

Mainzer naturwiss. Archiv	56	S. 127–149	8 Abb., 16 Tab.	Mainz 2019
---------------------------	----	------------	-----------------	------------

Entwicklung einer Auenlandschaft nach Renaturierung des Gonsbachs in Mainz in den Jahren 2014 bis 2018

ALBERT OESAU

Kurzfassung

Nach der Anlage des Renaturierungsgebietes am Gonsbach in Mainz in den Jahren 2013 und 2014 erfolgte bis zum Jahre 2018 eine jährliche Bestandsaufnahme der Vegetation, um die Entwicklung zu einer Auenlandschaft zu dokumentieren. Auf feuchten Böden am Gonsbach entwickelte sich ein Silberweiden-Auengehölz. Die höher und damit trockener gelegenen bachbegleitenden Brachen enthielten bisher nur Fragmente aus den pflanzensoziologischen Klassen der Stellarietea, Artemisietea und Agropyretea. Auf trockenen Kalkflugsanden haben sich neben Ubiquisten bisher nur wenige Vertreter von Sand- und Felsrasen (Sedo-Scleranthetea) eingestellt. Bodenuntersuchungen ergaben mit Ausnahme des Gebietes der Kalkflugsande sehr hohe Nährstoffgehalte. In den Untersuchungsjahren stellte sich eine beeindruckende Artenanzahl von insgesamt 364 ein. Dieser Wert ist im Verhältnis zur Gesamtfläche von 6 ha als sehr hoch einzustufen. Die Anzahl der Arten hing bedeutend vom Alter der Renaturierungsfläche ab. Sie erreichte ihren Höhepunkt 2-3 Jahre nach dem Beginn der Sukzession (239 Arten) und sank bis zum Ende der Untersuchung auf 214 Arten. Ein weiterer Rückgang ist zu erwarten. An bemerkenswerten Rote-Liste-Arten traten periodisch *Helosciadium nodiflorum*, *Equisetum ramosissimum*, *Schoenoplectus tabernaemontani* und *Veronica spicata* auf.

Abstract

Development of the wetlands along the “Gonsbach” creek (Mainz, Rhineland-Palatinate, Germany) after renaturation between 2014 and 2018

After renaturation of the “Gonsbach” creek area to almost natural conditions from 2013 to 2014 the vegetation development was investigated on an annual basis until 2018, in order to document the development of the wetlands. A white willow flood plain forest developed on the humid soils along the creek. Adjacent higher riverine fallows were drier and therefore covered with fragments of the phytosociological classes Stellarietea, Artemisietea, and Agropyretea. Beside ubiquitous species, only few representatives of calcareous sandy soils communities (Sedo-Scleranthetea) were found. Soil analysis showed a rich nutrient supply, except for the calcareous sandy soils. 364 phanerogams were detected during the investigation period, which is a rather high species number considering the small investigation area of only 6 ha. Biodiversity was substantially dependent on the age of the restored area. The peak value (239 species) was reached 2-3 years after beginning of succession. Later on it decreased to a minimum number of 214 species. A continuing decline is expectable. Remarkable Red Data Book species were *Helosciadium nodiflorum*, *Equisetum ramosissimum*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, and *Veronica spicata*.

Key words

Renaturation, Gonsbach Creek near Mainz, development of wetlands, Red Data Book species

1. Einleitung

In dicht besiedelten und agrarisch intensiv genutzten Gebieten ist zunehmend ein fortschreitender Verlust an naturnahen Ökosystemen mit hoher biologischer Vielfalt zu verzeichnen. Seit einigen Jahrzehnten rückt daher die Neuschaffung oder Wiederherstellung gefährdeter Lebensräume und Lebensgemeinschaften zunehmend in den Mittelpunkt (HÖLZEL et al. 2016). Eines der Konzepte zur Renaturierung von Ökosystemen stellt die Europäische Wasserrahmenrichtlinie dar, die im Jahre 2000 in Kraft getreten ist (EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFTEN 2000). Sie verpflichtet die EU-Mitgliedstaaten bis 2015 einen guten Zustand ihrer Gewässer zu erreichen. Die Stadt Mainz startete im Frühjahr 2013 Arbeiten zur Renaturierung des Gonsbachs im Landschaftsschutzgebiet Gonsbachtal, womit nicht nur rechtliche Vorgaben erfüllt werden sollten, sondern auch „eine große Steigerung der Artenvielfalt“ erwartet wurde (STADTVERWALTUNG MAINZ 2013). Wie verschiedenlich beobachtet, nimmt die Diversi-

