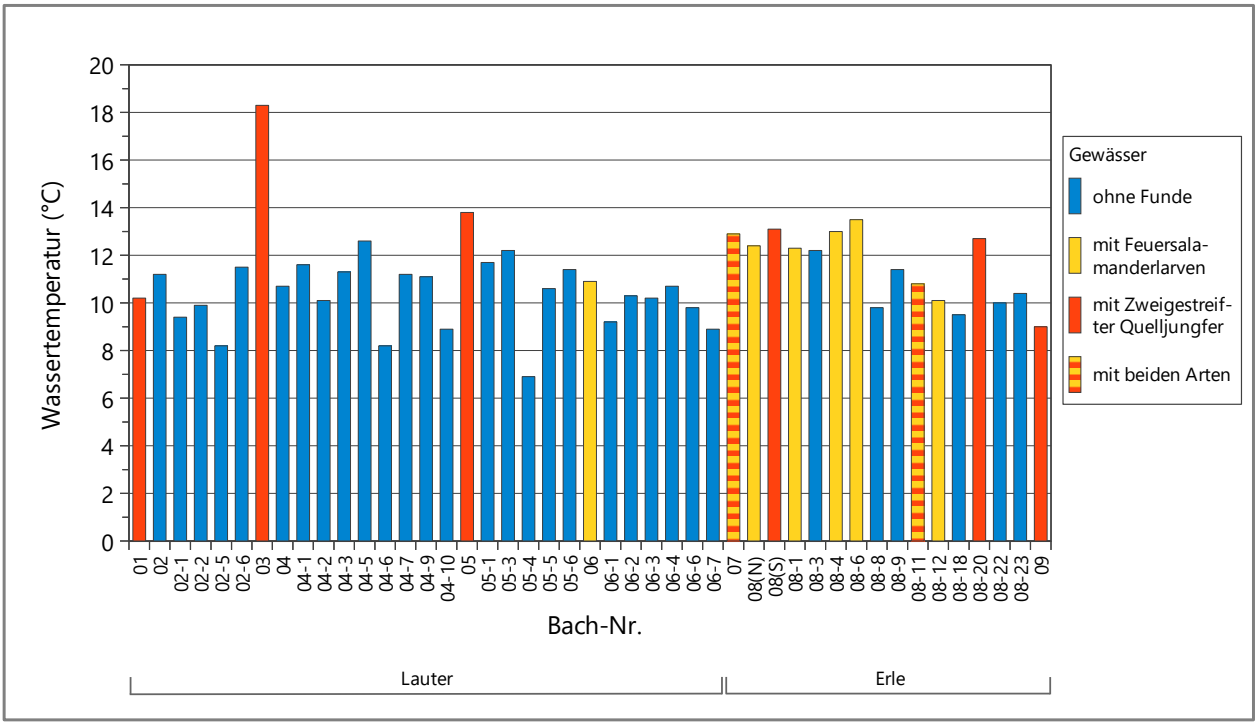


Abbildung 7: Wassertemperaturen der Projektbäche und Funde von Feuersalamandern (Larven) und Zweigestreiften Quelljungfern (Imagines oder Larven).

Einschränkend ist für die Wassertemperaturen anzumerken, dass die Messungen über einen Zeitraum von mehreren Wochen im Sommer 2020 vorgenommen wurden. In dieser Zeit steigen die Wassertemperaturen generell an, sodass die am Anfang der Messperiode ermittelten Temperaturwerte nur bedingt mit den später gemessenen verglichen werden können.

Die Geschwindigkeit biologischer Wachstums- und Abbauprozesse ist stark temperaturabhängig. Zwischen 10°C und 20°C ist die Wassertemperatur aber für das Wachstum von Feuersalamanderlarven offenbar von untergeordneter Bedeutung (Zahn 2007). Erst wenn die Temperaturen im Wasser längerfristig unter etwa 9°C absinken, kommt es zunehmend zu Entwicklungsverzögerungen der Feuersalamanderlarven (Zakrzewski 1990, Zahn 2007). Larven der Zweigestreiften Quelljungfer wurden in Moorgewässern im Harz bis in Höhen von 800 m ü. NHN gefunden (Baumann 2014), in den Alpen noch in der kühlen subalpinen Zone oberhalb von 1.500 m ü. NHN (Faltin 1998). Zudem schließen die Larven dieser Libelle ihre Entwicklung nicht im Jahr der Eiablage ab. Die Larvalentwicklung dauert in Mitteleuropa etwa vier bis fünf Jahre. Zwar gibt es Hinweise, dass die Embryonalentwicklung der Zweigestreiften Quelljungfer, also die kurze Phase vom Ei bis zum Schlüpfen der Prolarve, durch Temperaturen unter 12°C teilweise gehemmt werden kann (Pfuhl 1994), insgesamt scheinen die Wassertemperaturen aber keinen großen Einfluss auf das Auftreten der Zweigestreiften Quelljungfer in Mitteleuropa zu haben.

In 5 der 45 wasserführenden Bächen lagen die gemessene Wassertemperaturen unter 9°C. Der kurze Bach-Nr. 05-4 wies mit 6,9°C das kälteste Wasser auf. Hier befand sich der Messpunkt geländebedingt kurz unterhalb des Quellaustritts, so dass sich das Wasser noch nicht erwärmen konnte. In den fünf vergleichsweise kühlen Bächen wurden weder Feuersalamanderlarven noch Zweigestreifte Quelljungfern festgestellt.

In den übrigen Gewässern ist für 2020 keine Einschränkung der Larvalentwicklung der Zielarten durch zu geringe Wassertemperaturen zu erwarten. In Gewässern mit Funden der Zielarten Feuersalamander oder Zweigestreifte Quelljungfer bewegten sich die gemessenen Temperaturen zwischen 9,0 und 18,3°C.

7.3 Sauerstoffgehalt

Der mittlere Sauerstoffgehalt aller 45 untersuchten Projektbäche lag im Sommer 2020 bei 8,8 mg O_2/l. Die Spannweite der Messwerte reicht von 5,7 bis 9,8 mg O_2/l, während sich die mittleren 50 Prozent der Sauerstoffmessungen in den Bächen in einem relativ engen Bereich zwischen 8,1 und 9,3 mg O_2/l bewegen (Abbildung 8). Die Sauerstoffgehalte in den Gewässern mit und ohne Funde der beiden Zielarten unterscheiden sich in ihren zentralen Tendenzen: In den Bachläufen mit Vorkommen von Feuersalamanderlarven oder Zweigestreiften Quelljungfern sind die mittleren Sauerstoffgehalte mit einem Median von 7,95 mg O_2/l signifikant niedriger als in den Bächen ohne Funde, deren Median 9,1 mg O_2/l beträgt (Mann-Whitney-U-Test: $U = 94$, $n_{mit\ Fund} = 14$, $n_{ohne\ Fund} = 31$, $p < 0{,}05$). Dieser auf den ersten Blick unerwartete Befund rührt daher, dass die meisten Vorkommen der Leitarten im Teilgebiet Erle liegen (10 von 14 Fundbächen), und die Sauerstoffgehalte in den Gewässern dieses Teilgebiets insgesamt niedriger sind als im Teilgebiet Lauter (Abbildung 9). Der Median im Teilgebiet Erle liegt bei 8,1 mg O_2/l, im Teilgebiet Lauter bei 9,1 mg O_2/l; der Unterschied ist signifikant auf dem 5 Prozent-Niveau (Mann-Whitney-U-Test: $U = 97$, $n_{Erle} = 16$, $n_{Lauter} = 29$, $p < 0{,}05$). Mögliche Erklärungen dafür sind, dass die Reliefenergie im Teilgebiet Erle geringer ist als im Teilgebiet Lauter, welches bis in die Hochlagen des Thüringer Wald reicht. Dadurch ist die Strömungsgeschwindigkeit der Gewässer im Teilgebiet Erle niedriger, was eine schwächere Durchlüftung des Wasserkörpers und damit eine geringere Anreicherung mit Sauerstoff nach sich zieht. Zudem ist die hydrologische Situation 2020 im Teilgebiet Erle generell angespannter gewesen als im Teilgebiet Lauter: Deutlich mehr Gewässer waren im Teilgebiet Erle während der Untersuchungsperiode ausgetrocknet oder führten nur sehr wenig Wasser. Allge-

