



Auswirkungen der Entnahme von Fichten und der Renaturierung von Waldbächen auf die Blauflügel-Prachtlibelle und andere Libellenarten

von Ralf Joest, Julia Wrede & Birgit Beckers

Ein Männchen der Blauflügel-Prachtlibelle auf seiner Ansitzwarte.

Foto: Ralf Joest

Die Bachtäler der Mittelgebirge wurden auf Grund der jahrhunderte langen Nutzung durch den Menschen stark verändert. Durch Begrädnung und Befestigung der Bachläufe erhöhte sich die Fließgeschwindigkeit und die Struktur des Bachbettes und der Aue wurden vereinheitlicht. Dadurch wurden für Libellen und andere aquatische Insekten wichtige Strukturen wie strömungsberuhigte Abschnitte, Feinsedimentablagerungen und Wasserpflanzenbestände reduziert. Anpflanzungen von Fichten (*Picea abies*) in den Auen stellen eine weitere Beeinträchtigung dar, da sie eine starke Beschattung und Nadeleintrag mit sich bringen. Wirkungen auf die im Wasser lebenden Larven sind Veränderungen des Wasserchemismus (Versauerung) und der Nahrungsverfügbarkeit durch die geringere Biomasse der Zersetzerfauna. Für die ausgewachsenen Imagi-

nes kommt es zu direkter Verdrängung durch Veränderung der Vegetationsstruktur und starker Beschattung. Diese kann sich auch auf das Ausbreitungsverhalten auswirken. Wandernde Individuen folgen häufig Fließgewässern, wobei stark verdunkelte Abschnitte als Barriere wirken (Hering et al. 1993, Sternberg & Buchwald 1999).

Im Rahmen des LIFE-Projektes „Bachtäler im Arnsberger Wald“ wurden zwischen 2009 und 2014 umfangreiche Maßnahmen zur Entfernung von Fichtenbeständen und zur Initiierung einer naturnahen Waldentwicklung durchgeführt. Dazu kamen Maßnahmen zur Fließgewässerrenaturierung. Die Einzelziele waren:

- Entwicklung naturnaher Lebensraumtypen in den Bachtälern, insbesondere Erlenuwälder, durch Umbau von Fichtenwäldern und Zurückdrängen der Fichtennaturverjüngung,

- Wiederherstellen einer naturnahen Fließgewässerdynamik und Erhöhung der Strukturvielfalt in den Bächen,
- Schaffen eines naturnahen Wasserhaushaltes in den Bachtälern.

Die Blauflügel-Prachtlibelle (*Caelopteryx virgo*) besiedelt Ober- und Mittelläufe der Bäche im bewaldeten Hügel- und Bergland und ist eine Charakterart der Bäche im Arnsberger Wald. Ihre Larven entwickeln sich in sauerstoffreichen, kühlen Fließgewässern mit unterhöhlten Abbruchkanten und strömungsberuhigten Bereichen in flutenden Wasserpflanzen und den frei flutenden Wurzeln der Ufervegetation. Gehölze entlang der Gewässer verhindern eine zu starke Erwärmung ihrer Entwicklungsgewässer. Den Imagines dienen sie als Wind- und Hitzeschutz und bieten Sitzplätze für die Revierbesetzenden Männchen. Für die Revierbildung und die Thermoregulation sind

