



# Schwarzer Regen

Entwicklung der Fischfauna 2000-2015

## Kontakt

Maximilian Sehr  
LBV Landesgeschäftsstelle  
Eisvogelweg 1, 91161 Hilpoltstein  
09174/4775-63, [m-sehr@lbv.de](mailto:m-sehr@lbv.de)

## Inhalt

|   |    |
|---|----|
| 1. Vorbemerkung.....                                  | 3  |
| 2. Grundlagen.....                                    | 3  |
| 2.1 Längenzonierung .....                             | 3  |
| 2.2 Gilden .....                                      | 4  |
| 2.3 Fischbestand, Populationsaufbau und Wachstum..... | 4  |
| 2.4 Zustand der Fischbestände in Bayern .....         | 5  |
| 3. Untersuchungsgebiet .....                          | 5  |
| 4. Methodik.....                                      | 6  |
| 5. Ergebnisse.....                                    | 7  |
| 5.1 Chemisch-physikalische Parameter.....             | 7  |
| 5.2 Gesamtfang, Gefährdung, Gilden.....               | 8  |
| 5.3 Biodiversität.....                                | 9  |
| 5.4 Abundanzen.....                                   | 9  |
| 5.5 Verhältnis der Salmonidenhäufigkeit.....          | 11 |
| 6. Diskussion.....                                    | 14 |
| 6.1 Gesamtfang, Gefährdung, Gilden.....               | 14 |
| 6.2 Biodiversität.....                                | 15 |
| 6.3 Populationsaufbau .....                           | 16 |
| 6.4 Abundanz.....                                     | 15 |
| 7. Ausblick/Fazit .....                               | 17 |
| 8. Literatur.....                                     | 18 |
| Anhang .....  | 19 |

# Entwicklung der Fischfauna im Schwarzen Regen 2000-2015

## 1. Vorbemerkung

Der Landesbund für Vogelschutz in Bayern e. V. - Verband für Arten- und Biotopschutz - (LBV) hat im November 1999 mit Unterstützung des Bayerischen Naturschutzfonds ein Fischereirecht am Schwarzen Regen erworben. Das Fischereirecht liegt zwischen der Rotbachmündung kurz vor Teisnach und Oberauerkiel. Es ist ca. 6,5 Kilometer lang und befindet sich zwischen Flusskilometer 137 und Flusskilometer 143,5. Es handelt sich gemäß ABSP um einen Lebensraum mit überregionaler bis landesweiter Bedeutung. Weiterhin ist der Bereich als bedeutender Mäander in der Geotopkartierung vermerkt. In der Region Donau-Wald existiert kein hinreichend geschütztes Objekt gleichen Typs. Ebenso stellt der Schwarze Regen eine Biotopverbundachse zwischen Bayerischem Wald und Donau dar.

Der Schwarze Regen bei Taisnach ist ein wichtiger Fischotterlebensraum. Weitere schützenswerte Faunenelemente sind der Flussuferläufer, der Eisvogel und die Wasseramsel. Ebenso kommen die stark gefährdeten Fischarten Äsche und Huchen sowie das Bachneunauge aus der Überklasse der Rundmäuler vor. Es bestehen Nachweise gefährdeter Libellenarten sowie Stein-, Köcher- und Eintagsfliegen. Weiterhin beherbergt das Gewässer eine der artenreichsten Makrozoobenthosfaunen Niederbayerns.

Im Waldfunktionsplan sind Bestände bachbegleitender Wälder mit besonderer Bedeutung als Biotope vermerkt. Es kommen vier bedeutende Pflanzengesellschaften vor. Besonders zu erwähnen ist das Vorkommen des Kleinen Helmkrauts (*Scutellaria minor*, RL 1).

Das Gewässer wurde innerhalb des betrachteten Zeitraums regelmäßig durch den LBV befischt. In den Jahren 2004, 2010, 2011 und 2014 wurden Befischungen durch das Referat 57 „Fisch- und Gewässerökologie“ des Bayerische Landesamt für Umwelt durchgeführt. Die durch das LFU erhobenen Daten finden in diesem Bericht keine Beachtung, da mit einer abweichenden Methodik untersucht wurde.

Ziel der Untersuchung ist es, eine genaue Kenntnis über die Artenzusammensetzung, den Altersaufbau und die Veränderung des Fischbestandes zu bekommen. Aufgrund dieser Bestandserfassungen sollen langfristig Aussagen über die Entwicklung des Bestandes ohne regelmäßige Eingriffe durch Angelfischerei bzw. durch Besatzmaßnahmen ermöglicht werden.

## 2. Grundlagen

### 2.1 Längenzonierung

Fließgewässer zeigen über ihren Längsverlauf typische Zönosen die einander ablösen. Zu Beginn des Schemas steht die Quellregion (Eukrenal), welche durch den Quellbach (Hypokrenal) gefolgt wird. Es schließen Ober- und Mittelläufe (Epi-, Meta- und Hyporhitral) an, diese umfassen die obere und untere Forellenregion sowie die Äschenregion. Die Mittel- und Unterläufe

weisen die unterscheidbaren Zonen des Epi-, Meta- und Hypopotamal (Barben-, Brachsen- und Flunderregion) auf. Schmutz et al. (2000) ordneten die in Österreich vorkommenden Fischarten einzelnen Fischregionen zu. Die meisten Arten kommen in mehreren Regionen vor und der Verbreitungsschwerpunkt einer Art liegt oftmals genau im Übergangsbereich zweier Regionen. Zur exakten Einstufung und statistischen Auswertung wurde ein artspezifischer Fischregionsindex entwickelt (Schmutz et al. 2000). Dieser Index drückt die genaue Präferenz einer Art wesentlich genauer aus als die einfache Zuordnung zu einer Fischregion.

## **2.2 Gilden**

Die Verwendung von strukturellen oder ökologischen Gilden ermöglicht es anthropogene Einflüsse zu erfassen, da jede Gilde für bestimmte Ansprüche einer Artengruppe steht. Fischarten können anhand ihrer Präferenz zur Strömungsintensität in sog. strömungsbezogene Gilden eingeteilt werden. Man unterscheidet zwischen strömungsliebenden (rheophile), stillwasserliebenden (stagnophile) und strömungsindifferenten Arten (eurytope). Nach Schiemer & Waidbacher (1992) wird zudem zwischen Rheophil-A (ausschließlich im Fluss) und Rheophil-B (verbringen Lebensraumabschnitte in Nebengewässern) unterschieden. Fische sind aufgrund ihrer Beweglichkeit und ihrer Nutzung unterschiedlicher Habitate über den Lebenszyklus hinweg Indikatoren für den aktuellen Standort, aber auch für den von ihnen bewohnten und durchwanderten Lebensraum. Somit besitzen sie eine hohe Indikatorfunktion für die Kontinuums- und Konnektivitätsverhältnisse in Fließgewässern. Die vielfältigen Wanderungsphänomene der Fließgewässerfishfauna sind nicht vollständig geklärt. Gemäß der Einteilung in Migrationsgilden vollziehen Fischarten Ortswechsel über unterschiedliche Distanzen. Beispielsweise weiß man von Barbe und Nase, dass diese Arten während der Laichzeit bis zu 100 km reichende Wanderungen durchführen (Scheuring 1949a). Mit der Einführung des Migrationsindex versucht man die mittlere Mobilität eines Fischbestandes zu beschreiben (Dußling 2009).

## **2.3 Fischbestand, Populationsaufbau und Wachstum**

Der Fischbestand eignet sich um anthropogene Beeinträchtigungen zu identifizieren. Die Fischbestände werden durch die Individuendichte oder die Biomasse in Bezug auf den Befischungsaufwand (Fläche oder zeitlicher Aufwand) definiert. Eine solche Standardisierung ermöglicht vergleichende Analysen. Der Zustand eines Bestandes wird anhand des Populationsaufbaus überprüft. Im Normalfall, bei funktionierender Reproduktion, besitzt eine intakte Population einen starken ersten Jahrgang (etwa 50% des Gesamtbestandes). Nach dem fischbasierten Bewertungsverfahren (FiBS) wird ein Bestand als natürlich eingestuft, wenn der erste Jahrgang zwischen 30 und 70 % an der Gesamtabundanz ausmacht (Dußling 2009). Die einzelnen Jahrgänge sind klar voneinander getrennt und nehmen kontinuierlich, bis hin zu den größten Altersklassen, ab. So ist auch der natürliche Populationsaufbau von Bachforellen durch exponentielle Abnahme der Individuenanzahl mit zunehmendem Alter gekennzeichnet. Die natürliche Mortalitätsrate von Jahrgang zu Jahrgang beträgt im Durchschnitt etwa 50 % (Jungwirth et al. 2003). Das Wachstum und die Endlängen der Bachforelle sind je nach

Gewässertyp sehr unterschiedlich. Das maximale Wachstum liegt bei 13,1 °C (Elliott et al. 1995). Auch Äschenpopulationen können anhand ihres Wachstums stark variieren. Ausschlaggebend hierfür sind Gewässertyp, Sommertemperaturen und das Nahrungsangebot. Äschen in bayerischen Fließgewässern können im ersten Jahr Längen zwischen 8 und 18 cm, im zweiten zwischen 13 und 30cm, im dritten 25 bis 31 cm und im vierten zwischen 27 und 36 cm erreichen (Ebel 2000).