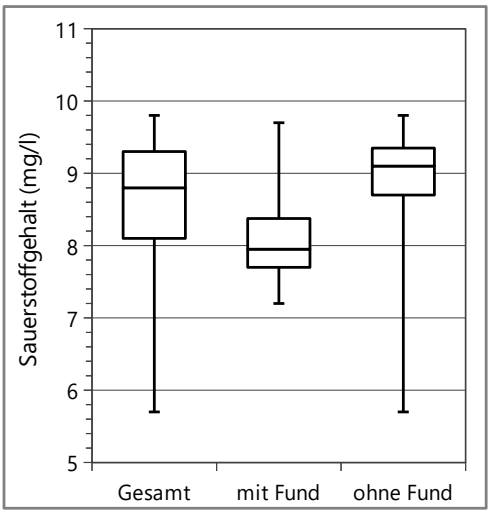


Abbildung 8: Mediane und Streuung der Sauerstoffgehalte in den Projektbächen (zur Darstellung s. Abb. 4, S. 26). Die mittleren Sauerstoffgehalte der Bäche mit und ohne Funde der beiden Zielarten unterscheiden sich signifikant ($p < 0{,}05$).

mein ist der Sauerstoffgehalt in schnell und turbulent fließendem, gut durchlüftetem und kühlem Wasser höher als in träge fließendem, wenig durchlüftetem und warmem Wasser.

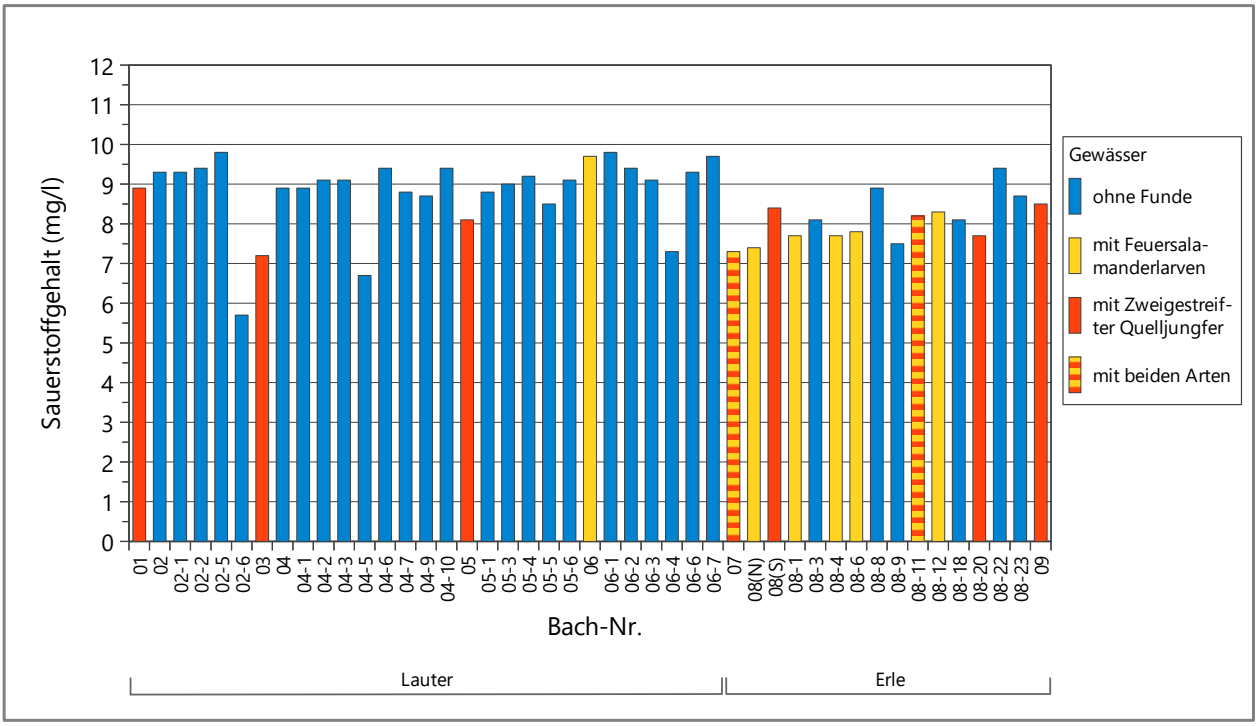


Abbildung 9: Sauerstoffgehalte der wasserführenden Projektbäche und Funde von Feuersalamandern (Larven) und Zweigestreiften Quelljungfern (Imagines oder Larven).

Die meisten Wasserorganismen benötigen eine Mindestkonzentration an gelöstem Sauerstoff zum Leben. Beispielsweise wird der Sauerstoffgehalt für die meisten Fischarten kritisch, wenn er den Wert von etwa 5 mg O_2/l unterschreitet. Die EU-Fischgewässerrichtlinie (RL 2006/44/EG) fordert für Salmonidengewässer einen Gehalt an gelöstem Sauerstoff von mindestens 9 mg O_2/l. Der optimale Sauerstoffgehalt eines Feuersalamander-Larvalgewässers wird mit 9,0 mg bis 13,2 mg O_2/l angegeben (Zakrzewski 1990). Als letaler Schwellenwert des Sauerstoffgehalts für Feuersalamanderlarven werden Werte von etwa 0,4 mg O_2/l (umgerechnet) bis 2 mg O_2/l genannt (Literaturzusammenstellung in Thiesmeier 2004). Schon oberhalb der letalen Schwelle sind Beeinträchtigungen durch zu geringe Sauerstoffgehalte zu erwarten wie Entwicklungsverzögerungen und verringerte Mobilität und damit verbundene Nachteile beim Nahrungserwerb und bei der Flucht vor Prädatoren.

Wenn als Untergrenze der optimalen Sauerstoffversorgung für die Larven beider Zielarten 9 mg O_2/l angenommen wird, dann wurde diese Optimalschwelle im Sommer 2020 in 60 Prozent der untersuchten Gewässer unterschritten, in 27 von 45 Bächen (Abbildung 8; Messwerte in Anhang IV). Eine kritische Sauerstoffversorgung unter 5 mg O_2/l wurde dagegen in keinem Gewässer festgestellt. Der niedrigste gemessene Wert beträgt 5,7 mg O_2/l, ermittelt in einem austrocknenden kleinen Bach (Nr. 02-6) in den Hochlagen, in dem keine Zielarten vorkommen.

In den 14 Bächen, in oder an denen Feuersalamanderlarven und Zweigestreifte Quelljungfern gefunden wurden, bewegten sich die Sauerstoffgehalte im Sommer 2020 zwischen 7,2 und 9,7 mg O_2/l. Nur in einem einzigen Bach überschritt der Sauerstoffgehalt 9 mg O_2/l (Bach-Nr. 06), in den übrigen 13 Gewässern blieb er während des Messzeitraums unter diesem Wert und damit außerhalb des Optimalbereichs.

Kritisch niedrige Werte der Sauerstoffversorgung wurden in keinem Projektbach festgestellt, allerdings lagen die Sauerstoffgehalte in vielen Gewässern, so auch im Großteil der von den Zielarten besiedelten Bäche, unterhalb der optimalen Sauerstoffkonzentration für Gewässerorganismen. Einschränkungen des Vorkommens für Feuersalamanderlarven und Zweigestreifte Quelljungfern durch zu geringe Sauerstoffgehalte sind in den untersuchten Projektbächen für 2020 dennoch nicht zu erwarten.