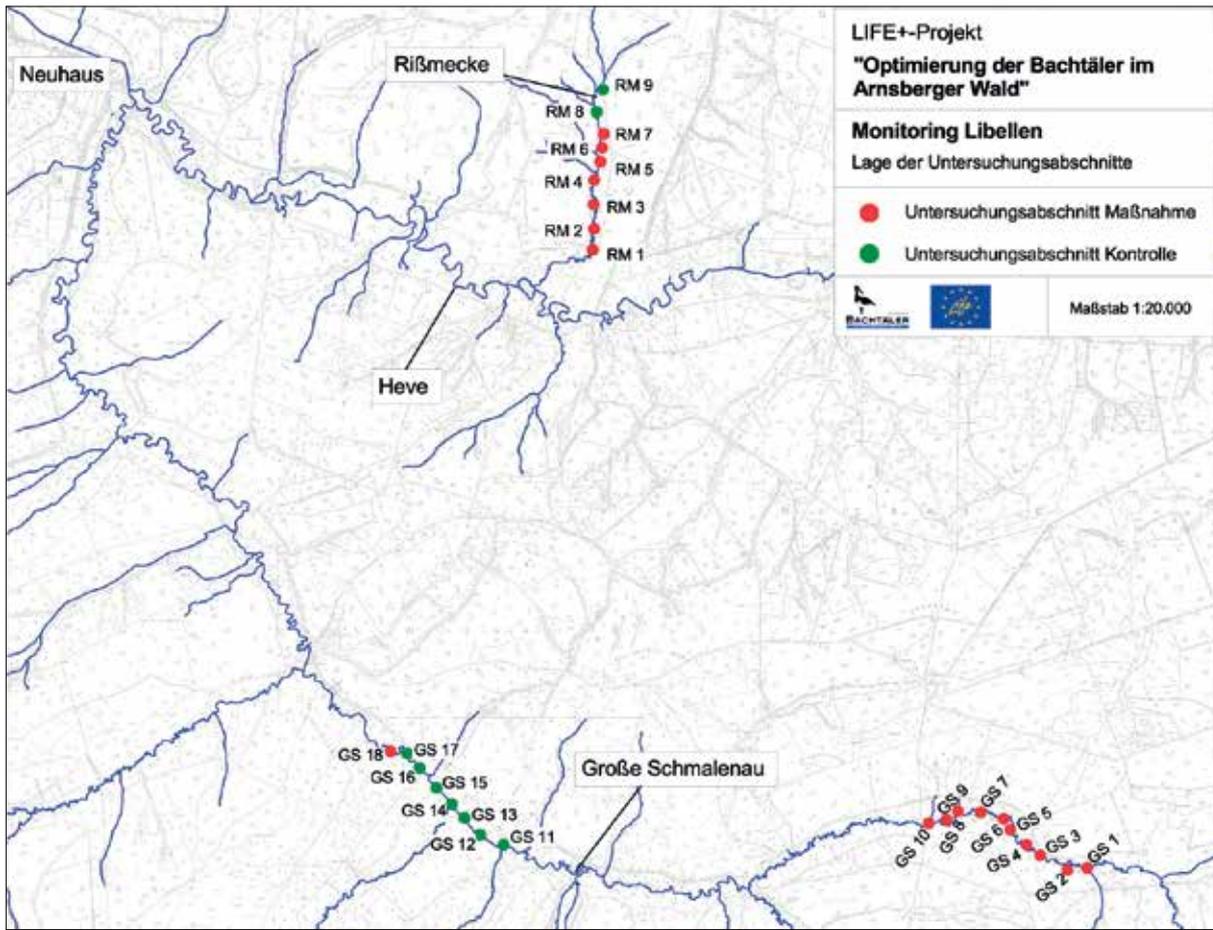


Abbildung 1: Lage der untersuchten Bachabschnitte

aber „wandernde Sonneninseln“ am Gewässer wichtig. Zu stark beschattete Gewässerbereiche, z.B. in Fichtenschonungen, werden gemieden. Während der Reifezeit sowie zur Jagd sind die Imagines in der Nähe der besiedelten Fließgewässer und an nahegelegenen Waldlichtungen anzutreffen (Rüppell et al. 2005, Sternberg & Buchwald 1999).

Als Schutzmaßnahme für die Art werden die Erhaltung oder Herstellung eines naturnahen Gewässerverlaufs mit kleinräumiger Strukturvielfalt genannt. Forstliche Maßnahmen in der Gewässerumgebung sollten auf die Erhaltung und Entwicklung naturnaher Laubgehölze, insbesondere lockerer Bach begleitende Erlenbestände abzielen. Sie bieten durch ausreichende Beschattung ein gleichmäßiges kühles Temperaturregime der Gewässer sowie Lebensräume für die Larven in den flutenden Wurzeln (Rüppell et al. 2005, Schorr 1990, Sternberg & Buchwald 1999).

Damit ist die Blauflügel-Prachtlibelle eine geeignete Zeigerart für die Ziele des Projektes. Als Wirkungskontrolle sollte sie daher als Beispiel für eine Art mit potenziell schneller Reaktion auf das Freistellen und die Renaturierung von Bachabschnitten betrachtet werden. Eine frühere Auswertung hatte gezeigt, dass die Dichte der Blauflügel-Prachtlibelle negativ mit dem Fichtenanteil eines Bachabschnitts korreliert war: je höher der Fichtenanteil, desto weniger Libellen (Wrede 2010, Wrede & Joest 2013). Die Erfassung der Blauflügel-Prachtlibelle erfolgte über die Zählung der Imagines an einzelnen Gewässerabschnitten der Großen Schmalenau und der Reißmecke. Die beiden ebenfalls für die Bäche des Arnberger Waldes typischen Arten Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) und Zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltoni*) und weitere Libellenarten wurden zusätzlich erfasst.

Methode

Zur Erfassung der Imagines der Blauflügel-Prachtlibelle erfolgte jährlich eine einmalige Linientaxierung zur Hauptflugzeit der Art. Gewählt wurden Tage um die Monatswende Juni / Juli mit Temperaturen über 20 Grad Celsius bei Sonnenschein, geringer Bewölkung und geringer Windgeschwindigkeit. Dabei wurden an ausgewählten Bachabschnitten jeweils 100 Meter lange Teilstrecken mit gleichmäßiger Geschwindigkeit begangen und die anwesenden Libellen erfasst. Dafür war ein Zeitintervall von 10 Minuten angesetzt. Anschließend erfolgte die Protokollierung der in der Teilstrecke vorherrschenden Vegetation. Neben der prozentualen Deckung von Fichte (*Picea abies*), Erle (*Alnus glutinosa*), Buche (*Fagus sylvatica*), Eiche (*Quercus robur*) und Birke (*Betula pendula*) wurde die Deckung der Strauch- und Krautschicht sowie der Anteil von Totholz geschätzt, wobei von einer



Foto: Henning Vierhaus

Bei den Kartierungen im Arnsberger Wald konnte auch ein Vorkommen des seltenen Kleinen Blaupfeils entdeckt werden.