#### **2.4 Zustand der Fischbestände in Bayern**

Der erstmalig 2012 erschienene Fischzustandsbericht bayerischer Fließgewässer fasst die Daten eines bayernweiten Fischmonitorings der Jahre 2004 bis 2011 zusammen und vergleicht die Daten mit Fischbestandserhebungen aus dem Zeitraum 1989 bis 1997. Heute sind noch rund 81 % der rund 80 heimischen Fischarten vorzufinden, 13 nicht heimische Arten sind zugewandert. In 87 % der Gewässerstrecken weichen die relativen Häufigkeiten von ungestörten, natürlichen Lebensgemeinschaften ab. Besonders betroffen sind solche Arten die über lange Distanzen im Gewässersystem wandern (Barbe, Nase). In 37 % der Strecken entspricht der Bestand nicht mehr der ursprünglichen Fischregion. Eine naturgemäße Fortpflanzung findet nur noch in 49 % der untersuchten Gewässerabschnitte statt. Die Bestände ausgewählter Indikatorarten haben zwischen 20 und 60 % abgenommen. Besonders betroffen sind Äsche, Nase, Aitel, Hasel, Rutte, Elritze und Koppe (LfL 2012).

### **3. Untersuchungsgebiet**

In den Befischungsjahren wurden in insgesamt 13 Abschnitten Erfassungen durchgeführt. Die Anzahl der untersuchten Strecken variierte zwischen den Jahren. Ebenso gab es zwischen den Jahren Abweichungen der Streckennomenklatur und der Streckenlängen (2001 und 2015). Diese wurden für den vorliegenden Bericht angepasst, was bei einer vergleichenden Sichtung der Jahresberichte zu berücksichtigen ist.

Das Untersuchungsgebiet enthält diverse morphologische Fließgewässerausprägungen. Die Abschnitte A bis C sind träge fließend, breit und flach. Es sind dichte Makrophytenbestände vorhanden. In den vergangenen Jahren hat sich der Bestand von einer Dominanz von *Ranunculus fluitans* hin zu *Elodea canadensis* verschoben. Das Substrat setzt sich aus Grobkies und Ablagerungen von Feinsubstrat in strömungsberuhigten Bereichen zusammen. Die Abschnitte D und E liegen in einer Mäanderkurve nördlich von Aschersdorf und weisen Wassertiefen bis rund 75 cm im Prallhang auf. Die Tiefen der Streckenabschnitte F und G variieren zwischen 50 und 100 cm, es findet sich eine große Anzahl von Verblockungen und kleineren Felsen, welche für eine ausgeprägte Strömungsvielfalt sorgen. Aufgrund starker Schubkräfte und Erosion sind nur sehr vereinzelt kleinflächige Vorkommen submerser Pflanzen vorhanden. Die Abschnitte H und J liegen nordöstlich von Altenmais. Hier schwankt die Gewässertiefe ebenfalls zwischen 50 und 100cm zwischen Furten und ausgekolkten Bereichen. Weiterhin sind kleinere Totholzansammlungen zu finden. In Abschnitt J befindet sich zudem ein kleines Altwasser, welches durch die Deposition von Feinmaterial geprägt ist. Die gewässermorphologische

Situation der Gewässerabschnitte M bis L geht aus den Jahresberichten nicht hervor. Sie liegen südwestlich von Meindlgrub. Die Lage der Strecken ist aus Abb. 1 zu entnehmen.

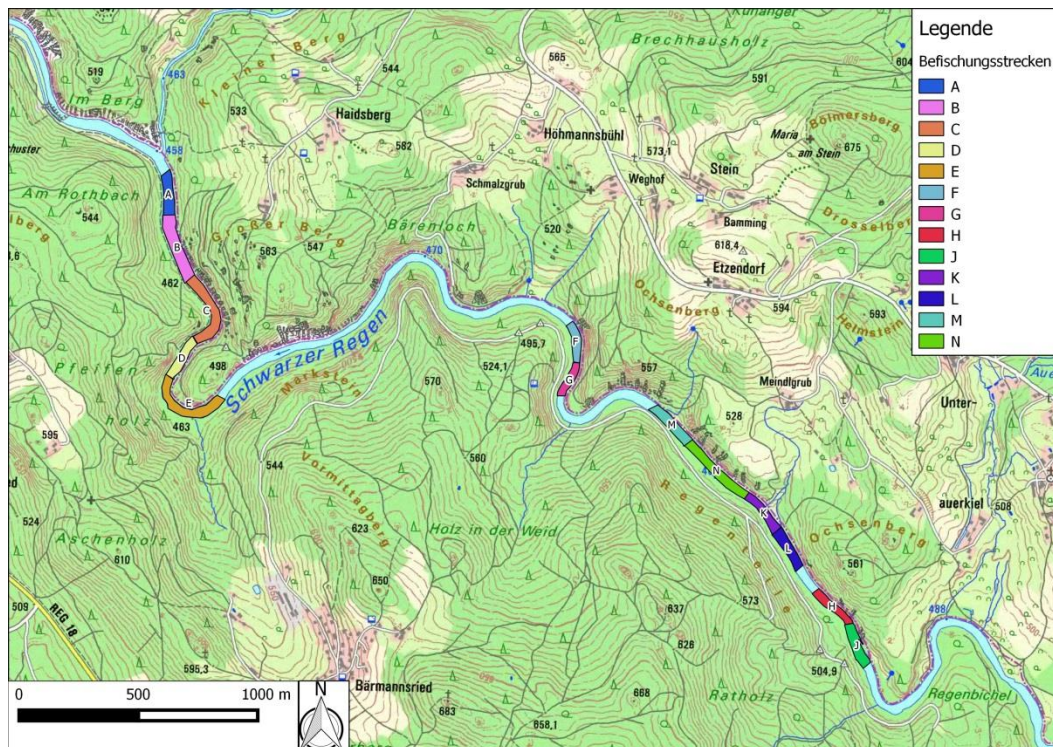


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet am Schwarzen Regen und Streckenabschnitte der Elektrofischung (1:15000).

#### 4. Methodik

Bei der Elektrofischerei kam ein 1,5 kW - Gerät (150-400/400-750 V) der Firma EFKO zum Einsatz. Beginnend etwa 100 m oberhalb der Rotbachmündung wurden circa 100 bis 300m lange Gewässerabschnitte watend stromaufwärts mit einer Handanode befischt. Stichprobenartig wurden Uferabschnitte und Gewässerabschnitte mit interessanten Strukturen wie beispielsweise hinter Verblockungen entstehende Totwasserzonen, Gumpen oder im Bereich von im Wasser liegendem Totholz untersucht. Die Art der Befischung kann als semiquantitativ angesehen werden. Die Befischungen wurden jeweils im Sommer durchgeführt (August, September).

Die gefangenen Fische wurden zur Artbestimmung und zum Vermessen für kurze Zeit in einem mit Wasser gefüllten Schlauchboot gehalten und anschließend wieder zurückgesetzt. Dabei wurde die Totallänge auf 1 cm genau ermittelt (TL). Zur Bestimmung der Fänge fand die gängige Bestimmungsliteratur Verwendung (Ahnelt 2008). Die Nomenklatur folgt Kottelat & Freyhof (2007). Die Einstufung der Gefährdung folgt Bohl et al. (2003).

Die Fischarten lassen sich hinsichtlich ihrer ökologischen Präferenzen und hinsichtlich ihres Habitattyps (Strömungsnische) in vier Gruppen einteilen (rheophil a, rheophil b, stagnophil, eurytop) (Schiemer et. al 1994). Für diese Einteilung spricht ebenfalls der Fischregionsindex (FRI). Der FRI für die Gesamtstrecke wurde über folgende Formel ermittelt:

$$FRI_{ges} = \frac{\sum \text{Häufigkeit Art } X * FRI \text{ der Art } X}{\text{Gesamtfang}}$$

Als Maß für die mittlere Mobilität eines Fischbestandes dient der Migrationsindex (MI). Dieser kann theoretisch Werte zwischen 1 (wenn ausschließlich über kurze Distanzen migrierende Arten auftreten) und 5 (wenn ausschließlich über lange Distanzen migrierende Arten auftreten) annehmen. Der MI wurde wie folgt berechnet:

$$MI = \frac{1 * N_k + 2 * N_{K-M} + 3 * N_M + 4 * N_{M-L} + 5 * N_L}{N_{ges}}$$

mit:  $N_k$  = Anzahl der Individuen mit Ortswechsel über kurze Distanzen (gemäß Gildeneinteilung);

$N_{K-M}$  = Anzahl der Individuen mit Ortswechseln über kurze bis mittlere Distanzen (gemäß Gildeneinteilung)

usw.

Zur Erfassung der Abundanz wurde der Fangerfolg pro Fläche ermittelt (Befischungsstrecke (m) \* Anodenlänge (m)). Zur Vergleichbarkeit zwischen den Jahren und um Fehlinterpretationen vorzubeugen, wurden nicht die mittleren Abundanzen der Einzelstrecken miteinander verglichen, sondern der Gesamtfang einer Art auf die Gesamtstrecke der in dem jeweiligen Jahr untersuchten Streckenabschnitte bezogen. Die statistische Auswertung wurde mittels Statgraphics XVII durchgeführt. Die Größenverteilung der Bachforellen und Äschen zwischen den Jahren wurde mittels Varianzanalyse (ANOVA) verglichen. Um herauszufinden welche Jahre sich signifikant unterscheiden wurde ein mehrfacher Mittelwertvergleich (95 % LSD Konfidenzintervalle) durchgeführt. Der Shannon-Index wurde mittels EstimateS 9.10 (Colwell 2013) berechnet. Dieser beschreibt die Vielfalt der betrachteten Daten unter Berücksichtigung der Artenzahl und der Abundanzen.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Chemisch physikalische Parameter

Die physikochemischen Parameter der Messstelle „Teisnach Pegel“ sind Tab. A1 des Anhangs zu entnehmen. Tab. 1 zeigt die Extremwerte für das Vorkommen der Äsche in bayerischen Fließgewässern an (entnommen aus Baars et al. 2000). Nur der Temperaturwert übersteigt den angegebenen Maximalwert, alle anderen erfassten Werte befinden sich im Toleranzbereich der Äsche.