7.4 Elektrische Leitfähigkeit

Die mittlere elektrische Leitfähigkeit aller untersuchten Gewässer beläuft sich auf 78 µS/cm (Median, Abbildung 10). Die Messwerte streuen dabei sehr weit von 37 bis 657 µS/cm. Die Leitfähigkeiten der mittleren 50 Prozent der Bäche liegen jedoch deutlich enger beieinander und bewegen sich zwischen 62 und 172 µS/cm. Leitfähigkeiten über 300 µS/cm wurden nur in vier Bächen gemessen: Bach-Nr. 02-5, 04-9, 05-5 und 06-2 (Abbildung 11). Im letztgenannten Bach wurde der Maximalwert von 657 µS/cm festgestellt. Die Messstelle für diesen Bach lag unterhalb einer Bergwiese am Ringberg bei Suhl, in deren oberen Bereich der Bach in der Nähe der Straße L1140 entspringt. Der außergewöhnlich hohe Wert der elektrischen Leitfähigkeit kann kaum natürliche Ursachen haben, hier sind Einleitungen oder andere Störungen zu vermuten.

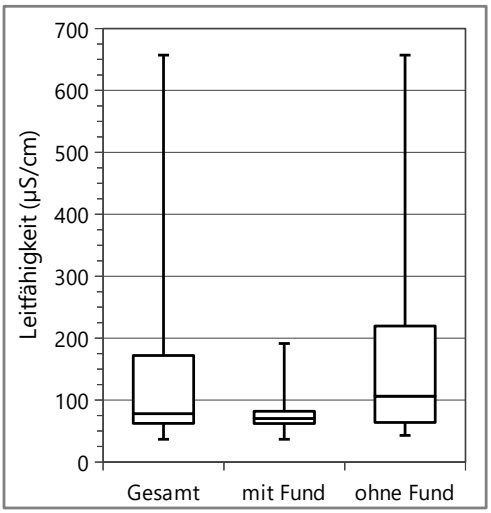


Abbildung 10: Mediane und Streuung der elektrischen Leitfähigkeiten in den Projektbächen (zur Darstellung s. Abb. 4, S. 26). Die mittleren Leitfähigkeiten der Bäche mit und ohne Funde der beiden Zielarten unterscheiden sich nicht signifikant ($p>0{,}05$).

Die mittleren elektrischen Leitfähigkeiten in den Gewässern mit Funden der Zielarten und in Gewässern ohne Funde unterscheiden sich nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $U = 156$, $n_{mit\ Fund} = 14$, $n_{ohne\ Fund} = 31$, $p>0{,}05$). Die Mediane betragen 70 µS/cm in Bächen mit Funden und 106 µS/cm in Bachläufen ohne Funde. Auffallend ist, dass die Leitfähigkeiten in den 14 Gewässern mit Vorkommen der Zielarten vergleichsweise geringe Unterschiede aufweisen: Die Spannweite reicht von 37 bis 191 µS/cm, die mittleren 50 Prozent schwanken nur zwischen 62 und 82 µS/cm (Abbildung 10).

Bei der Betrachtung der elektrischen Leitfähigkeitswerte sämtlicher untersuchten Bäche sticht ein Gewässersystem etwas heraus: Im Pfanntal und seinen Nebenbächen (Bäche mit der Hauptnummer 05, Abbildung 11) liegen die Werte alle-

samt deutlich über der mittleren Leitfähigkeit. Sie werden nur noch von einigen wenigen „Ausreißern" übertroffen. Die Vermutung lag nahe, dass dieses Bachsystem ein anderes Ausgangsgestein besitzt als sie übrigen Bachläufe. Ein Abgleich mit der geologischen Karte von Thüringen lieferte jedoch keine Hinweise darauf. Das Pfanntal mit seinen Nebenbächen verläuft im Wesentlichen im Thüringer Hauptgranit, in Trachyandesiten (Porphyrit) sowie in Rhyolithen und unterscheidet sich damit nicht von den Gewässern der Bachsysteme der Umgebung (Bäche mit den Hauptnummern 04 und 06). Gründe für die relativ hohen Leitfähigkeitswerte im Pfanntal sind nicht zu erkennen.

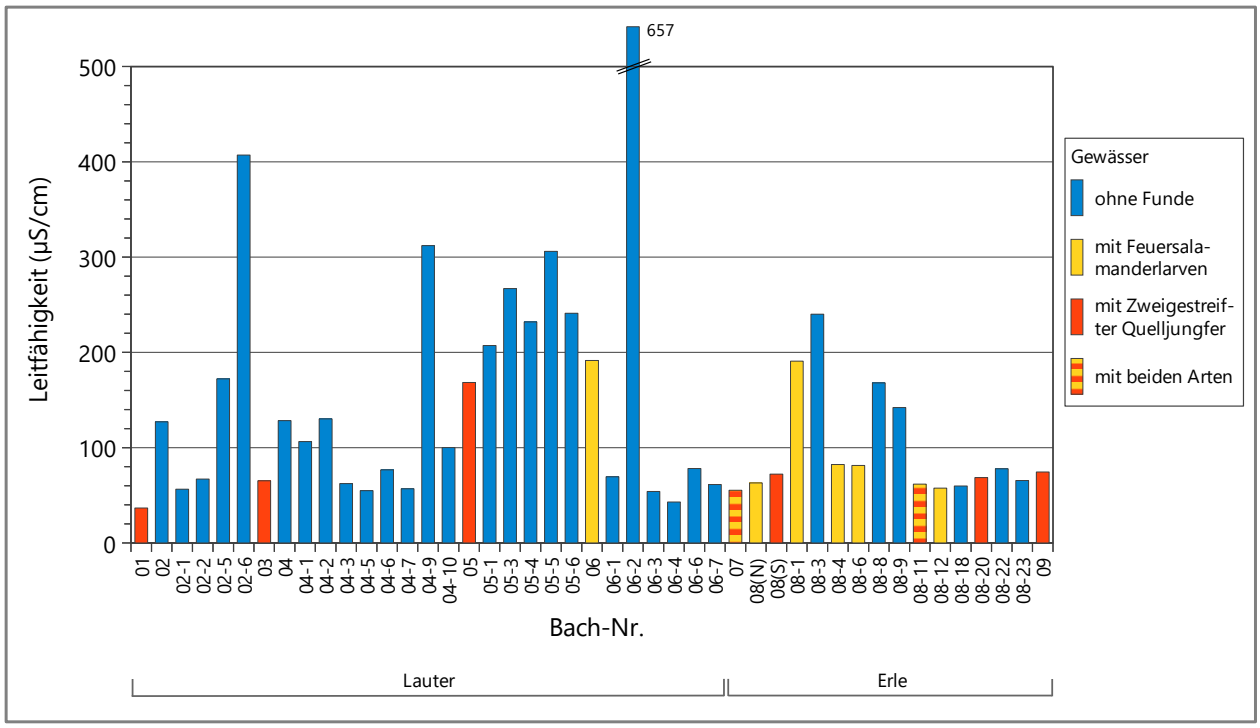


Abbildung 11: Elektrische Leitfähigkeiten der wasserführenden Projektbäche und Funde von Feuersalamandern (Larven) und Zweigestreiften Quelljungfern (Imagines oder Larven).

Die elektrischen Leitfähigkeit K (Kappa) ist ein Maß für den Gesamtgehalt an gelösten Substanzen, soweit diese als Ionen vorliegen. In Fließgewässern ohne anthropogene Einträge stammen die meisten gelösten Ionen aus der Gesteinsverwitterung, sodass die mineralogische Zusammensetzung des Ausgangsgesteins ausschlaggebend für die Leitfähigkeit des Gewässers ist. Stark erhöhte Leitfähigkeiten sind häufig ein Hinweis auf nicht natürliche Belastungen des Gewässers. Negative Auswirkungen auf Süßwasserorganismen sind in der Regel erst bei Leitfähigkeitswerten oberhalb von etwa 700 µS/cm zu erwarten (Schneider et al. 2003). Der hier gemessene Maximalwert von 657 µS/cm in Bach 06-2 liegt nicht weit unterhalb dieser Schwelle. In diesem Bachlauf wurden die Zielarten nicht gefunden; hier könnte eine Besiedlung des Gewässers durch die hohen Leitfähigkeitswerte bereits verhindert werden. In den übrigen untersuchten Gewässern sind 2020 keine Einschränkungen für das Vorkommen der beiden Zielarten aufgrund der elektrischen Leitfähigkeiten vorhanden.