Schätzgenauigkeit von rund fünf Prozent auszugehen ist. Abschließend erfolgte die Schätzung des Beschattungsgrades. Alle Begehungen und Abschätzungen der Deckungsgrade erfolgten durch Julia Wrede. Für die Auswertung wurde jeweils der Mittelwert der Deckungsgrade bzw. der Beschattung sowie die Individuendichte der Libellen pro 100 Meter berechnet. Der Zusammenhang zwischen dem Anteil Fichten und der Beschattung bzw. der Individuendichte der Libellen wurde mit dem Korrelationskoeffizienten nach Pearson berechnet.

Probestrecken

Die Untersuchung der Libellenfauna erfolgte im Projekttraum des LIFE-Projekts „Bachtäler im Arnsberger Wald“ an der „Große Schmalenau“ und der „Rißmecke“ im FFH-Gebiet Arnsberger Wald (DE-4514-302) (www.life-bachtaeler.de).

Da im ersten Projektjahr noch nicht im Detail geklärt war, welche Maßnahmen an welchen Bachabschnitten umgesetzt werden würden, war ein strenges Beobachtungsdesign mit gepaarten Stichproben nicht möglich. Im ersten Projektjahr wurde an der Großen Schmalenau ein typischer, durch Fichten- und Mischwaldbestände verlaufender 1000 Meter langer Bachabschnitt,

an denen Maßnahmen durchgeführt werden sollten, und ein naturnäherer durch Nadelwald, Mischwald und Erlenbruchwald verlaufender 700 Meter langer Kontrollabschnitt ohne Maßnahmen ausgewählt. Auf diesen folgt noch ein 100 Meter langer Abschnitt, an dem ebenfalls Fichten entfernt wurden.

Um auch Auswirkungen an den kleineren Seitenbächen, den sogenannten Siepen, verfolgen zu können wurde auch die kleinere 900 Meter lange Rißmecke, ein Nebenbach der Heve, untersucht. Als Kontrolle diente hier der zum Teil vermoorte Offenlandbereich in Quellnähe. Die Erfassung an den Kontrollabschnitten ermöglicht dabei, jährweise Populationsschwankungen und Effekte der Witterung auf die Bestände der Blauflügel-Prachtlibelle zu berücksichtigen und von den Wirkungen der Maßnahmen zu trennen.

Maßnahmen

Im Laufe des Projektes wurde der Maßnahmenabschnitt an der „Großen Schmalenau“ sukzessive von Fichten befreit und teilweise in ihrem Lauf verändert, hierbei wurden in der Aue noch vorhandene Gewässerschleifen an den Lauf angeschlossen sowie Gewässermäander neu angelegt. Durch die Laufverlagerung entstanden mehrere Stillwasserbereiche. An der

Rißmecke wurde die Gewässersohle verlegt und Stillwasserbereiche durch Abschnürung der alten Sohle mit geschaffen. Quellnähernd wurden die Altlichtenbestände der Auenbereiche und z.T. Pappeln entnommen. An allen Abschnitten wurden die natürlich vorkommenden Erlenbestände, soweit möglich, erhalten (Tabelle 1).

Ergebnisse

Blauflügel-Prachtlibelle

Der Zusammenhang zwischen dem Fichtenanteil, der Beschattung und dem Vorkommen der Blauflügel-Prachtlibelle kann exemplarisch an dem gesamten Datensatz aller Bachabschnitte aus dem Jahr 2010, also vor Maßnahmenbeginn, betrachtet werden. Mit zunehmenden Fichtenanteil nahm die Beschattung stetig zu ($R^2=0,55$), während die Anzahl der Libellen pro 100 Meter sowohl bei den Männchen ($R^2=0,25$) als auch bei den Weibchen ($R^2=0,16$) abnahm. Der Erlenanteil hatte einen geringeren Einfluss auf die Beschattung und die Anzahl der Libellen. Tendenziell nahmen mit steigendem Erlenanteil die Beschattung ab und die Zahl der Libellen zu.

An der Großen Schmalenau wurden 2010 insgesamt 150 Exemplare der Blauflügel-Prachtlibelle gezählt (114 M, 36 W). Im Jahr 2013, nach Umsetzung der Maßnahmen, stieg die Anzahl auf 302 Exemplare (193 M, 109 W) an. Noch deutlicher war die Zunahme der Individuenzahl an der Rißmecke, wo 2010 vor Maßnahmenbeginn nur drei Exemplare (2 M, 1 W), 2013 dagegen 51 Exemplare (29 M, 22 W) gezählt wurden. Auffällig ist, dass das Geschlechterverhältnis bei der Zählung nach Maßnahmenumsetzung deutlich ausgeglichener war. Im Jahr 2010 kamen an der Großen Schmalenau 3,2 Männchen auf ein Weibchen, 2013 nur noch 1,8. An der Rißmecke kamen 2010 2 Männchen auf ein Weibchen, 2013 nur noch 1,3.