**Tabelle 1: Extremwerte von chemisch/physikalischen Werten in bayerischen Äschengewässern und beobachtete Werte am Pegel Taisnach. u.N: Unter Nachweisgrenze.**

| Parameter               | Extremwerte von chemisch/physikalischen Parametern in Äschengewässern nach Baars et al. (2000) |        | Beobachtete Extremwerte im Schwarzen Regen (2007-2014) |         |
|-------------------------|--|--------|--|---------|
|                         | Minima   | Maxima | Minima   | Maxima  |
| Temperatur [°C]         | 0,1  | 18,6   | 0,2  | 18,7    |
| Leitfähigkeit [µS/cm]   | 53   | 1.107  | 60   | 175     |
| pH                      | 6,9  | 8,9    | 7  | 8,4     |
| Sauerstoffsättigung [%] | 70   | 152    | 95   | 112     |
| Sauerstoffgehalt [mg/l] | 6,7  | 16     | 8,5  | 13,8    |
| Gesamtgassättigung [%]  | 97   | 108    | -  | -       |
| SBV                     | 0,13   | 7,25   | -  | -       |
| CO2 [mg/l]              | 0,59   | 18,98  | -  | -       |
| Hydrogencarbonat [mg/l] | 5,1  | 431    | -  | -       |
| Ortho-Phosphat [mg/l]   | u.N.   | 1,7    | 0,04298  | 0,3377  |
| Ammonium [mg/l]         | u.N.   | 1,48   | 0,0129   | 0,3096  |
| Nitrit [mg/l]           | u.N.   | 0,35   | 0,0164   | 0,04592 |
| NPOC [mg/l]             | 1,05   | 11,8   | 1,8  | 11      |
| Bromid [mg/l]           | 0,1  | 14,7   | -  | -       |
| Chlorid [mg/l]          | 0,9  | 76,9   | 7  | 47      |
| Sulfat [mg/l]           | 3,6  | 282,3  | 3,6  | 4,9     |
| Fluorid [mg/l]          | u.N.   | 0,25   | -  | -       |
| Carbonat [mval/l]       | 0,11   | 7,21   | -  | -       |
| Kalium [mg/l]           | 0,1  | 5,71   | 1,1  | 1,5     |
| Natrium [mg/l]          | 0,9  | 41,3   | 5,9  | 8,7     |
| Calcium [mg/l]          | 4  | 140,7  | 6,8  | 7,9     |
| Magnesium [mg/l]        | 1,2  | 44     | 1,8  | 2,1     |

## 5.2 Gesamtfang, Gefährdung, Gilden

Die höchste Artenzahl wurde in den Jahren 2000, 2001, 2005, 2012 und 2015 nachgewiesen (Tab. 2). 2001 wurde ein Bachsaibling, 2002 eine Regenbogenforelle und ein Karpfen und in 2006 eine Regenbogenforelle nachgewiesen. Diese Arten sind ursprünglich gebietsfremd. Ihr Vorkommen ist auf früheren Besatz oder die Zuwanderung aus fischereilich bewirtschafteten benachbarten Fließstrecken zurück zu führen. In 2006 wurde einmalig ein Querder eines Neunauges (*Lampetra sp.*) und in 2012 und 2015 wurden erstmals auch Hechte nachgewiesen. Die geringste Artenzahl existierte in den Jahren 2002 und 2010 mit jeweils 9. Es wurden 4 Arten nachgewiesen die nach der Roten Liste gefährdeter Fische und Rundmäuler Bayerns als stark gefährdet eingestuft werden (Äsche, Nase, Neunauge und Schneider). Weiterhin wurden drei Arten (Huchen, Elritze und Barbe) die als gefährdet und 5 Arten (Bachforelle, Gründling, Hasel, Mühlkoppe und Bachschmerle) die auf der Vorwarnliste vermerkt sind registriert. Nicht alle dieser Arten wurden in jedem Jahr beobachtet (Tab. 2). Es kamen in allen Jahren primär Arten der rheophilen Gilde vor. Das Gros der Arten laicht auf Hartsubstraten und ist auf ein sauberes Lückenraumsystem angewiesen, damit Laich und Larven ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden. Die meisten der beobachteten Arten führt über den Lebenszyklus nur kurze Wanderungen durch. Lediglich die in sehr geringen Häufigkeiten beobachteten Arten Barbe, Huchen, Nase und Neunauge sind in ihrem Zyklus an mittlere bis lange Migrationen gebunden. Der Migrationsindex schwankte zwischen 1,0 und 1,1. Der Fischregionsindex (FRI) ergab Werte zwischen 4,5 (2000, 2010) und 4,9 (2006). Diese Werte beschreiben eine Fischgemeinschaft, wie sie für das Meta- (4) und Hyporhithral (5) typisch ist.

**Tabelle 2: Gesamtfang pro Untersuchungsjahr. Einteilung der Rheophilie, Reproduktion, Migration, Trophie und Fischregionsindex nach Dußling et al. 2009. Einteilung der Temperaturpräferenz nach Jungwirth et al. (2003) und des Gefährdungsstatus nach Bohl et al. (2003). 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste.**

| Dt. Name                | Wissenschaftl. Name            | Rheophilie | Temp. Präferenz | Reproduktion | Migration   | Trophie         | FRI  | S <sup>2</sup> FRI | RL D | RL By | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2005 | 2006 | 2008 | 2010 | 2012 | 2015 |
|-------------------------|--------------------------------|------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------|------|--------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Äsche                   | <i>Thymallus thymallus</i>     | rheophil   | oligo-steno     | lithophil    | kurz        | invertivor      | 4,92 | 0,45               | 3    | 2     | 47   | 43   | 52   | 96   | 81   | 77   | 164  | 12   | 30   | 10   |
| Bachsäbling             | <i>Salvelinus fontinalis</i>   | rheophil   | oligo-steno     | lithophil    | kurz        | invert-piscivor | 3,5  | 0,27               |      |       | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Bachforelle             | <i>Salmo trutta fario</i>      | rheophil   | oligo-steno     | lithophil    | kurz        | invert-piscivor | 3,75 | 0,57               | 3    | V     | 95   | 94   | 74   | 95   | 76   | 74   | 129  | 15   | 149  | 230  |
| Barbe                   | <i>Barbus barbus</i>           | rheophil   | meso-eyr        | lithophil    | mittel      | invertivor      | 6,08 | 0,45               | 2    | 3     | 6    | 7    | 0    | 21   | 7    | 8    | 0    | 0    | 3    | 1    |
| Döbel                   | <i>Squalius cephalus</i>       | rheophil   | meso-eyr        | lithophil    | kurz        | omnivor         | 5,83 | 1,24               |      |       | 1    | 1    | 5    | 2    | 13   | 15   | 7    | 1    | 1    | 45   |
| Elritze                 | <i>Phoxinus phoxinus</i>       | rheophil   | oligo-steno     | lithophil    | kurz        | invertivor      | 5    | 0,55               | 3    | 3     | 30   | 43   | 13   | 122  | 55   | 74   | 43   | 1    | 39   | 78   |
| Gründling               | <i>Gobio gobio</i>             | rheophil   | meso-eyr        | psammophil   | kurz        | invertivor      | 5,83 | 1,24               |      | V     | 7    | 5    | 1    | 0    | 4    | 0    | 3    | 1    | 10   | 31   |
| Hasel                   | <i>Leuciscus leuciscus</i>     | rheophil   | meso-eyr        | lithophil    | kurz        | omnivor         | 5,75 | 0,93               | 3    | V     | 2    | 0    | 0    | 0    | 10   | 0    | 1    | 1    | 2    | 3    |
| Hecht                   | <i>Esox lucius</i>             | indifferen | meso-eyr        | phytophil    | kurz        | piscivor        | 6,58 | 0,99               |      |       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 2    |
| Huchen                  | <i>Hucho hucho</i>             | rheophil   | oligo-steno     | lithophil    | mittel-lang | piscivor        | 5,67 | 0,24               | 1    | 3     | 3    | 7    | 7    | 14   | 7    | 8    | 21   | 1    | 3    | 5    |
| Karpfen                 | <i>Cyprinus carpio</i>         | indifferen | meso-eyr        | phytophil    | kurz        | omnivor         | 6,75 | 0,57               |      |       | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Mühlkoppe               | <i>Cottus gobio</i>            | rheophil   | oligo-steno     | speleophil   | kurz        | invertivor      | 4,17 | 1,24               | 2    | V     | 53   | 66   | 26   | 104  | 63   | 62   | 59   | 6    | 107  | 44   |
| Nase                    | <i>Chondrostoma nasus</i>      | rheophil   | meso-eyr        | lithophil    | mittel      | herbivor        | 5,83 | 0,33               | 2    | 2     | 0    | 0    | 0    | 3    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Regenbogenforelle       | <i>Oncorhynchus mykiss</i>     | rheophil   | oligo-steno     | lithophil    | kurz        | invert-piscivor | 4    | 0,73               |      |       | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Schmerle                | <i>Barbatula barbatula</i>     | rheophil   | meso-eyr        | psammophil   | kurz        | invertivor      | 5,25 | 0,93               | 3    | V     | 14   | 26   | 0    | 26   | 4    | 32   | 12   | 0    | 34   | 33   |
| Schneider               | <i>Alburnoides bipunctatus</i> | rheophil   | meso-eyr        | lithophil    | kurz        | invertivor      | 5,58 | 0,27               | 2    | 2     | 29   | 92   | 28   | 143  | 63   | 94   | 199  | 4    | 95   | 286  |
| Neunauge sp.            | <i>Lampetra cf. planeri</i>    | rheophil   | oligo-steno     | lithophil    | kurz-mittel | Filterierer     | 4,58 | 0,45               | 1    | 2     | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Artenzahl gesamt        |                                |            |                 |              |             |                 |      |                    |      |       | 12   | 12   | 8    | 10   | 12   | 10   | 10   | 9    | 12   | 12   |
| Fischregionsindex (FRI) |                                |            |                 |              |             |                 |      |                    |      |       | 4,5  | 4,7  | 4,6  | 4,9  | 4,8  | 4,9  | 4,9  | 4,5  | 4,6  | 4,9  |
| Migrationsindex (MI)    |                                |            |                 |              |             |                 |      |                    |      |       | 1,1  | 1,1  | 1,1  | 1,1  | 1,1  | 1,1  | 1,1  | 1,1  | 1,0  | 1,0  |

### 5.3 Biodiversität

Der Shannon-Index variierte über den Untersuchungszeitraum zwischen 1,49 (2006) und 2,02 (2003). Generell sind nur geringe Schwankungen der Biodiversität der Fischfauna zu verzeichnen. Es ist kein Trend über den Untersuchungszeitraum zu erkennen (Abb. 2).