8 Zusammenfassung

In einem mehrjährigen Projekt, das von der Naturstiftung David koordiniert wird, sollen mehrere Fließgewässersysteme im mittleren Thüringer Wald im Einzugsgebiet von Lauter und Erle in Richtung auf einen möglichst optimalen ökologischen Zustand entwickelt werden. Die Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen – Erhöhung der Strukturvielfalt in den Bächen, Verbesserung ihrer Durchgängigkeit und Förderung naturnaher Laubwaldbestände in den Bachauen und an den Talhängen – soll unter anderem anhand der Populationsentwicklungen der beiden Leitarten Feuersalamander und Zweigestreifte Quelljungfer beurteilt werden.

Da der Kenntnisstand zum Vorkommen dieser beiden Arten im Projektgebiet nur lückenhaft war, wurde 2020 vor dem Anlaufen der Maßnahmen eine systematische Grunderfassung von Feuersalamandern und Zweigestreiften Quelljungfern an den Projektbächen durchgeführt.

Bei den Projektbächen handelt es sich um 68 Fließgewässer mit einer Gesamtlauflänge von etwa 45 Kilometern in Höhenlagen zwischen 900 m und 450 m ü. NHN. Imagines der Zweigestreiften Quelljungfer wurden an allen in Frage kommenden Bächen erfasst, ihre Larven aber nur im Sohlensedimet ausgewählter Bachabschnitte. Nach Feuersalamanderlarven wurden in allen wasserführenden Projektbächen gesucht.

Feuersalamander und Zweigestreifte Quelljungfern wurden 2020 in insgesamt 14 der 68 Projektbäche nachgewiesen. Davon wurden in 8 Bächen Feuersalamanderlarven festgestellt, Imagines oder Larven der Zweigestreiften Quelljungfer ebenfalls an 8 Gewässern. An zwei Bachläufen traten beide Arten auf: Im Döllgrund (Harzgrund) und im Schüßlersgrund.

In 6 der 8 Gewässer mit Funden von Feuersalamanderlarven wurden jeweils nur wenige Larven gezählt (unter 10 Exemplare). 2 Bäche beherbergten dagegen große und vitale Larvenvorkommen mit 129 Larven (Bach-Nr. 06) und 56 Larven (Bach-Nr. 08-11 Schüßlersgrund). Der Schwerpunkt der Vorkommen von Feuersalamanderlarven lag in der Umgebung des Stausees Erletor.

Fliegende Zweigestreifte Quelljungfern wurden ausnahmslos an Bachabschnitten in Bergwiesen oder am Waldrand in unmittelbarer Nähe von Wiesen angetroffen, insgesamt etwa 40 Imagines verteilt auf 8 Gewässer. Sämtliche Imagines wurden zwischen Mitte Juli und Anfang August beobachtet. Im Sohlensediment von 2 Bächen wurden zusätzlich Larven der Zweigestreiften Quelljungfer gefunden. Die meisten Quelljungfern wurden im oberen Bereich des Döllgrunds (Harzgrund) festgestellt: 13 Imagines und 7 Larven.

Zusätzlich zu den Arterfassungen wurden die Gewässerparameter pH-Wert, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und elektrische Leitfähigkeit einmalig gemessen. Die pH-Werte der untersuchten Bäche lagen mit einem Median von pH 7,32 weitestgehend in einem für die meisten Gewässerorganismen, also auch für Feuersalamander- und Quelljungferlarven, günstigen pH-neutralen Bereich.

Die Wassertemperaturen bewegten sich im Sommer 2020 zwischen 6,9°C und 18,3°C. Temperaturen oberhalb von 14°C und unter 8°C wurden jedoch nur in jeweils einem Bach festgestellt. In Gewässern mit Funden von Feuersalamanderlarven oder Zweigestreiften Quelljungfern betrugen

die Temperaturen zwischen 9,0 und 18,3°C; von diesen Temperaturen gehen keine Hemmungen der Larvalentwicklung aus.

In 60 Prozent der untersuchten Bachläufe lagen die Sauerstoffgehalte zwar unterhalb der Optimalschwelle für Gewässerorganismen (9 mg O_2/l), kritische Werte der Sauerstoffversorgung (niedriger als 5 mg O_2/l) ergaben sich jedoch in keinem Bach. Wesentliche Einschränkungen für Feuersalamanderlarven und Larven der Zweigestreiften Quelljungfer durch zu geringe Sauerstoffgehalte waren in den untersuchten Projektbächen 2020 nicht zu befürchten.

Der Median der elektrischen Leitfähigkeit belief sich in den Projektbächen auf 78 µS/cm, wobei die Messwerte sehr weit von 37 µS/cm bis 657 µS/cm streuten. Werte oberhalb von 500 µS/cm wurden jedoch nur einmal gemessen. In den übrigen Gewässern stellen die Werte der elektrischen Leitfähigkeit keinen Hinderungsgrund für das Vorkommen von Feuersalamanderlarven oder Zweigestreifte Quelljungfern dar.

9 Literaturverzeichnis

Altmüller, R., Clausnitzer, H. J. 2010: Rote Liste der Libellen Niedersachsens und Bremens. 2. Fassung, Stand 2007. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 30, H. 4: 211-238.

Balogová, M., Uhrin, M., Kaňuk, J., Kaľavský, J. 2012: *Salamandra salamandra* in Slovakia, Distribution and Habitat. Folia Veterinaria 56: 3-6.

Baumann, K. 2014: Die Libellen im Nationalpark Harz. In: Nationalparkverwaltung Harz (Hrsg.): Die Libellen des Nationalparks Harz: 7-135 (Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, 11).

Blau, J. 2002: Zur Koexistenz von Larven des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) und Bachforellen (*Salmo trutta forma fario*) in Dresdner Gewässern. Zeitschrift für Feldherpetologie 9: 169-176.

BNatSchG - Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542).

Bylak, A. 2018: The effects of brown trout (*Salmo trutta* morpha *fario*) on habitat selection by larval Fire Salamanders (*Salamandra salamandra*): a predator-avoidance strategy. Canadian Journal of Zoology 96: 213-219.

Caspers, B. A., Junge, C., Weitere, M., Steinfartz, S. 2009: Habitat adaptation rather than genetic distance correlates with female preference in fire salamanders (*Salamandra salamandra*). Frontiers in zoology 6: 13-13. Doi: 10.1186/1742-9994-6-13.

Conrady, D. 2003: Verbreitung, Lebensraumansprüche, Gefährdung und Erhaltung von Feuersalamander und Reptilien im "Mittleren Thüringer Wald" und "Thüringer Schiefergebirge". Artenschutzreport 13: 5-13.

Conrady, D., Rees, U. 2007: Entwicklung naturnaher Waldquellbäche am Beispiel der Leitart Feuersalamander (*Salamandra salamandra* L.). Naturschutzreport 24: 20-44.

Dahm, V., Kupilas, B., Rolauffs, P., Hering, D., Haase, P., Kappes, H., Leps, M., Sundermann, A., Döbbelt-Grüne, S., Hartmann, C., Koenzen, U., Reuvers, C., Zellmer, U., Zins, C., Wagner, F. 2014: Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Anhang 1 von „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle". Hrsg.: Umweltbundesamt. (UBA-Texte, 43/2014).

Denoël, M., Winandy, L. 2014: Fire salamander (*Salamandra salamandra*) in Larzac plateau: low occurrence, pond-breeding and cohabitation of larvae with paedomorphic palmate newts (*Lissotriton helveticus*). Acta Herpetologica 9, 1: 43-49.

DGHT e.V. (Hrsg.) 2014: Verbreitungsatlas der Amphibien und Reptilien Deutschlands, auf Grundlage der Daten der Länderfachbehörden, Facharbeitskreise und NABU Landesfachausschüsse der Bundesländer sowie des Bundesamtes für Naturschutz. Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde (DGHT) e. V., AG Feldherpetologie und Artenschutz, abgerufen am 17.11.2017.

Dijkstra, K. D., Lewington, R. 2006: Field Guide to the dragonflies of Britain and Europe. British Wildlife Publishing, Gillingham.