Durch die Umsetzung der Entfichtungsmaßnahmen im Rahmen des LIFE-Projektes hat sich die Wald-

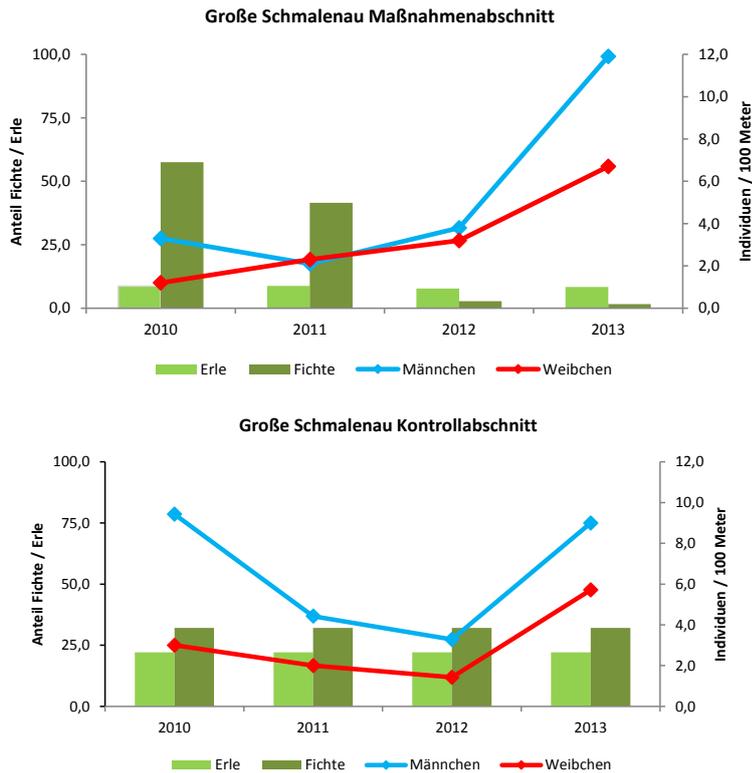


Abbildung 2: Entwicklung des Anteils der Fichten und Erlen (Mittelwert) und der Individuendichte (pro 100 Meter) der Blauflügel-Prachtlibelle an Maßnahmen- (oben) und Kontrollabschnitten (unten) der Großen Schmalenau von 2010 bis 2013.

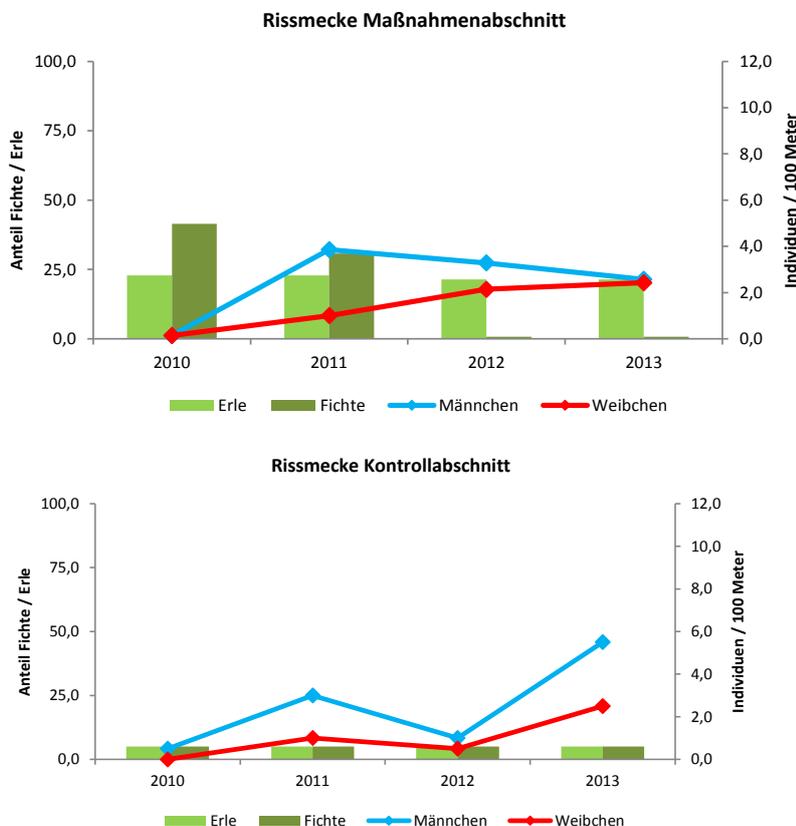


Abbildung 3: Entwicklung des Anteils der Fichten und Erlen (Mittelwert) und der Individuendichte (pro 100 Meter) der Blauflügel-Prachtlibelle an Maßnahmen- (oben) und Kontrollabschnitten (unten) der Rissmecke von 2010 bis 2013.

struktur an den Maßnahmenstrecken deutlich verändert. An der Großen Schmalenau nahm der durchschnittliche Anteil der Fichten pro 100 Meter von 57 % auf 2 % ab. Nach Maßnahmenumsetzung deutlich zu nahm der Anteil der Kräuter, des Totholzes und der Freifläche. Der Anteil der bei den Maßnahmen geschonten Erlen änderte sich nicht. Durch die Entnahme der als Verdunklung wirkenden Fichten sank der Beschattungsgrad von 61 % auf 20 %. An dem Kontrollabschnitt ohne Maßnahmen ergaben sich keine Änderungen der Waldstruktur und des Beschattungsgrades.

An der Rißmecke nahm der Anteil der Fichte pro 100 Meter Maßnahmenstrecke von 41 % auf 1 % ab, zugunsten des Anteils der Kräuter und des Totholzes. Parallel nahm der Beschattungsgrad von 72 % auf 44 % ab. Der Erlenanteil von etwa 22 % änderte sich nicht. Die im offenen Quellbereich der Rißmecke gelegenen Kontrollabschnitte änderten sich hinsichtlich Gehölzstruktur und Beschattung ebenfalls nicht.