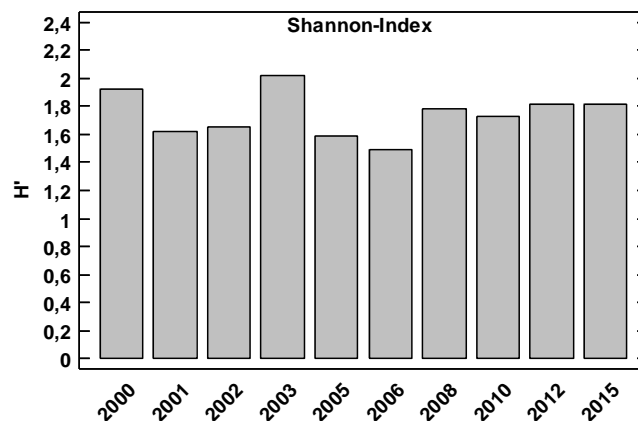
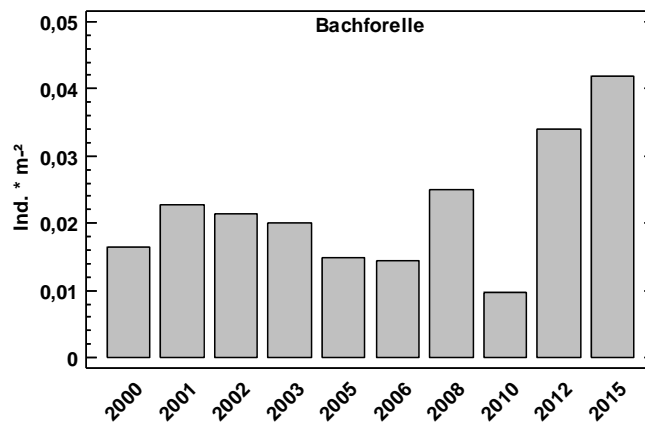
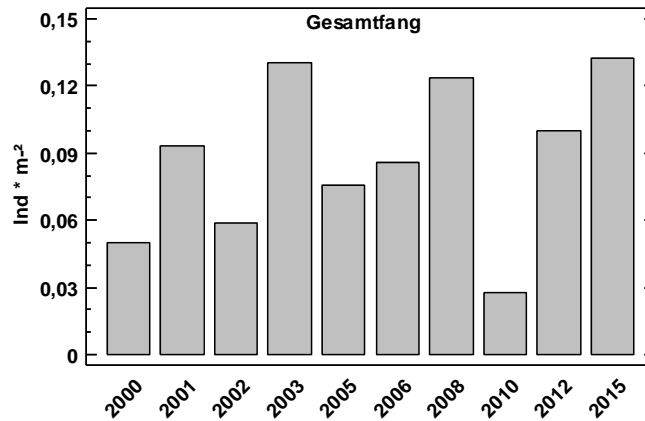


Abbildung 2: Shannon-Index (H') als Maß der Biodiversität der Fischfauna im Schwarzen Regen.

### 5.4 Abundanzen

Die höchsten Werte des Gesamtfangs wurden in den Jahren 2008 (0,123 Ind \*m<sup>-2</sup>), 2003 (0,130 Ind. \*m<sup>-2</sup>) und 2015 (0,132 Ind. \*m<sup>-2</sup>) erreicht. Der Gesamtfang zeigte keinen kontinuierlichen Trend über die Untersuchungsjahre. Zunächst stieg die Gesamtabundanz mit geringer Variabilität bis 2008 an, nahm für das Jahr 2010 den geringsten Wert von 0,027 Ind. \*m<sup>-2</sup> an und stieg folgend auf das beschriebene Höchstniveau in 2015 (Abb. 3). Die Abundanz der

Bachforelle war in den Jahren 2012 (0,034 Ind. \*m<sup>-2</sup>) und 2015 (0,042 Ind. \*m<sup>-2</sup>) deutlich am höchsten. Seit 2008, abgesehen von 2010 (siehe Diskussion), zeigte sich ein positiver Trend in der Bachforellendichte (Abb. 3). Im Jahr 2008 wurde die höchste Dichte der Äsche mit 0,032 Ind. \*m<sup>-2</sup> erfasst. In den direkten Folgejahren nahm die Abundanz sprunghaft ab und erreicht ihr Minimum in 2015 mit 0,002 Ind. \*m<sup>-2</sup> (Abb. 3).



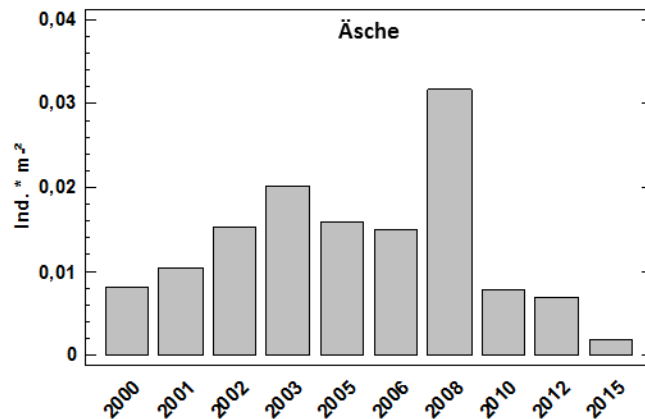


Abbildung 3: Fang pro Fläche (Ind. \* m<sup>-2</sup>) dargestellt für den Gesamtfang (oben), die Bachforelle (mittig) und die Äsche (unten).

### 5.5 Verhältnis der Salmonidenhäufigkeit

Nachdem die Äsche zwischen den Jahren 2000 bis 2004 im Verhältnis zu Huchen und Bachforelle zunahm und in den Jahren 2005 (50 %) und 2008 (52 %) eine Dominanz zeigte, ging diese Art seit 2010 sehr stark zurück und war 2015 nur noch mit 4 % vertreten. Das Verhältnis hatte sich in diesen Jahren stark zur Bachforelle verschoben. Diese stellte in den Jahren 2012 und 2015 jeweils 81 und 94 % der Salmoniden. Der Huchen war durchweg nur in geringen Mengenanteilen vertreten. Den höchsten Anteil erreichte er 2007 mit 8 % Anteil am gesamten Salmonidenvorkommen. In den Untersuchungsjahren, 2010, 2012 und 2015 nahm er Anteilige Werte vergleichbar mit denen zu Beginn der Untersuchungen in den Jahren 2000 bis 2003 an (Abb. 4).

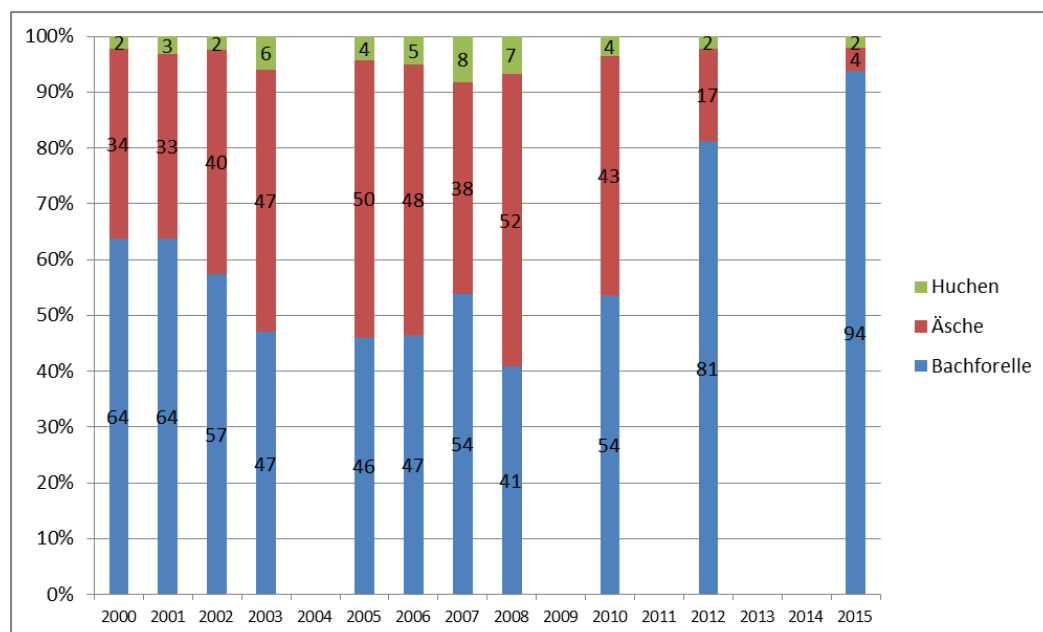
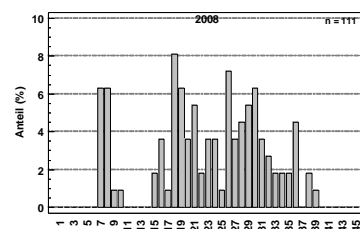
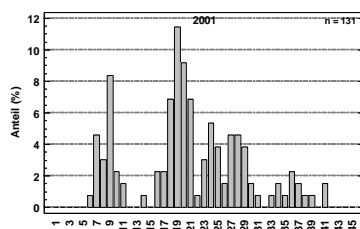
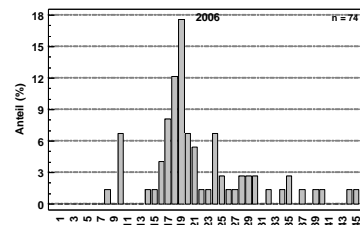
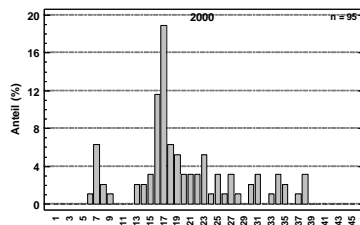