Eiselt, J. 1958: Der Feuersalamander *Salamandra salamandra* (L.). Beiträge zu einer taxonomischen Synthese. Abhandlungen und Beiträge für Naturkunde und Vorgeschichte. Kulturhistorisches Museum Magdeburg 10: 77-154.

Faltin, I. 1998: Zweigestreifte Quelljungfer *Cordulegaster boltonii* (Donovan 1807). In: Kuhn, K.; Burbach, K. (Hrsg.): Libellen in Bayern: 144-145. Stuttgart: Ulmer.

Feldmann, R., Klewen, R. 1981: Feuersalamander *Salamandra salamandra terrestris* Lacépède, 1788. In: Feldmann, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Westfalens: 30-44 (Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde Münster, 43).

Gebhardt, H., Kreimes, K., Linnenbach, M. 1987: Untersuchungen zur Beeinträchtigung der Ei- und Larvalstadien von Amphibien in sauren Gewässern. Natur und Landschaft 62: 20-23.

Geiler, H. 1974: Morphometrische Untersuchungen an einer Feuersalamander-Teilpopulation in einem Unterarten-Mischareal (*Salamandra salamandra salamandra* L. und *S. sal. terestris* Lacépède, 1788). Hercynia N. F. 11, H. 2/3: 272-280.

Hiekel, W., Fritzlar, F., Nöllert, A., Westhus, W. 2004): Die Naturräume Thüringens. Naturschutzreport 21.

Kampwerth, U. 2010: "Die Letzten werden die Ersten sein" Koexistenz von *Cordulegaster*-Larven und Köcherfliegen (Trichoptera: Limnephilidae) in temporären Fließgewässern. Mercuriale - Libellen in Baden Württemberg 10: 1-13.

Klewen, R. 1985: Untersuchungen zur Ökologie und Populationsbiologie des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra terrestris* Lacépède, 1788) an einer isolierten Population im Kreis Paderborn. Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde Münster 47: 1-51.

Kühnel, K. D., Geiger, A., Laufer, H., Podloucky, R., Schlüpmann, M. 2009: Rote Liste und Gesamtartenliste der Lurche (Amphibia) Deutschlands [Stand Dezember 2008]. In: Haupt, H.; Ludwig, G.; Gruttke, H.; Binot-Hafke, M.; Otto, C.; Pauly, A. (Hrsg.). Bundesamt für Naturschutz: Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 1: Wirbeltiere.: 259-288 (Naturschutz und Biologische Vielfalt, 70 (1)).

Laister, G. 2012: Ortstreue und Gewässerwechsel von *Cordulegaster boltonii* (Odonata: Cordulegastridae). Libellula 31, H. 3/4: 113-130.

Liebelt, R., Lohr, M., Beinlich, B. 2011: Zur Verbreitung der Gestreiften und der Zweigestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata* und *C. boltonii*) im Kreis Höxter (Insecta, Odonata, Cordulegastridae). Beiträge zur Naturkunde zwischen Egge und Weser 22: 3-18.

Lüderitz, V., Langheinrich, U. 2013: Biologie und Chemie versauerter Fließgewässer im Nationalpark Harz. In: Nationalparkverwaltung Harz (Hrsg.): Zur Situation der Gewässer im Harz: 55-70 (Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Bd. 10).

Manenti, R., Ficetola, G. F., Marieni, A., Bernardi, F. de 2011: Caves as breeding sites for *Salamandra salamandra*: habitat selection, larval development and conservation issues. North-Western Journal of Zoology 7: 304-309.

Müller, J., Schorr, M. 2002: Verzeichnis der Libellen (Odonata) Deutschlands. Entomofauna Germanica 5: 9-44.

Nöllert, A., Serfling, C., Scheidt, U., Uthleb, H. 2011: Rote Liste der Lurche (Amphibia) Thüringens. 3. Fassung, Stand 10/2011. Naturschutzreport 26: 61-68.

Ormerod, S. J., Weatherley, N. S., Merret, W. J. 1990: The influence of conifer plantations on the distribution of the Golden Ring Dragonfly *Cordulegaster boltoni* (Odonata) in upland Wales. Biological Conservation 53: 241-251.

Ott, J. 2013: Erfassung der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) selys, 1843 im Naturpark und Biosphärenreservat Pfälzerwald (Insecta: Odonata). Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12: 1039-1074.

Ott, J., Conze, K. J., Günther, A., Lohr, M., Mauersberger, R., Roland, H. J., Suhling, F. 2015: Rote Liste und Gesamtartenliste der Libellen Deutschlands mit Analyse der Verantwortlichkeit, dritte Fassung, Stand Anfang 2012 (Odonata). Libellula Supplement 14: 395-422.

Petzold, F., Zimmermann, W. 2011: Rote Liste der Libellen (Insecta: Odonata) Thüringens. 4. Fassung, Stand: 11/2009. Naturschutzreport 26: 105-110.

Pfuhl, D. 1994: Autökologische Untersuchungen an *Cordulegaster boltoni* (DONOVAN, 1807) (Insecta, Odonata). Diplomarbeit. Georg-August-Universität. Göttingen.

Pottgiesser, T., Sommerhäuser, M. 2008: Begleittext zur Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen (Teil A) und Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätselemente (Teil B). UBA-Projekt (Förderkennzeichen 36015007) und LAWA-Projekt O 8.06.

Rees, U. 2020: Strukturkartierung von Waldquellbächen im Projektgebiet Lauter / Erle. Teilvorhaben im Projekt „Wilde Quellbäche im Biosphärenreservat Thüringer Wald: Lebensraum für Feuersalamander, Quelljungfer und Westgroppe. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Naturstiftung David (Erfurt).

Richtlinie 2006/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über die Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten.Amtsblatt der Europäischen Union, L264: 20-31.

Schiemenz, H., Günther, R. 1994): Verbreitungsatlas der Amphibien und Reptilien Ostdeutschlands (Gebiet der ehemaligen DDR). Natur und Text, Rangsdorf.

Schlüpmann, M. 1989: Größenklassen und Überwinterung von Larven des Feuersalamanders, *Salamandra salamandra terrestris* Lacépède, 1788. Jahrbuch für Feldherpetologie 3: 49-59.

Schneider, P., Neitzel, P. L., Schaffrath, M., Schlumprecht, H. 2003: Leitbildorientierte physikalisch-chemische Gewässerbewertung – Referenzbedingungen und Qualitätsziele. Hrsg.: Umweltbundesamt.

Schröder, M. 2012: Vorkommen und Verbreitung des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) im Nationalpark Harz unter besonderer Berücksichtigung der artspezifischen Lebensraumansprüche. Bachelorarbeit, Hochschule Anhalt, Bernburg.

Schulte, U. 2007: Mögliches Überdauern von Feuersalamanderlarven (*Salamandra salamandra terrestris*) im Schlamm eines Tümpels während einer Trockenphase. Zeitschrift für Feldherpetologie 14: 229-231.

Schulte, U. 2008: Phänotypische Unterschiede bei Feuersalamanderlarven (*Salamandra salamandra terrestris*) in Still- und Fliessgewaessernim Kottenforst bei Bonn. Zeitschrift für Feldherpetologie 15: 15-22.

Schweighofer, W. 2008: Syntopes Vorkommen von *Cordulegaster boltonii* und *C. heros* an einem Bach im westlichen Niederösterreich (Odonata: Cordulegastridae). Libellula 27, H. 1/2: 1-32.

Seifert, D. 1991: Untersuchungen an einer ostthüringischen Population des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*). Artenschutzreport 1: 1-16.

Sound, P., Veith, M. 1994: Zum Vorkommen der Larven des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra salamandra/terrestris*) in Abhängigkeit von der Forellendichte sowie einiger abiotischer Faktoren. Zeitschrift für Feldherpetologie 1: 89-102.

Stephan, U. 1998: Untersuchungen zur Habitatbindung der Quelljungferarten *Cordulegaster boltoni* (Donovan 1807) und *Cordulegaster bidentata* (Sélys 1843) in Waldbächen des Mittleren Schwarzwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Larvalökologie. Diplomarbeit Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau.