Die Blauflügel-Prachtlibelle hat auf die veränderte Waldstruktur und die abnehmende Beschattung nach Freistellen der Maßnahmenabschnitte reagiert. An der Großen Schmalenau nahm von 2010 auf 2013 die durchschnittliche Zahl der Männchen pro 100 Meter stetig von 3,3 auf 11,9 zu, die der Weibchen von 1,2 auf 6,7. Dass es sich hierbei um eine Wirkung der durchgeführten Maßnahmen und nicht um einen von anderen Faktoren bestimmten Jahreseffekt handelt, zeigt der Vergleich mit den unveränderten Kontrollabschnitten. Hier hat die Zahl der Männchen pro 100 Meter von 2010 auf 2013 von 9,4 auf 9,0 leicht abgenommen, die der Weibchen von 3,0 auf 5,7 nur leicht zugenommen. In den dazwischen liegenden Jahren 2011 und 2012 gab es, anders als am Maßnahmenabschnitt, sogar einen Rückgang der Individuendichte. Damit steht einer Zunahme der Individuenzahl um das 3,6 fache der Männchen und das 5,6 fache der Weibchen an den Maßnah-

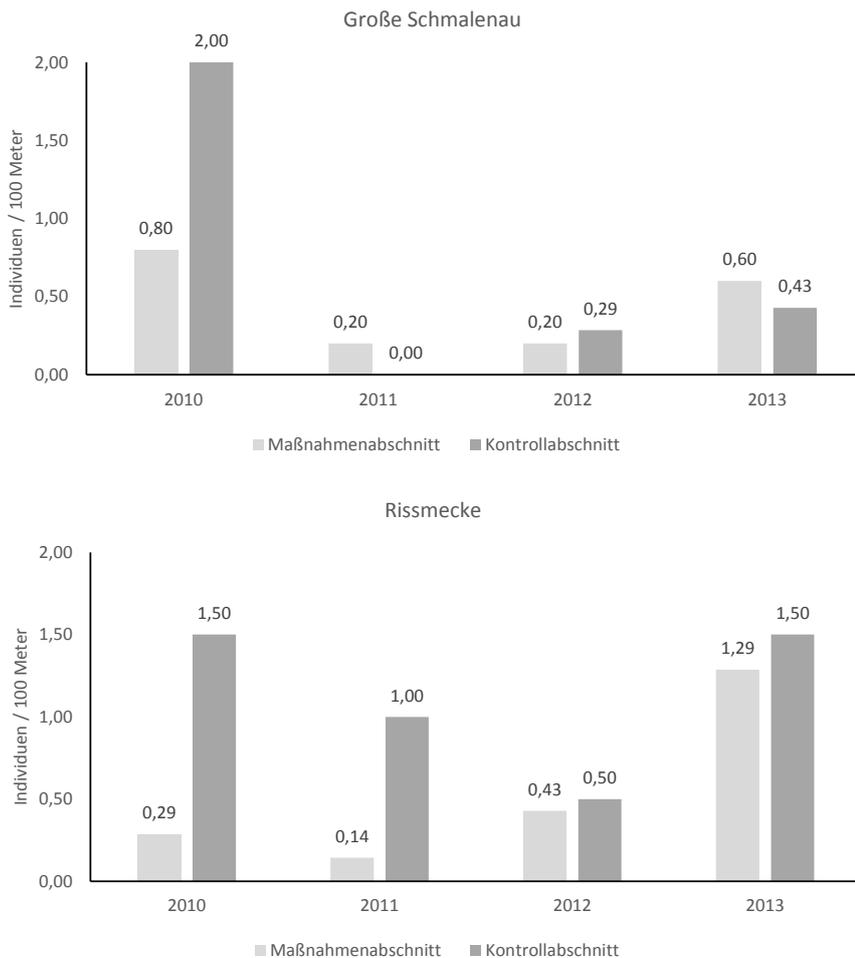


Abbildung 4: Entwicklung der Individuendichte (pro 100 Meter) der Quelljungfern an Maßnahmen- und Kontrollabschnitten der Großen Schmalenau und der Rißmecke von 2010 bis 2013.



Foto: Henning Vierhaus

Die Zweigestreifte Quelljungfer gehört ebenfalls zu den Charakterarten an den Waldbächen im Arnberger Wald.

menabschnitten einer unveränderten Zahl der Männchen und einer deutlich geringeren Zunahme bei den Weibchen an den Kontrollabschnitten gegenüber.

An der Rißmecke nahm die Zahl der Männchen pro 100 Meter von 0,1 auf 5,5 nach Durchführung der Maßnahmen zu, die der Weibchen von 0,1 auf 2,5. Dies entspricht einer Steigerung um das 18 bzw. 17fache. Anders als an der Großen Schmalenau hat an der Rißmecke auch an den beiden Kontrollabschnitten die Zahl der Individuen pro 100 Meter bei den Männchen von 0,5 pro 100 Meter auf 5,5 und bei den Weibchen von 0 auf 2,5 zugenommen.