Abbildung 4: Prozentuale Anteile der Äsche, der Bachforelle und des Huchen an der Gesamtabundanz von Fischen der Familie Salmonidae im Schwarzen Regen im Zeitraum 2000 bis 2015. In den Jahren 2004, 2009, 2011, 2013 und 2014 fand keine Bestandserhebung durch den LBV statt.

## Größenstruktur der Forellen- und Äschengemeinschaft

Zwischen den Größenklassen (10 cm) der Bachforelle bestanden über die Untersuchungsjahre keine signifikanten Unterschiede in der Verteilung (ANOVA, F – Wert = 0,00;  $p > 0,05$ ). Für die Bachforelle wird anhand der Populationsstrukturen (Abb. 5) über die Untersuchungsjahre angenommen, dass einsömmerige Individuen dieser Art im Schwarzen Regen eine Größe von maximal etwa 14 cm erreichen. In den Jahren 2005 und 2006 betrug der Anteil von 0<sup>+</sup> - Individuen < 10 %. In den Jahren 2000, 2001, 2002, 2003, 2008 und 2012 betrug der Anteil < 30 %. In 2010 und 2015 lag der Anteil bei 40 und 36 %.

Die Größenverteilung (10 cm Klassen) der Äsche variiert nicht signifikant über die Untersuchungsjahre (ANOVA; F – Wert = 0, 00;  $p > 0,05$ ). Anhand der Größenverteilung wird für die vorliegende Studie davon ausgegangen, dass die Äsche im Schwarzen Regen im ersten Jahr bis maximal etwa 13 cm Körperlänge erreichen kann. Fische unter dieser Größe wurden als 0<sup>+</sup> - Individuen angenommen. Der Anteil an 0<sup>+</sup> - Individuen betrug in den Jahren 2000, 2001 und 2006 < 10 % am Gesamtbestand. In den Jahren 2002 und 2005 lag der Anteil bei < 30 %. In den Jahren 2003, 2008, 2010, 2012 und 2015 wurden mit 40 - 60 % vergleichsweise hohe Anteile an 0<sup>+</sup> - Individuen erfasst (Abb. 6).



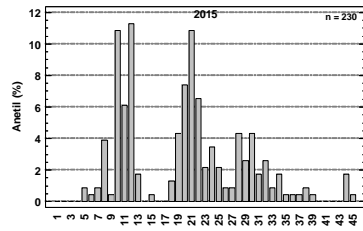
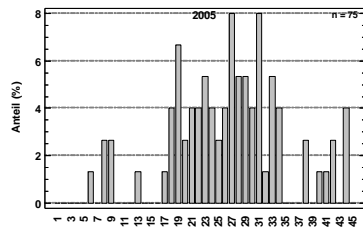
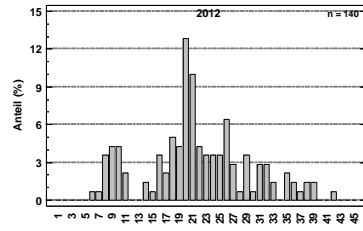
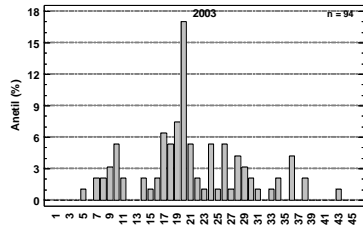
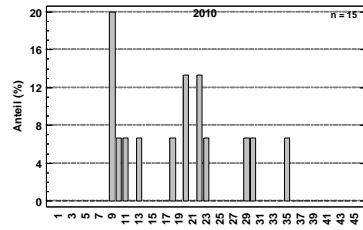
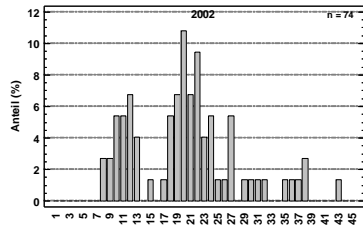
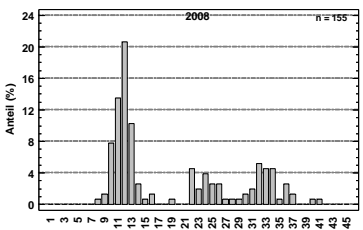
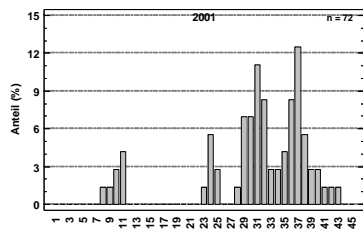
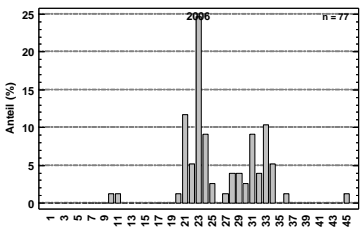
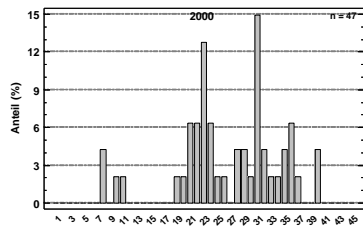


Abbildung 5: Prozentuelle Anteile der Größenklassen der Bachforelle im Schwarzen Regen.



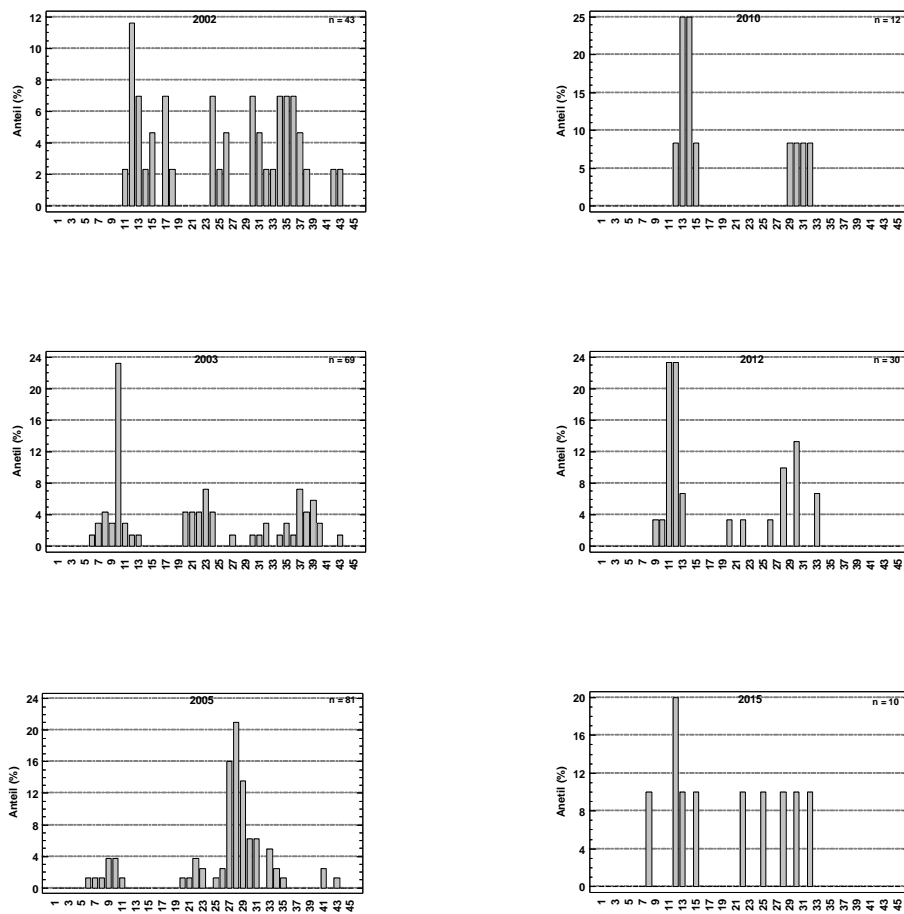


Abbildung 6: Prozentueller Anteil der Größenklassen der Äsche im Schwarzen Regen.