Sternberg, K., Buchwald, R., Stephan, U. 2000: *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) Zweigestreifte Quelljungfer. In: Sternberg, K.; Buchwald, R. (Hrsg.): Die Libellen Baden-Württembergs, Band 2. Großlibellen (Anisoptera): 191-208. Stuttgart: Ulmer.

Tetzlaff A., Conze, K. J.: Zweigestreifte Quelljungfer (Cordulegaster boltonii). In: AG Libellenkunde NRW - Online-Atlas der Libellen Nordrhein-Westfalens. libellenatlas-nrw. http://www.libellenatlas-nrw.lwl.org/art/Cordulegaster-boltonii, abgerufen am 18.09.2020.

Thiesmeier, B. 1990: Untersuchungen zur Phänologie und Populationsdynamik des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra terrestris* Lacépède, 1788) im Niederbergischen Land (BRD). Zoologische Jahrbücher für Systematik und Ökologie der Tiere 117: 331-353.

Thiesmeier, B. 2004: Der Feuersalamander. Bielefeld: Laurenti-Verlag.

Thiesmeier, B., Günther, R. 1996: Feuersalamander - *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758). In: Günther, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands: 82-104. Jena: Fischer.

Thiesmeier, B., Sommerhäuser, M. 1995: Larvalökologische Merkmale einer Feuersalamanderpopulation (*Salamandra salamandra terrestris*) eines temporären Fließgewässers im nordwestdeutschen Tiefland . Zeitschrift für Feldherpetologie 2: 23-35.

Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) 2020: Umwelt regional. http://www.t-lug-jena.de/uw_raum/umweltregional; abgerufen am 12.09.2020.

Thüringer Verordnung über das Biosphärenreservat Thüringer Wald (ThürBRThWVO) vom 6. Dezember 2016, GVBl. 12, 675-681.

Westermann, A. 2015: Feuersalamander – *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758). In: Grosse, W. R.; Simon, B.; Seyring, M.; Buschendorf, J.; Reusch, J.; Schildhauer, F.; Westermann, A.; Zuppke, U. (Hrsg.): Die Lurche und Kriechtiere des Landes Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung der Arten der Anhänge der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie sowie der kennzeichnenden Arten der Fauna-Flora-Habitat-Lebensraumtypen: 95-106 (Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 4).

Wüstemann, O., Schröder, M. 2011: Populationsgröße und Strukturvielfalt als Voraussetzung für das gemeinsame Vorkommen des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) und der Bachforelle (*Salmo trutta*) in einem kleinen Bach im Harz bei Bad Harzburg in Niedersachsen. Jahresschrift für Feldherpetologie und Ichthyofaunistik in Sachsen 13: 2-9.

Zahn, A. 2007: Zum Einfluss von Wassertemperatur und Nahrungsangebot auf die Larvalentwicklung des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) in unterschiedlichen Gewässern Südostbayerns. Zeitschrift für Feldherpetologie 14: 39-49.

Zakrzewski, M. 1970: Dates of the appearance and development of larvae of the spotted salamander (*Salamandra salamandra* L.) in a natural habitat. Acta Biologica Cracoviensia, Series Zoologia 13: 161-173.

Zakrzewski, M. 1990: The influence of different factors on the development of the spotted salamander larvae *Salamandra salamandra* (L.). Kraków Wydawnictwo Naukowe WSP (in polnisch, zit. in Thiesmeier 2004).

Zimmermann, W., Petzold, F., Fritzlar, F. 2005: Verbreitungsatlas der Libellen (Odonata) im Freistaat Thüringen. Naturschutzreport 22.

Anhang I
Erfassungstermine und Witterungsbedingungen

Tabelle A8: Erfassungstermine und Witterung bei der Suche nach Feuersalamanderlarven und der Zweigestreiften Quelljungfer (T2: 2. Kontrolle).

Bach Nr.	Datum	Wasserstand	Bewölkung	Niederschlag	Wind	T	Datum (T2)	Wasserstand (T2)	Bewölkung (T2)	Niederschlag (T2)	Wind (T2)	T (T2)
01	04.07.	partiell trocken	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C	23.07.	leicht erniedrigt	wolkig	kein Niederschlag	1-2 Bft	20 °C
01-1	04.07.	kein freies Wasser	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C						
01-2	04.07.	vollst. trocken	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	17 °C						
02	04.07.	leicht erniedrigt	wolkig	kein Niederschlag	3-4 Bft	20 °C	18./23.07.	leicht erniedrigt	wolkig/wolkig	k.N./k.N.	2/2 Bft	21/22°C
02-1	04.07.	partiell trocken	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C						
02-2	04.07.	partiell trocken	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	19 °C						
02-3	04.07.	kein freies Wasser	wolkig	kein Niederschlag	3-4 Bft	16 °C						
02-4	04.07.	kein freies Wasser	wolkig	kein Niederschlag	3-4 Bft	16 °C						
02-5	04.07.	leicht erniedrigt	heiter	kein Niederschlag	3-4 Bft	20 °C	18.07.	leicht erniedrigt	wolkig	kein Niederschlag	2 Bft	21 °C
02-6	04.07.	partiell trocken	wolkig	kein Niederschlag	4 Bft	19 °C	18.07.	partiell trocken	wolkig	kein Niederschlag	2 Bft	21 °C
03	23.07.	partiell trocken	wolkig	kein Niederschlag	2 Bft	22 °C						
03-1	23.07.	vollst. trocken	wolkig	kein Niederschlag	2 Bft	22 °C						
04	30.06.	leicht erniedrigt	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C	30.07.	stark erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	2 Bft	23 °C
04-1	30.06.	leicht erniedrigt	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C						
04-2	30.06.	partiell trocken	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C						
04-3	30.06.	leicht erniedrigt	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C	30.07.	stark erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	2 Bft	23 °C
04-4	30.06.	kein freies Wasser	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C						
04-5	30.06.	partiell trocken	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	19 °C						
04-6	30.06.	partiell trocken	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C						
04-7	30.06.	leicht erniedrigt	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C						
04-8	30.06.	kein freies Wasser	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	18 °C						
04-9	30.06.	leicht erniedrigt	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	19 °C	30.07.	partiell trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	2 Bft	23 °C
04-10	30.06.	normal	wolkig	kein Niederschlag	3 Bft	19 °C						

Forstsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite

Fortsetzung von Tabelle A8

Bach Nr.	Datum	Wasserstand	Bewölkung	Niederschlag	Wind	T	Datum (T2)	Wasserstand (T2)	Bewölkung (T2)	Niederschlag (T2)	Wind (T2)	T (T2)
05	24.06.	leicht erniedrigt	heiter	kein Niederschlag	2-3 Bft	22 °C	30.07.	leicht erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	2 Bft	21 °C
05-1	24.06.	normal	heiter	kein Niederschlag	2-3 Bft	21 °C	30.07.	leicht erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	1 Bft	24 °C
05-3	24.06.	partiell trocken	heiter	kein Niederschlag	2-3 Bft	22 °C						
05-4	24.06.	normal	heiter	kein Niederschlag	3 Bft	22 °C						
05-5	24.06.	partiell trocken	heiter	kein Niederschlag	2-3 Bft	22 °C						
05-6	24.06.	leicht erniedrigt	heiter	kein Niederschlag	2-3 Bft	21 °C	30.07.	stark erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	1-2 Bft	24 °C
05-7	24.06.	kein freies Wasser	heiter	kein Niederschlag	3 Bft	21 °C	30.07.	kein freies Wasser	wolkenlos	kein Niederschlag	1-2 Bft	24 °C
06	22.06.	normal	stark bewölkt	kein Niederschlag	1 Bft	21 °C						
06-1	22.06.	leicht erhöht	bedeckt	kein Niederschlag	1-2 Bft	19 °C						
06-2	22.06.	normal	stark bewölkt	kein Niederschlag	1 Bft	22 °C						
06-3	22.06.	normal	stark bewölkt	kein Niederschlag	2 Bft	21 °C						
06-4	22.06.	partiell trocken	stark bewölkt	kein Niederschlag	1 Bft	21 °C						
06-5	22.06.	vollst. trocken	stark bewölkt	kein Niederschlag	2 Bft	22 °C						
06-6	22.06.	normal	stark bewölkt	kein Niederschlag	2 Bft	21 °C						
06-7	22.06.	partiell trocken	stark bewölkt	kein Niederschlag	1-2 Bft	20 °C						

Forstsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite

Fortsetzung von Tabelle A8

Bach Nr.	Datum	Wasserstand	Bewölkung	Niederschlag	Wind	T
07	06.08.	leicht erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	26 °C
07-1	06.08.	vollst. trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	26 °C
07-2	06.08.	vollst. trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	26 °C
07-3	06.08.	vollst. trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	26 °C
08(N)	14.07.	partiell trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	21 °C
08(S)	13.07.	partiell trocken	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	21 °C
08-1	13.07.	partiell trocken	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	21 °C
08-2	14.07.	vollst. trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	12 °C
08-3	14.07.	leicht erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	13 °C
08-4	13.07.	partiell trocken	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	21 °C
08-5	13.07.	kein freies Wasser	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	21 °C
08-6	13.07.	leicht erniedrigt	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	20 °C
08-7	13.07.	kein freies Wasser	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	20 °C
08-8	14.07.	partiell trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	15 °C
08-9	14.07.	stark erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	17 °C
08-10	14.07.	vollst. trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	17 °C
08-11	14.07.	leicht erniedrigt	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	19 °C
08-12	14.07.	normal	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	19 °C
08-13	14.07.	vollst. trocken	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	19 °C
08-14	14.07.	vollst. trocken	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	20 °C
08-15	14.07.	vollst. trocken	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	20 °C
08-16	14.07.	vollst. trocken	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	20 °C
08-17	14.07.	vollst. trocken	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	20 °C
08-18	14.07.	stark erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	2 Bft	20 °C
08-19	14.07.	vollst. trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	2 Bft	20 °C
08-20	14.07.	partiell trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	1 Bft	20 °C
08-21	14.07.	vollst. trocken	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	19 °C
08-22	14.07.	leicht erniedrigt	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	12 °C
08-23	14.07.	leicht erniedrigt	heiter	kein Niederschlag	0-1 Bft	20 °C
09	13.07.	partiell trocken	wolkenlos	kein Niederschlag	0-1 Bft	21 °C

Anhang II

Probenahmestellen zur Suche nach Larven der Zweigestreiften Quelljungfer

Tabelle A9: Probenahmestellen zur Suche nach Larven der Zweigestreiften Quelljungfer im Bachsediment. Ihre Lage geht aus der beiliegenden Karte hervor.

Bach Nr.	Probestelle Nr,	Datum	Untersuchung	Funde	Kennung	Bemerkung
02	02_1	04.07.	mehrfaches Sedimentsieben	–		wenig Feinsediment, vielfach zugewachsen
02	02_2	04.07.	mehrfaches Sedimentsieben und Tasten mit Hand	–		kaum Feinsediment
02	02_3	04.07.	Tasten mit Hand	–		kaum Feinsediment
04	04_1	30.06.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
04	04_2	30.06.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
04	04_3	30.06.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
04	04_4	30.06.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
04	04_5	30.06.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
04-3	04-3_1	30.06.	mehrfaches Sedimentsieben und Tasten mit Hand	–		nur sehr dünne Feinsedimentauflagen
05	05_1	24.06.	mehrfaches Sedimentsieben	–		kaum Feinsedimenr; Bach stark überwachsen
05	05_2	24.06.	mehrfaches Sedimentsieben	–		kaum Feinsediment
05-1	05-1_1	24.06.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
05-1	05-1_2	24.06.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
07	07_1	06.08.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
07	07_2	06.08.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
07	07_3	06.08.	mehrfaches Sedimentsieben	1 große Larve	ZQL07a	
07	07_4	06.08.	mehrfaches Sedimentsieben	3 kleine Larven	ZQL07c	
07	07_5	06.08.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
07	07_6	06.08.	mehrfaches Sedimentsieben	2 große u. 1 kleine Larve	ZQL07l	
07	07_7	06.08.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
08(N)	08(N)_1	14.07.	mehrfaches Sedimentsieben	–		Beprobung im Geröllsediment kaum möglich
08(N)	08(N)_2	14.07.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
08-3	08-3_1	14.07.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
08-11	08-11_1	06.08.	mehrfaches Sedimentsieben			
08-11	08-11_2	14.07.	mehrfaches Sedimentsieben	–		
09	09_1	13.07.	mehrfaches Sedimentsieben	1 große Larve	ZQL09b	
09	09_2	13.07.	mehrfaches Sedimentsieben	–		

Anhang III

Funde von Feuersalamanderlarven und Zweigestreifter Quelljungfer

Tabelle A10: Funde von Feuersalamanderlarven in Größenklassen an den einzelnen Fundstellen. Die Fundstellen sind mit ihren Kennungen auch auf der beiliegenden Karte dargestellt.

Kennung	Bach-Nr.	Abschnitts-länge	I <3 cm	II 3-4 cm	III >4 cm	Gesamt	Bemerkung
FS06	06	144 m		5		5	
FS07a	07	28 m			1	1	
FS07b	07	123 m			6	6	
FS08-6a	08-6	492 m		50	77	127	
FS08-6b	08-6	43 m	1	1		2	die kleine Larve direkt im Quellaustritt
FS08(N)	08(N)	34 m			1	1	
FS08-1	08-1	28 m			1	1	
FS08-4	08-4	31 m			7	7	
FS08-11	08-11	355 m		25	31	56	
FS08-12	08-12	14 m			1	1	direkt im Qellaustritt

Tabelle A11: Funde von Zweigestreiften Quelljungfern an den einzelnen Fundstellen. Die Fundstellen sind mit ihren Kennungen auch auf der beiliegenden Karte dargestellt.

Kennung	Bach-Nr.	Datum	Lebens-form	Bemerkung
ZQI01a	01	23.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug, ♀ kommt vom Wald, beide verschwinden in Baumkronen
ZQI01b	01	23.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug, 2. ♂ kommt, Revierkampf
ZQI01c	01	23.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI01d	01	23.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI01e	01	23.07.	Imag.	2 ♂, Revierkampf
ZQI01f	01	23.07.	Imag.	Flug in der Nähe des Bachs, wahrscheinlich ♂
ZQI03a	03	23.07.	Imag.	2 ♂, Patrouillenflüge und Revierkämpfe
ZQI03b	03	23.07.	Imag.	2 ♂, Revierkampf
ZQI03c	03	23.07.	Imag.	an seichter schlammiger Stelle, wahrscheinlich ♀ nach der Eiablage
ZQI05a	05	30.07.	Imag.	wahrscheinlich ♀, am Waldweg
ZQI05b	05	30.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI05c	05	30.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQL07a	07	06.08.	Larv.	1 große Larve
ZQI07b	07	06.08.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQL07c	07	06.08.	Larv.	3 kleine Larven
ZQI07d	07	06.08.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI07e	07	06.08.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI07f	07	06.08.	Imag.	2 ♂, Revierkampf
ZQ07Ig	07	06.08.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI07h	07	06.08.	Imag.	2 ♂, Revierkampf
ZQI07i	07	06.08.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI07j	07	06.08.	Imag.	2 ♂, Revierkampf
ZQI07k	07	06.08.	Imag.	♂ Patrouillenflug; Bachabschnitt im Harzgrund durchgängig beflogen
ZQL07l	07	06.08.	Larv.	3 Larven; 2 große, 1 kleine
ZQI07m	07	06.08.	Imag.	♂, Patouillenflug; Tier fliegt auf gesamter gemulchter Wiesenlichtung
ZQI08(S)a	08(S)	13.07.	Imag.	2 ♂, Patrouillenflüge
ZQI08(S)b	08(S)	13.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI08(S)c	08(S)	13.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI08-11	08-11	14.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug; Bachabschnitt an kleiner gepflegter Wiese an Forsthütte
ZQI08-20	08-20	14.07.	Imag.	♀,Eiablage; sehr schmaler Sickerbach, bachaufwärts bald versiegend
ZQI09a	09	13.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQL09b	09	13.07.	Larv.	1 große Larve
ZQI09c	09	13.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI09d	09	13.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI09e	09	13.07.	Imag.	2 ♂, Revierkampf
ZQI09f	09	13.07.	Imag.	♂, Patrouillenflug
ZQI09g	09	13.07.	Imag.	♀, Eiablage; Bach teils stark überwachsen, da Grünlandbrache angrenzend

Anhang IV

Physikalisch-chemische Gewässerparameter

Tabelle A12: Wasserstand, pH-Wert, Wassertemperatur (T), Sauerstoffgehalt (O_2) und Leitfähigkeit (K) der untersuchten Gewässer (Messzeitraum: Ende Juni bis Anfang August 2020).