Quelljungfern

Neben der Blauflügel-Prachtlibelle sind die beiden Quelljungfern die charakteristischen Libellen der Bachtäler im Arnberger Wald, wobei die Gestreifte Quelljungfer nur an den Quellbereichen vorkommt, während die Zweigestreifte Quelljungfer ein etwas weiteres Spektrum der unterhalb gelegenen Abschnitte besiedelt (Sternberg & Buchwald 2000). Sie ist daher häufiger als die erstgenannte Art. Die Männchen patrouillieren während der Fortpflanzungszeit auf der Suche nach paarungsbereiten Weibchen stetig entlang der Gewässer. Weibchen sind selten bei der Eiablage zu beobachten. Im Gelände ist eine Trennung beider Arten schwer und eine artspezifische Aussage daher nicht möglich. An den Maßnahmenabschnitten wurden insgesamt 35 Individuen beobachtet, an den Kontrollabschnitten 28, in den meisten Fällen Einzelindividuen.

Dabei dürfte es sich weit überwiegend um die Zweigestreifte Quelljungfer gehandelt haben, von der auch mehrfach Fortpflanzungsnachweise durch Exuvienfunde gelangen. Es liegen aber auch von der Gestreiften Quelljungfer gesicherte Beobachtungen vor. Bei Kartierungen an Hand der Larven wurden in den Jahren 2003 bis 2005 regelmäßig beide Arten an jeweils geeigneten Bachabschnitten bzw. Quellbereichen festgestellt.



Von lichten Erlenbeständen gesäumte Bäche sind ein geeigneter Lebensraum für die Blauflügel-Prachtlibelle.

Durch Fichten verdunkelte Abschnitte können von der Art kaum besiedelt werden. Beide Fotos entstanden an der Reißmecke.



In Abbildung 4 ist erkennbar, das 2010 vor Maßnahmenbeginn an beiden Gewässern die Individuendichte an den Kontrollabschnitten jeweils deutlich höher war als an den Maßnahmenabschnitten. Im Jahr 2013, nach Maßnahmenumsetzung, war das Verhältnis ausgeglichen bzw. an der Großen Schmalenau umgekehrt.

Sonstige Arten

Von 2010 bis 2013 wurden im Rahmen der Erfassungen und sonstiger Begehungen an den Gewässern im Projektgebiet insgesamt 17 Libellenarten beobachtet. Neben den oben genannten Arten handelte es sich bei diesen Arten überwiegend um weit verbreitete Arten unterschiedlicher Stillgewässertypen.

Auf Grund ihrer Lebensraumansprüche ist anzunehmen, dass diese Arten durch die Schaffung von Offenlandbereichen und Stillgewässern bzw. beruhigten Abschnitten und Nebengerinnen der Fließgewässer im LIFE-Projekt gefördert wurden.

Nach ihren Lebensraumansprüchen eher zu den gebietstypischen (Wald-) Arten gehören die Frühe Adonislibelle (*Phyrrosoma nymphula*), die Glänzende Smaragdlibelle (*Somatochlora metallica*) und die Blaugrüne Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*), von denen die Frühe Adonislibelle regelmäßig im selben Lebensraum wie die Blauflügel-Prachtlibelle angetroffen wurde. Die Gebänderte Prachtlibelle (*Calopteryx splendens*) ersetzt ihre Schwesterart an etwas offeneren, breiteren und eher dem Mittel- bis Unterlauf der Fließgewässer zuzuordnenden Abschnitten. Sie wurde im Projektgebiet aber nur einmal beobachtet.

Bemerkenswert ist der Erstnachweis des Kleinen Blaupfeils (*Orithetrum coerulesens*) an der Reißmecke (Joest et al. 2012), für den von 2011 bis 2013 inzwischen durchgängig Beobachtungen und Fortpflanzungsnachweise vorliegen. Die Art ist in den Mittelgebirgen ausgesprochen selten. Sie benötigt langsam fließendes Wasser in kleineren Rinnsalen, häufig in quellenahen Abschnitten. Sie zeigt wie andere südliche Libellenarten im nördlichen Mitteleuropa eine Ausbreitungstendenz, für die zunehmende Temperaturen im Zuge des Klimawandels verantwortlich gemacht werden (Conze et al. 2010). Durch die Renaturierung der Fließgewässer, die Schaffung neuer Rinnsale und die Offenstellung bislang stark von Fichten beschatteter Quellsümpfe im Rahmen des LIFE-Projektes konnten auch die Lebensbedingungen für den Kleinen Blaupfeil verbessert werden. Durch das Freistellen der Bachtäler wurden vermutlich auch die Ausbreitung und der Austausch zwischen geeigneten Quellsümpfen erleichtert. Hierfür spricht, dass ein Männchen auch an der Großen Schmalenau mehr als zwei Kilometer von der Fundstelle

an der Reißmecke entfernt im Einzugsbereich eines getrennten Abflusssystemes beobachtet wurde. Dies weist entweder auf weitere Vorkommen in der näheren Umgebung oder aber auf eine hohe Ausbreitungsfähigkeit der Art hin (Sternberg & Buchwald 2000).

Diskussion

Die Ergebnisse des Monitorings geben deutliche Hinweise darauf, dass sich die im Rahmen des Projektes durchgeführten Maßnahmen des Waldumbaus und der Gewässerrenaturierung positiv auf die Libellenfauna ausgewirkt haben.