## 6. Diskussion

### 6.1 Gesamtfang, Gefährdung, Gilden

Die geringen Arten- und Individuenzahlen in den Jahren 2002 und 2010 sind auf schlechte Bedingungen für die Erfassung durch Elektrofischung zurückzuführen. In beiden Jahren sorgten erhöhte Abflüsse für einen geminderten Befischungserfolg. Einzelne Abschnitte konnten nicht gesamt oder auch gar nicht beprobt werden konnten.

Der Rückläufige Anteil an gewässeruntypischen Arten wie Regenbogenforelle, Bachsaibling und Karpfen zeigt, dass sich der Gewässerabschnitt hin zu einer naturnäheren Zönose entwickelt. Das zusätzliche Vorkommen des Hechtes in 2012 und 2015 ist aufgrund der noch sehr geringen Individuendichte aktuell als unproblematisch anzusehen. Er wird potentiell nur sehr wenige Bereiche des Gewässerabschnittes erfolgreich besiedeln können. Der Hecht ist durch seine eurytopen Eigenschaften zwar fähig den Umweltbedingungen Stand zu halten, doch wird sich sein Vorkommen wahrscheinlich auf strömungsberuhigte Gewässerabschnitte und Kehrströmungen begrenzen. Ob sich in den kommenden Jahren eine Vergrößerung der Hechtpopulation vollzieht, sollte beobachtet werden. Von einer gezielten Entnahme des Hechtes ist abzusehen,

um abschätzen zu können ab welcher Hechtdichte die Tragfähigkeit des Lebensraums erreicht wird. Diese Ergebnisse können auch interessante Ansätze für fischereilich bewirtschaftete Gewässer gleichen Typs liefern. Für den Schneider, die Koppe, die Elritze und die Schmerle stellt der Schwarze Regen ein Schlüsselhabitat dar.

Der Migrationsindex blieb über den untersuchungszeitraum weitestgehend unverändert. Der geringe Anteil an Individuen der migrierenden Gilden kann zwei Ursachen haben. Eine Option ist, dass sich die Arten zur Zeit der Untersuchungen im Spätsommer nicht in diesem Gebiet aufhielten. Da die generelle Habitatstruktur als auch das Nahrungsangebot subjektiv als sehr gut eingestuft werden kann, ist dies jedoch eher unwahrscheinlich. Die Ursache ist viel eher auf das Vorhandensein von Stauhaltungen unterhalb der betrachteten Strecke zurückzuführen (11 Querbauwerke vom Blaisbacher See bis zur hier betrachteten Strecke), welche eine natürliche Migration unterbinden und die geringe Abundanz oder das Fehlen dieser Arten bedingen. Es zeigt sich hierbei, dass besonders für den effektiven Schutz dieser Arten eine revier- oder streckenbezogene Bewirtschaftung (wie es durch die Vergabe von Fischereirechten auf kurzen Flussabschnitten üblich ist) nicht zielführend ist. Besonders für den Schutz typischer Flussfischarten wie Barbe, Nase und Huchen ist eine gesamtheitliche Betrachtung einer Flussgebietseinheit wie es innerhalb der Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRRL 2000) gehandhabt wird essentiell. Für die Fischereiwirtschaft ist es aus naturschutzfachlicher Sicht sinnvoll, dass, an diese Betrachtungsebene anlehnd, großräumig abgestimmte Bewirtschaftungskonzepte erarbeitet werden (siehe auch Holzer et al. 2004). Eine lineare Durchgängigkeit des gesamten Gewässers sollte unbedingt hergestellt werden.

## **6.2 Biodiversität**

Die Shannon-Werte zeigen, dass die Biodiversität der Strecke über die den Zeitraum der ausbleibenden fischereilichen Nutzung weitestgehend stabil geblieben ist. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Habitatqualität und die Nischendiversität, also die strukturelle Ausstattung des Gewässers, die Biodiversität determiniert. Weiterführend wäre es von großem Interesse aufzuzeigen, wie sich in diesem Gewässerabschnitt das Verhältnis von Zucht- und Wildfischpopulationen darstellt. Auch in diesem nicht bewirtschafteten Flussabschnitt ist davon auszugehen, dass eine Beeinträchtigung der autochthonen Fischbestände durch die früher ausgeübte Besatzpraxis und einwandernde Besatzfische aus Nachbarrevieren vorliegt. Als renommiertes Beispiel wären hier genetische Analysen der Bachforelle zu nutzen, um die Veränderung des Verhältnisses zwischen autochthonem und allochthonem Erbgutes durch die Unterlassung von Besatz in einem nicht bewirtschafteten Gewässerabschnitt aufzuzeigen. In dänischen Flüssen konnte gezeigt werden, dass sich nach einer Auslassung des Besatzes der Anteil an Wildfischen der Bachforelle am Gesamtbestand signifikant steigerte (Ruzzante et al. 2001).

## **6.3 Abundanz**

Die Gesamtdichte der Fische im Schwarzen Regen ist nach Übernahme des Fischereirechts im Jahr 2000 angestiegen und zeigt eine natürliche Fluktuation. Es wird angenommen, dass in den Jahren 2003, 2008 die

maximale Tragfähigkeit (carrying capacity) erreicht wurde. Die Schwankungen zwischen den Jahren sind auf veränderliche Umweltbedingungen zurückzuführen. Auch hier sind die Daten für das Jahr 2010 als nicht repräsentativ anzusehen.

Es zeigt sich, dass auch ohne Besatz eine positive Entwicklung des Forellenbestandes zu verzeichnen ist. Inwieweit die Zuwanderung aus bewirtschafteten angrenzenden Revieren hierfür verantwortlich ist, wird nur durch genetische Analysen zu beantworten sein. Die momentane Entwicklung lässt jedoch vermuten, dass die Habitatverfügbarkeit für alle Lebensstadien der Bachforelle ausreichend ist, um eine sich selbst erhaltende „Wildfischpopulation“ aufrecht zu erhalten.

Die Bestände der Äsche sind seit 2008 stark rückläufig. Aus dem Set der vorliegenden Messwerte der physikochemischen Werte des Schwarzen Regens im Vergleich mit den Toleranzbereichen der Äsche (Tab. 1), kommt nur die Maximaltemperatur in den Sommermonaten als limitierender Faktor in Frage. Die hohen Sommermaxima sind auf die Stauhaltungen im Schwarzen Regen zurückzuführen. Durch eine längere Aufenthaltszeit und eine streckenweise geminderte Strömung erwärmt sich das Wasser stärker als es für ein freifließendes Gewässer natürlich wäre. Alle weiteren untersuchten Werte liegen im Toleranzbereich. Eine weitere Ursache für den Einbruch des Äschenbestandes könnte eine Kolmation des Lückenraumsystems durch einen Wehrbruch oberhalb der Strecke im August 2007 mit der einhergehenden Abschwemmung einer großen Menge an Feinmaterial sein. Eine Untersuchung der Äschenlaichplätze ist anzustreben. Potentielle Habitate (passende Wassertiefe und Korngrößendurchmesser) sollten auf ihren Zustand des Lückenraumsystems untersucht werden. Eine denkbare Maßnahme nach weitergehender Analyse könnte die Verbesserung der Laichhabitate durch Säuberung des Interstitials mittels Umlagerung sein. Schotterbänke stellen für 0+ - Äschen essentielle Schlüsselhabitate dar (Kaufmann et al. 1991). Ein nicht zu vernachlässigender Faktor ist Prädation. Speziell für die Äschenregion können Kormoran und Gänsesäger Fischpopulationen langfristig dezimieren. Dies betrifft besonders Gewässerbereiche in denen sich Fische zeitweise Ansammeln (Wintereinstände, Laichplätze) (LfL 2012). Der Rückgang der Äsche zeigt sich natürlich auch im Verhältnis der Salmonidenhäufigkeiten. Die Bachforelle ist in 2012 und 2015 besonders dominant. Direkte Konkurrenzphänomäne zwischen diesen beiden Arten sind weitestgehend zu vernachlässigen, da zwischen diesen eine ausgeprägte Nischensegregation besteht. Äschen besiedeln tiefere und uferfernere Bereich und mit geringerer Strukturbindung als Bachforellen (Greenberg et al. 1996).

#### **6.4 Populationsaufbau**

Der Populationsaufbau der Bachforelle ist für alle Untersuchungsjahre, außer 2010 und 2015, als unnatürlich einzustufen ( $0^+ < 30\%$  an Gesamtbestand). Insgesamt fluktuierten die Anteile des ersten Jahrganges zwischen 8 und 40 % an der Gesamtpopulation. Im Vergleich zu einer Studie an der österreichischen Ybbs sind die von uns beobachteten Fluktuationen der  $0^+$  - Kohorte zwischen den Jahren ähnlich. Innerhalb von 11 Jahren Beobachtungszeitraum schwankten dort die Anteile der  $0^+$ - Kohorte zwischen 5,6 bis 66,4 % an der

Gesamtpopulation (Unfer et al. 2011). Als bestimmende Faktoren konnten dort hydrologische Aspekte identifiziert werden. Hohe Abflüsse vor und während der Laichperiode sorgen für starke Jahrgänge, wohingegen hohe Abflüsse während der Inkubationszeit und des Schlupfes für geringen Nachwuchs ausschlaggebend waren. Als Gründe für letzteres werden die mechanische Verletzung der Eier oder der frisch geschlüpften Larven genannt (Unfer et al. 2011). Um detaillierte Aussagen zu den Fluktuationen des Reproduktionserfolges treffen zu können sind weiterführende Analysen unter Einbezug der Hydrologie und der physiko-chemischen Faktoren als auch eine genaue Datierung des Laichzeitraums der Bachforelle im Schwarzen Regen empfehlenswert.