Bach Nr.	Wasserstand	pH	T (°C)	O_2 (mg/l)	K (µS/cm)	Bemerkung
01	partiell trocken	6,74	10,2	8,9	36,6	Oben partiell trocken
01-1	kein freies Wasser	--	--	--	--	Sumpfige Wiese, kein Fließgewässercharakter
01-2	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
02	leicht erniedrigt	7,81	11,2	9,3	127,1	Im Quellbereich sehr wenig Wasser
02-1	partiell trocken	7,34	9,4	9,3	56,4	
02-2	partiell trocken	7,46	9,9	9,4	66,9	Obere Hälfte trocken
02-3	kein freies Wasser	--	--	--	--	Nur unten feucht, sonst völlig trocken
02-4	kein freies Wasser	--	--	--	--	Kein Fließgewässercharakter, keine Messung möglich
02-5	leicht erniedrigt	7,21	8,2	9,8	172,1	
02-6	partiell trocken	6,49	11,5	5,7	407,0	Nur oberste 100 m mit wenig Wasser
03	partiell trocken	7,28	18,3	7,2	65,2	Wenig Wasser, kaum Fließbewegung, vielfach trocken
03-1	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken, nur oben im Wald sumpfig
04	leicht erniedrigt	7,32	10,7	8,9	128,4	
04-1	leicht erniedrigt	7,81	11,6	8,9	106,3	
04-2	partiell trocken	7,90	10,1	9,1	130,1	
04-3	leicht erniedrigt	7,48	11,3	9,1	62,3	
04-4	kein freies Wasser	--	--	--	--	Kein freies Wasser, keine Messung möglich
04-5	partiell trocken	7,17	12,6	6,7	54,9	
04-6	partiell trocken	7,39	8,2	9,4	76,6	Nur in der Mitte ein kurzer Abschnitt mit Wasser
04-7	leicht erniedrigt	7,12	11,2	8,8	56,8	
04-8	kein freies Wasser	--	--	--	--	Sumpfige Rinne ohne freies Wasser
04-9	leicht erniedrigt	7,54	11,1	8,7	312,0	
04-10	normal	7,49	8,9	9,4	100,1	
05	leicht erniedrigt	7,25	13,8	8,1	168,3	
05-1	normal	7,68	11,7	8,8	207,1	
05-3	partiell trocken	7,32	12,2	9,0	267,0	
05-4	normal	6,12	6,9	9,2	232,0	Messpunkt kurz unterhalb Quelle
05-5	partiell trocken	7,08	10,6	8,5	306,0	Nur im unteren Drittel Wasser führend
05-6	leicht erniedrigt	7,65	11,4	9,1	241,0	
05-7	kein freies Wasser	--	--	--	--	Obere Hälfte fast, untere völlig trocken
06	normal	7,18	10,9	9,7	191,4	
06-1	leicht erhöht	7,19	9,2	9,8	69,4	
06-2	normal	7,38	10,3	9,4	657,0	Einleitungen? In Wiese völlig zugewachsen
06-3	normal	6,36	10,2	9,1	54,0	
06-4	partiell trocken	5,54	10,7	7,3	43,0	Nur im oberer Drittel Wasser führend
06-5	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
06-6	normal	7,03	9,8	9,3	78,1	
06-7	partiell trocken	6,84	8,9	9,7	61,3	

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite

Fortsetzung von Tabelle A12

Bach Nr.	Wasserstand	pH	T (°C)	O_2 (mg/l)	K (µS/cm)	Bemerkung
07	leicht erniedrigt	7,88	12,9	7,3	55,3	
07-1	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
07-2	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
07-3	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
08(N)	partiell trocken	7,37	12,4	7,4	63,0	
08(S)	partiell trocken	7,37	13,1	8,4	72,2	
08-1	partiell trocken	7,87	12,3	7,7	190,8	
08-2	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
08-3	leicht erniedrigt	8,38	12,2	8,1	240,0	
08-4	partiell trocken	5,63	13,0	7,7	82,3	
08-5	kein freies Wasser	--	--	--	--	Fast trocken, keine Messung möglich
08-6	leicht erniedrigt	6,90	13,5	7,8	81,2	
08-7	kein freies Wasser	--	--	--	--	Sumpfige Wiese, kein Fließgewässercharakter
08-8	partiell trocken	7,93	9,8	8,9	168,0	
08-9	stark erniedrigt	7,70	11,4	7,5	142,0	
08-10	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
08-11	leicht erniedrigt	7,15	10,8	8,2	61,7	
08-12	normal	7,03	10,1	8,3	57,5	
08-13	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
08-14	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
08-15	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
08-16	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
08-17	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
08-18	stark erniedrigt	7,52	9,5	8,1	59,7	
08-19	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken; Bachbett kaum erkennbar
08-20	partiell trocken	7,82	12,7	7,7	68,5	
08-21	vollst. trocken	--	--	--	--	Trocken
08-22	leicht erniedrigt	7,27	10,0	9,4	77,8	
08-23	leicht erniedrigt	7,43	10,4	8,7	65,4	
09	partiell trocken	6,94	9,0	8,5	74,4	

Anhang V

Erfassungsformular

Feuersalamanderlarven- und Quelljungfer-Erfassung 2020 **Datum:**.....

Gewässerkennung:.....**Gewässername:**.....

Wasserstand / Abfluss

O stark erhöht	O leicht erhöht	O ± normal	O leicht erniedrigt	O stark erniedrigt	O partiell trocken	O ± vollst. trocken

Witterung während der Erfassung am Gewässer

T [°C] (ca.)	**Bewölkungsgrad** O ± sonnig (<12%) O heiter (12-37%) O bewölkt (12-37%) O ± bedeckt (>75%)	**Niederschlag** O kein Niederschlag O Sprühregen/Nebel O leichte(r) Schauer O starke(r) Schauer/Dauerregen
Windstärke	O 0-1 Bft O 2 Bft O 3 Bft O 4 Bft O 5 Bft O >5 Bft	

Anzahl Feuersalamanderlarven (in Größenklassen GK)
Kennzeichnung (A, B, C...) von Abschnitten mit Larven nur unter den folgenden Bedingungen:
Bach enthält Larven, Bachlänge >100 m, Abstand zwischen Abschnitten mit Larvenfunden ≥100 m

Abschnitt Karte / GPS-Punkte	GK I (< 3 cm)	GK II (3-4 cm)	GK III (> 4 cm)	Summe
A oder gesamter Bach				
B				
C				

(weitere Abschnitte → Rückseite)

Zweigestreifte Quelljungfer (Imagines, Larven, Exuvien)

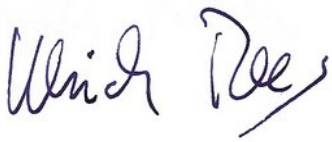
GPS-Punkt/ Markierung	Anzahl	Beschreibung (Larve / Exuvie / Imago; bei Imagines Verhalten: Patrouillenflug, Eiablage etc.)

Physikalisch-chemische Gewässerparameter

Kennung / GPS	ph-Wert	T [°C]	O_2-Gehalt [mg/l]	Leitfähigkeit [µS/cm]

Kurzcharakteristik des Gewässers / Bemerkungen:

Gleichen, Ende September 2020



Dr. Ulrich Rees

(Foto der Unterschrift)