Bei der Blauflügel-Prachtlibelle war eine deutliche Zunahme der Individuendichte an den Maßnahmenabschnitten erkennbar, die einer gleichbleibenden bis geringen Zunahme an den Kontrollabschnitten der Großen Schmalenau gegenüberstand. Allerdings war auch an den vorher sehr isoliert liegenden Kontrollabschnitten an den Quellbereichen der Reißmecke eine Zunahme der Individuendichte erkennbar. Diese ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass diese vorher isolierten Bereiche nach Öffnung des Unterlaufes leichter für wandernde Individuen erreichbar waren bzw. Individuen von den jetzt dichter besiedelten unteren Abschnitten zuflogen. Die schnelle Reaktion der Blauflügel-Prachtlibelle auf die Maßnahmen beruht auf Grund der relativ kurzen Zeitspanne zwischen der Maßnahmenumsetzung und dem Monitoring vermutlich in erster Linie auf die Zuwanderung von Imagines aus der Umgebung. Offenbar entsprachen die frei gestellten Bereiche jetzt dem Habitatsuchschema der Art (Sternberg & Buchwald 1999). Das tendenziell ausgeglichene Geschlechterverhältnis nach der Maßnahmenumsetzung ist ein Hinweis darauf, dass sich an den offeneren, renaturierten Abschnitten vermehrt auch Weibchen aus dem Umland zur Paarung und Eiablage einfanden. Dass es an den neu besiedelten, renaturierten Abschnitten tatsächlich zur Eiablage und erfolgreichen Ent-

wicklung der Larven kommt, ist zu erwarten. Beobachtungen von Eiablagen gelangen hier auch im Rahmen des Monitorings.

Bei den Quelljungfern war die Individuendichte an den Maßnahmenabschnitten vor der Maßnahmenumsetzung deutlich geringer als an den naturnäheren Kontrollabschnitten. Nach der Umsetzung erreichten sie an beiden Abschnitten etwa vergleichbare Werte. Es ist davon auszugehen, dass die im Rahmen des LIFE-Projektes durchgeführten Maßnahmen für die Quelljungfern begünstigend wirkten. Die an den Gewässern durchgeführten Maßnahmen fördern die Bildung strömungsberuhigter Bereiche, welche als Eiablage substrate dienen, während die Förderung des Laubwaldes sich positiv auf die Verfügbarkeit von Zersetzerorganismen als Larvennahrung auswirkt (Heitz 2006).

Im Einzelnen ist nicht immer eindeutig zu trennen, ob die festgestellten Effekte auf die Entnahme von Fichten und die damit einhergehende Öffnung der Flächen oder auf die Gewässerrenaturierung zurückzuführen sind. Wahrscheinlich ist, dass beide Faktoren zusammenwirken und zur Verbesserung der Lebensraumstrukturen führen. Für die Wirkung der Öffnung der Gewässer durch Fichtenentnahme spricht der bei der Blauflügel-Prachtlibelle unabhängig von Gewässermaßnahmen dokumentierte negative Zusammenhang zwischen der Beschattung und der Besiedlung durch Libellen. Vermutlich ist artspezifisch von einem zweistufigen Prozess auszugehen: während die Freistellung der Gewässer von Fichten zunächst eine Ausbreitung von Individuen und die Besiedlung der Gewässer ermöglicht, begünstigen die gewässerbaulichen Maßnahmen durch Förderung von strömungsberuhigten Abschnitten, Feinsedimentablagerungen und Wasserpflanzen als Eiablage substrate und Larvalhabitate die erfolgreiche Reproduktion. Die durch die waldbaulichen Maßnahmen initiierten reich strukturierten lichten Gehölze in der Umgebung der Fort-

pflanzungsgewässer haben zusätzlich eine Funktion als Reife- und Nahrungshabitat zum Beispiel für die Gestreifte Quelljungfer (Tamm 2012).

Auch der Kleine Blaupfeil und weitere Libellen der Stillgewässer des Offenlandes dürften durch Schaffung neuer Lebensräume, aber auch durch Erleichterung der Dispersion entlang der Gewässer, von den Maßnahmen profitiert haben.