Der Populationsaufbau der Äsche ist für 2003, 2008, 2010, 2012 und 2015 als natürlich einzustufen, da der Anteil an einsömmerigen Individuen bei über 30 % lag. Für die restlichen Jahre ist die Populationsstruktur als unnatürlich zu klassifizieren. Besonders in den ersten Untersuchungsjahren 2000 und 2001 waren nur sehr geringe Anteile der 0<sup>+</sup> - Kohorte registriert.

## **7. Ausblick/Fazit**

Der Schwarze Regen sollte auch in den kommenden Jahren weiterhin in regelmäßigen Abständen fischökologisch untersucht werden, um allgemeine Aussagen über die Entwicklung einer Fließstrecke ohne fischereiliche Bewirtschaftung treffen zu können. Weiterhin wäre es interessant zu untersuchen, inwieweit sich die genetische Diversität der Bachforelle hin zu einer Wildpopulation verschiebt. Autochthone Forellenbestände sind durch ihre spezifische Anpassung an das jeweilige Gewässersystem besonders Schützenswert und sind von übergeordneter Bedeutung für die genetische Diversität dieser äußerst anpassungsfähigen Art.

Besonderes Augenmerk sollte in Zukunft auf das Vorkommen und die Bestandsentwicklung der Äsche gelegt werden. Besonders unter dem Hintergrund der bayernweiten Gefährdung sollten Ursachen exakt ermittelt und ein auf den Schwarzen Regen angepasstes Hilfsprogramm entwickelt werden.

Allgemein kann festgehalten werden, dass der Schwarze Regen bei Taisnach ein Refugium für eine große Anzahl geschützter Fischarten darstellt.

## 8. Literatur

- Ahnelt, H. (2008). Bestimmungsschlüssel für die in Österreich vorkommenden Fische.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2012). LfL-Information. Fischzustandsbericht 2012.
- Bohl, E., Kleisinger, H., & Leuner, E. (2003). Rote Liste gefährdeter Fische (Pisces) und Rundmäuler (Cyclostomata) Bayerns. *Bayerische Landesanstalt für Umweltschutz*.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS*, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).
- Dußling, U. (2009). Handbuch zu fiBS. *Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler eV*, (15), 1-72.
- Ebel, G. (2000). *Habitatsprüche und Verhaltensmuster der Äsche Thymallus thymallus (LINNAEUS, 1758): ökologische Grundlagen für den Schutz einer gefährdeten Fischart*. Ebel, Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie.
- Greenberg, L., Svendsen, P., & Harby, A. (1996). Availability of microhabitats and their use by brown trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in the River Vojmån, Sweden. *Regulated Rivers: Research & Management*, 12(2-3), 287-303.
- Holzer, G., Unfer, G., & Hinterhofer, M. (2004). Gedanken und Vorschläge zu eine neuorientierung der fischereilichen bewirtschaftung österreichischer Salmonidengewässer. *Österreichs Fischerei*, 57, 232-248.
- Jungwirth, M., Haidvogel, G., Moog, O., Muhar, S., & Schmutz, S. (2003). *Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. p552; Facultas Universitätsverlag, Wien*. ISBN 3-8252-2113-X.
- Kaufmann, T., Muhar, S., Raderbauer, J., Rathschuler, O., Schmutz, S., Waidbacher, H. & Zauner, G. (1991). Fischökologische Studie Mur. Universität für Bodenkultur, Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Wien, 104pp.
- Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat.WRRL
- Ruzzante, D. E., Hansen, M. M., & Meldrup, D. (2001). Distribution of individual inbreeding coefficients, relatedness and influence of stocking on native anadromous brown trout (*Salmo trutta*) population structure. *Molecular Ecology*, 10(9), 2107-2128.
- Scheuring, L. (1949). Die Wanderungen unserer Flußfische. *Öst. Fischerei*, 12, 261-268.
- Schmutz, S., Kaufmann, M., Vogel, B., Jungwirth, M., & Muhar, S. (2000). *A multi-level concept for fish-based, river-type-specific assessment of ecological integrity* (pp. 279-289). Springer Netherlands.

# Anhang

Tabelle A1: Physikochemische Werte des Schwarzen Regen an der Messstelle "Taisnach Pegel"

| Probenehmedatum     | Lufttemp [°C] | W/T Vor [°C] | Lufttemp [°C] | UF (20°C) [µs/cm] | pH-Wert (vor Ort) | O2 gel [mg/l] | CO2 Sätt [%] | BRS5 [mg/l] | Abf Stoffe [mg/l] | Chlorid [mg/l] | NH4-N [mg/l] | NO3-N [mg/l] | o-PO4-P [mg/l] | Pers [mg/l] | TOC [mg/l] | DOC [mg/l] | Chlorophyll a [µg/l] | Phenole [mg/l] | SPAK [µg/l] | Ca gelöst [mg/l] | Fe gelöst [mg/l] | K gelöst [mg/l] | KS 4.3 [mmol/l] | Mg gelöst [mg/l] | Mn gelöst [mg/l] | Ni gelöst [mg/l] | NO2-N [mg/l] | SO4 [mg/l] |
|---------------------|---------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|--------------|-------------|-------------------|----------------|--------------|--------------|----------------|-------------|------------|------------|----------------------|----------------|-------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|--------------|------------|
| 17.01.2007 15:15:00 | 3             | 3,9          | 7,5           | 7,3               | 12,2              | 9,2           | 2,2          | <3          | <3                | 11             | 0,94         | 1,2          | 0,06           | 0,04        | 2,6        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 21.02.2007 14:00:00 | 6             | 4,8          | 8,2           | 7,4               | 12,8              | 10,6          | 2,1          | <3          | <3                | 12             | 0,94         | 1,4          | 0,04           | 0,04        | 2,5        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 22.03.2007 09:00:00 | 1,9           | 3,9          | 8,1           | 7,3               | 12,3              | 10,1          | 1,9          | <3          | <3                | 13             | 0,95         | 1,3          | 0,017          | 0,033       | 2,4        |            |                      | 2              |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 15.05.2007 14:45:00 | 16            | 14,2         | 8,7           | 8                 | 10,2              | 10,7          | 1,6          | <3          | <3                | 14             | 0,92         | 1,0          | 0,024          | 0,045       | 2,1        |            |                      | 2              |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 23.07.2007 12:45:00 | 22            | 17,3         | 6,5           | 7,4               | 9,3               | 10,4          | 2            | 5           | 8                 | 0,95           | 0,9          | 0,047        | 0,12           | 1,4         |            |            | 2                    |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 02.10.2007 14:00:00 | 17            | 11,5         | 7,5           | 7,6               | 11                | 10,8          | 1,2          | <3          | <3                | 10             | 0,92         | 1,0          | 0,022          | 0,052       | 3,6        |            |                      | 2              |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 31.10.2007 09:30:00 | 8             | 6,7          | 8,4           | 7,4               | 11,7              | 10,2          | 1,5          | <3          | <3                | 11             | 0,92         | 1,1          | 0,026          | 0,047       | 2,5        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 26.11.2007 13:15:00 | 2             | 3,1          | 9,0           | 7,3               | 12,7              | 10,1          | 2,1          | <3          | <3                | 14             | 0,94         | 1,1          | 0,029          | 0,051       | 3,7        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 23.01.2008 14:15:00 | 1             | 3,2          | 7,6           | 7,1               | 12,2              | 10,3          | 2,4          | 4           | 4                 | 13             | 0,947        | 1,0          | 0,021          |             | 5,4        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 25.02.2008 14:00:00 | 8             | 4,4          | 7,7           | 7,5               | 11,9              | 10,3          | 2,7          | <3          | <3                | 12             | 0,93         | 1,2          | 0,019          | 0,033       | 2,8        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 11.03.2008 14:00:00 | 13            | 5,7          | 6,9           | 7,2               | 11,7              | 10,2          | 2,1          | <3          | <3                | 10             | 0,94         | 1,2          | 0,017          | 0,029       | 2,3        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 15.04.2008 14:15:00 | 12            | 8,6          | 7,1           | 7,5               | 11,1              | 10,4          | 1,7          | <3          | <3                | 12             | 0,94         | 1,0          | 0,014          | 0,026       | 2,3        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 05.06.2008 08:30:00 | 10            | 14,6         | 9,0           | 7,4               | 9,2               | 9,8           | 2,8          | 8           | 8                 | 12             | 0,95         | 1,0          | 0,038          | 0,091       | 3,2        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 23.07.2008 09:15:00 | 15            | 12,4         | 7,9           | 7,4               | 10                | 9,9           | 1,1          | 14          | 11                | 11             | 0,95         | 1,0          | 0,045          | 0,084       | 5,3        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 24.09.2008 15:00:00 | 12            | 5,6          | 9,6           | 7,9               | 12,5              | 10,5          | 1,4          | <3          | <3                | 14             | 0,92         | 1,3          | 0,038          | 0,091       | 2,1        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 26.11.2008 14:45:00 | 3             | 2,9          | 9,2           | 7,4               | 11,9              | 10,2          | 2,1          | <3          | <3                | 25             | 0,92         | 1,3          | 0,028          | 0,042       | 3,1        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 20.01.2009 09:15:00 | 4             | 0,8          | 10,5          | 7,1               | 12,5              | 9,6           | 1,9          | <3          | <3                | 20             | 0,94         | 1,5          | 0,057          | 0,075       | 2,4        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 03.03.2009 13:15:00 | 6             | 0,9          | 17,5          | 7,2               | 12,7              | 9,7           | 3            | 7           | 7                 | 42             | 0,24         | 1,8          | 0,044          | 0,094       | 5          |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 29.04.2009 09:15:00 | 10            | 10,4         | 6,0           | 7,1               | 10,2              | 9,8           | 1,4          | <3          | <3                | 9              | 0,94         | 1,0          | 0,017          | 0,04        | 3,3        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 02.07.2009 14:45:00 | 26            | 17           | 6,6           | 7,6               | 9                 | 10,2          | 1,1          | 6           | 9                 | 0,92           | 0,8          | 0,024        | 0,063          | 7,6         |            |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 05.08.2009 11:30:00 | 20            | 15,2         | 6,9           | 7,4               | 9,7               | 10,2          | 1,6          | <3          | <3                | 10             | 0,93         | 0,9          | 0,04           | 0,077       | 6,9        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 08.09.2009 14:30:00 | 15            | 13,9         | 8,7           | 7,6               | 10,1              | 10,3          | 1            | 3           | 13                | 0,91           | 1,0          | 0,034        | 0,054          | 3,2         |            |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 28.10.2009 11:45:00 | 13            | 8,8          | 8,3           | 7,5               | 11,2              | 10,1          | 1,2          | <3          | <3                | 13             | 0,92         | 1,2          | 0,04           | 0,059       | 3,6        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 19.11.2009 15:30:00 | 5             | 7,1          | 8,0           | 7,5               | 11,6              | 10,1          | 1,5          | <3          | <3                | 11             | 0,92         | 1,1          | 0,031          | 0,059       | 4,6        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 01.12.2009 13:45:00 | 5             | 5,4          | 7,9           | 7,4               | 11,8              | 10,2          | 1,5          | <3          | <3                | 12             | 0,93         | 1,3          | 0,026          | 0,04        | 3,1        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 19.01.2010 15:15:00 | 2             | 1,3          | 10,2          | 7,4               | 13                | 9,9           | 2,1          | <3          | <3                | 20             | 0,22         | 1,3          | 0,038          | 0,12        | 2,2        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 18.02.2010 15:45:00 | 3             | 1            | 10,0          | 7,4               | 13,1              | 10,1          | 2,5          | <3          | <3                | 17             | 0,21         | 1,5          | 0,04           | 0,052       | 2,2        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 17.03.2010 14:45:00 | 6             | 4,2          | 17,5          | 7,5               | 12,5              | 10,3          | 2,4          | <3          | <3                | 47             | 0,19         | 1,5          | 0,031          | 0,058       | 2,7        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 06.05.2010 09:15:00 | 10            | 9,1          | 7,4           | 7,5               | 10,7              | 10,1          | 1,2          | <3          | <3                | 12             | 0,92         | 0,9          | 0,021          | 0,04        | 3,6        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 31.05.2010 11:15:00 | 7             | 11,5         | 8,3           | 7,4               | 9,9               | 9,7           | 2,9          | 16          | 16                | 12             | 0,96         | 0,9          | 0,046          | 0,16        | 4,9        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 21.07.2010 10:15:00 | 24            | 17,7         | 9,9           | 7,5               | 8,9               | 10,2          | 1,5          | <3          | <3                | 14             | 0,94         | 1,3          | 0,065          | 0,16        | 9,7        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 20.09.2010 15:00    | 6             | 8,5          | 8,1           | 7,2               | 10,8              | 9,7           | 1            | <3          | <3                | 11             | 0,92         | 1,2          | 0,028          | 0,058       | 2,6        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 23.11.2010 09:35:00 | 3             | 4,8          | 8,4           | 7,3               | 11,5              | 9,6           | 2,5          | <3          | <3                | 17             | 0,95         | 1,3          | 0,029          | 0,046       | 3,9        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 17.01.2011 09:15:00 | 1             | 3,3          | 8,0           | 7,1               | 12,4              | 9,8           | <1,0         | <3          | <3                | 14             | 0,95         | 1,4          | 0,014          | 0,043       | 3,8        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 03.03.2011 08:45:00 | 1             | 1,2          | 8,9           | 7,1               | 13                | 9,6           | <1,0         | <3          | <3                | 15             | 0,10         | 1,0          | 0,028          | 0,039       | 1,9        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 26.04.2011 11:15:00 | 14            | 9,9          | 8,3           | 7                 | 11                | 10,4          | 1            | 4           | 3                 | 13             | 0,93         | 1,2          | 0,026          | 0,044       | 1,8        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 08.06.2011 09:00:00 | 19            | 17,4         | 9,7           | 7,4               | 8,5               | 9,5           | 1            | 3           | 15                | 0,96           | 1,1          | 0,041        | 0,077          | 3,2         |            |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 20.07.2011 14:00:00 | 14            | 15           | 8,8           | 7,4               | 9,3               | 9,9           | 2            | 9           | 12                | 0,97           | 1,0          | 0,048        | 0,11           | 7,5         |            |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 02.08.2011 09:15:00 | 16            | 13,2         | 7,9           | 7,5               | 9,8               | 9,9           | <1,0         | <3          | <3                | 11             | 0,92         | 1,0          | 0,034          | 0,054       | 5,5        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 28.09.2011 11:45:00 | 13            | 11           | 9,0           | 7,5               | 10,6              | 10,2          | 1,1          | <3          | <3                | 14             | 0,91         | 1,2          | 0,029          | 0,046       | 2,8        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 17.10.2011 00:00:00 | 11            | 6,9          | 7,6           | 7,3               | 11,7              | 10,2          | 1,1          | <3          | <3                | 11             | 0,92         | 1,1          | 0,018          | 0,029       | 4,9        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 14.11.2011 13:45:00 | 2             | 2,2          | 8,5           | 7,5               | 13,4              | 10,3          | 1,2          | <3          | <3                | 12             | 0,92         | 1,3          | 0,022          | 0,032       | 1,9        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 05.12.2011 14:15:00 | 4             | 6            | 8,4           | 7,4               | 11,2              | 9,7           | 3,6          | 25          | 12                | 10             | 0,14         | 1,0          | 0,11           | 0,27        | 1,0        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 16.01.2012 14:00:00 | -1            | 1,3          | 9,9           | 7,4               | 13,8              | 10,3          | 1,2          | <3          | <3                | 18             | 0,07         | 1,5          | 0,024          | 0,044       | 2,9        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 09.02.2012 11:30:00 | -10           | 0,5          | 9,1           | 7,3               | 13,5              | 9,9           | 1,7          | <3          | <3                | 15             | 0,16         | 1,4          | 0,027          | 0,036       | 2,3        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 06.03.2012 13:15:00 | 3             | 3,1          | 9,4           | 7,2               | 12,8              | 10,1          | 1,2          | <3          | <3                | 17             | 0,09         | 1,3          | 0,021          | 0,045       | 3,1        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 25.04.2012 00:00:00 | 9             | 7,2          | 6,4           | 7,2               | 11,3              | 10,0          | 1,3          | <3          | <3                | 13             | 0,09         | 1,0          | 0,017          | 0,029       | 2,6        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 23.05.2012 15:00:00 | 22            | 17           | 8,1           | 8,4               | 10,2              | 11,2          | 1,4          | 3           | 3                 | 10             | 0,92         | 1,0          | 0,019          | 0,033       | 2,7        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 12.06.2012 00:00:00 | 14            | 12,1         | 7,5           | 7,4               | 9,9               | 10,0          | 1            | 4           | 11                | 0,92           | 1,0          | 0,028        | 0,057          | 6,2         |            |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 18.07.2012 09:00:00 | 14            | 12,4         | 6,9           | 7,3               | 10                | 9,9           | 0,9          | 3           | 10                | 0,94           | 0,9          | 0,928        | 0,052          | 6           |            |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 20.09.2012 14:00:00 | 9             | 12,2         | 8,7           | 7,6               | 10,4              | 10,3          | 1,2          | 3           | 13                | 0,92           | 1,1          | 0,024        | 0,051          | 3,4         |            |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 22.10.2012 00:00:00 | 10            | 9            | 8,9           | 7,5               | 11,4              | 10,4          | 1,1          | <3          | <3                | 13             | 0,92         | 1,1          | 0,028          | 0,044       | 2,2        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 15.11.2012 13:00:00 | 1             | 4,1          | 8,4           | 7,4               | 12,2              | 9,9           | 0,8          | <3          | <3                | 12             | 0,96         | 1,2          | 0,026          | 0,035       | 2,6        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 10.12.2012 13:00:00 | 1             | 0,2          | 10,0          | 7,3               | 13,2              | 9,8           | 1,3          | 20          | 20                | 10             | 0,14         | 1,4          | 0,038          | 0,05        | 2,1        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 16.01.2013 13:00:00 | 0             | 2,2          | 8,4           | 7,2               | 12,3              | 9,8           | 1,1          | <3          | <3                | 7              | 0,99         | 1,3          | 0,017          | 0,028       | 2,6        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 07.02.2013 00:00:00 | 1             | 2,6          | 10,0          | 7,2               | 12,2              | 9,7           | 0,8          | 3           | 20                | 0,98           | 1,2          | 0,019        | 0,037          | 3,5         |            |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 27.03.2013 09:30:00 | 0             | 0,6          | 9,2           | 7,4               | 13,3              | 10,0          | 0,8          | <3          | <3                | 16             | 0,09         | 1,3          | 0,015          | 0,026       | 2,5        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 08.04.2013 00:00:00 | 12            | 5,2          | 8,7           | 7,6               | 12,4              | 10,5          | 1,2          | <3          | <3                | 14             | 0,03         | 1,2          | 0,019          | 0,032       | 1,2        |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |
| 23.05.2013 12:30:00 | 12            | 10,4         | 7,9           | 7,5               | 10,6              | 10,2          | 1,8          | 3           | 12                | 0,95           | 0,9          |              |                |             |            |            |                      |                |             |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                  |              |            |