Literatur

- CONZE, K.-J., GRÖNHAGEN, N., LOHR, M. & N. MENKE (2010): Trends in occurrence of thermophilous dragonfly species in North Rhine-Westphalia (NRW). In: Ott, J. (Ed) (2010): Monitoring Climatic Change with Dragonflies. *BioRisk* 5: 31–45.
- HEITZ, S. (2006): Waldbauliche Maßnahmen zur Förderung der Larvallebensräume der Quelljungferarten am Bodanrück (*Cordulegaster bidentata* und *C. boltonii*). *Mercuriale* 6: 2-8.
- HERING, D., REICH, M. & PLACHTER, H. (1993): Auswirkungen von Fichten-Monokulturen auf die Fauna von Mittelgebirgsbächen. – *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 2 : 31-42.
- JOEST, R., H. VIERHAUS & J. WREDE (2012): Erstnachweis des Kleinen Blaupfeils (*Orthemtrum coerulesens*) im Arnberger Wald. *ABU info*: 33-35: 38-39.
- RÜPPELL, G., HILFERT-RÜPPELL, D., REHFELDT, G. & C. SCHÜTTE (2005): Die Prachtlibelle Europas. Die neue Brehm-Bücherei. Westarp Wissenschaften.
- SCHORR, M. (1990): Grundlagen zu einem Artenhilfsprogramm Libellen der Bundesrepublik Deutschland. *Ursus Scientific Publishers*.
- STERNBERG, K. & R. BUCHWALD (1999): Die Libellen Baden-Württembergs Band 1. Ulmer, Stuttgart.
- STERNBERG, K. & R. BUCHWALD (2000): Die Libellen Baden-Württembergs Band 2. Ulmer, Stuttgart.
- TAMM J. (2012): Effiziente Kartierung der Gestreiften Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* (Selys, 1843) im Reifungshabitat am Beispiel des Kellerwaldes. *Libellen in Hessen* 5: 32-38.
- WREDE, J. (2010): Zeitliche und räumliche Verteilung von *Calopteryx virgo* und anderer Fließgewässerlibellen im Arnberger Wald. Diplomarbeit an der Universität Kassel.
- WREDE, J. & JOEST, R. (2013): Habitatwahl von *Calopteryx virgo* im Arnberger Wald. Tagungsband der Gesellschaft für Odonatologie 2013, Petersberg, Fulda: 49-50.

Tabelle 1: Charakterisierung der Abschnitte der Großen Schmalenau und der Reißmecke vor und nach den durchgeführten Maßnahmen (Aufnahme 2010 und 2013).

Probefläche	Abschnitt (100m)	2010				2013				Gewässermaßnahmen		Neue Stillwasser- bereiche
		Lebensraumtyp	Erlie %	Fichte %	Lebensraumtyp	Erlie %	Fichte %	Bachlaufverlängerung				
GS MF 1	GS 1	Maßnahme	Nadelwald	15	60	Erlenbruchwald	15	0	1,5 mal so lang	Über 10		
GS MF 1	GS 2	Maßnahme	Nadelwald	10	70	Erlenbruchwald	20	0	1 mal so lang	5 bis 10		
GS MF 1	GS 3	Maßnahme	Laubwald	15	20	Laubwald	15	5	1/3 verlängert	Über 10		
GS MF 1	GS 4	Maßnahme	Mischwald	5	75	Mischwald/Offenland	5	10	1,5 mal so lang	Über 10		
GS MF 1	GS 5	Maßnahme	Altfichtenbestand/ Offenland	10	35	Entfichtete Fläche	10	0	1,5 mal so lang	Über 10		
GS MF 1	GS 6	Maßnahme	Kahlschlagfläche	x	30	Entfichtete Fläche	0	x	2 bis 3 mal so lang	Über 10		
GS MF 2	GS 7	Maßnahme	Nadelwald	x	75	Entfichtete Fläche	X	0	2 bis 3 mal so lang	Über 10		
GS MF 2	GS 8	Maßnahme	Mischwald	0	85	Entfichtete Fläche	0	0				
GS MF 2	GS 9	Maßnahme	Mischwald/Waldrand	10	70	Entfichtete Fläche	10	0				
GS MF 2	GS 10	Maßnahme	Mischwald/Waldrand	5	55	Mischwald/Offenland	0	0				
GS MF 3	GS 11	Kontrolle	Nadelwald	10	55	Nadelwald	10	55				
GS MF 3	GS 12	Kontrolle	Nadelwald	5	50	Nadelwald	5	50				
GS MF 3	GS 13	Kontrolle	Nadelwald	15	50	Nadelwald	15	50				
GS MF 3	GS 14	Kontrolle	Mischwald	20	45	Mischwald	20	45				
GS MF 3	GS 15	Kontrolle	Erlenbruchwald	35	10	Erlenbruchwald	35	10				
GS MF 3	GS 16	Kontrolle	Erlenbruchwald	40	5	Erlenbruchwald	40	5				
GS MF 3	GS 17	Kontrolle	Erlenbruchwald	30	10	Erlenbruchwald	30	10	natürliche Verlängerung			
GS MF 3	GS 18	Maßnahme	Mischwald	15	30	Mischwald	15	5				
Reißmecke	RM 1	Maßnahme	Erlenbruchwald	50	10	Erlenbruchwald	50	0	2 bis 3 mal so lang	Über 10		
Reißmecke	RM 2	Maßnahme	Erlenbruchwald	40	15	Erlenbruchwald	30	0	2 bis 3 mal so lang	Über 10		
Reißmecke	RM 3	Maßnahme	Mischwald	15	35	Entfichtete Fläche	5	5	2 bis 3 mal so lang	Über 10		
Reißmecke	RM 4	Maßnahme	Mischwald	25	35	Entfichtete Fläche	15	0				
Reißmecke	RM 5	Maßnahme	Nadelwald	15	60	Entfichtete Fläche	20	0				
Reißmecke	RM 6	Maßnahme	Nadelwald	5	70	Entfichtete Fläche	15	0				
Reißmecke	RM 7	Maßnahme	Mischwald	10	65	Mischwald/Waldrand	15	0				
Reißmecke	RM 8	Kontrolle	Feuchtwiese	5	x	Feuchtwiese	5	x				
Reißmecke	RM 9	Kontrolle	Feuchtwiese	5	5	Feuchtwiese	5	5				