tät in den ersten Jahren mit fortschreitender Sukzession zu (OESAU 2012, 2018b). Dies war auch im Gonsbachtal zu erwarten, da durch ein neues aquatisches Ökosystem mit der Anlage offener Böden nicht nur Saatgutbestände aus der Samenbank des Bodens zur Keimung angeregt wurden, sondern sich auch eine Vielzahl von Pionierpflanzen ansiedeln konnte. Dabei stellt sich auch die Frage nach der Langfristigkeit der Artenvielfalt. Im Folgenden wird nicht nur die Hypothese einer „großen Steigerung der Artenvielfalt“ im Gonsbachtal untersucht, sondern es werden auch Daten einer längerfristigen Entwicklung der Vegetation zu einer Auenlandschaft zur Beantwortung dieser Frage zusammengetragen.

2. Das Untersuchungsgebiet

Der Gonsbach entsteht im Stadtteil Mainz-Finthen bei einer Quelhöhe von ca. 148 m ü. NN. Nach einer Laufstrecke von 9,8 km mündet er bei einer Höhe von 93 m ü. NN in den Rhein. Das Renaturierungsgebiet ent-



Abb. 1: Der Gonsbach im vorgestalteten Gerinnebett im ersten Jahr der Untersuchung (Foto: A. OESAU, 15.06.2014).

Tabelle 1: Jahresmittelwerte einiger Klimaparameter der Wetterstation Mainz-Drais/Finthen (211 m ü. NN).

Niederschlag [mm]	579	Blattnässe [%]	50
Temperatur [°C]	10,3	Sonneneinstrahlung [h]	1993
Luftfeuchte [%]	78	Vegetationstage	266

stand überwiegend aus städtischem Grün und Brachen und stellt einen wichtigen stadtklimatisch relevanten Bereich dar (SCHÖNECK & FUCHS 2017). Es weist eine Fläche von 6 ha auf, wobei sich die Renaturierungsstrecke über 1200 m erstreckt. Die Standortverhältnisse sind sehr heterogen. Bemerkenswert ist ein Kalkflugsandfeld, in dem Mauern eines römischen kasernenartigen Bauwerks freigelegt wurden. Der Retentionsraum beträgt ca. 9.700 Kubikmeter (<http://www.mainz.de/freizeit-und-sport/im-gruenen/gonsbachtal.php>). Der Gonsbach besitzt eine geringe, aber relativ gleichmäßige Wasserführung, der mittlere Niedrigwasserabfluss betrug 1996 20 l/s, im Jahr 2005 8 l/s (www.deacademic.com). Das Gewässer wurde aus einer Betonrinne befreit und erhielt ein natürliches Bachbett mit flachen Ufern (Abb. 1). Von drei kleinen Flutungsmulden ist eine ständig wasserführend. Bei den angrenzenden Arealen handelt es sich in der Regel um mehr oder weniger intensiv genutzte Kleingärten, gelegentlich unterbrochen durch Brachen und erwerbsgärtnerisch genutzte Flächen. Einen detaillierten Einblick in die Entwicklung des Projekts geben WESTER et al. (2015). Das Referenzgebiet ist eine sich an das Renaturierungsgebiet anschließende Flutungsmulde. Sie wurde vor ca. 50 Jahren angelegt und entwickelte sich aus einer zunächst vegetationsfreien Senke zu einem jungen Auenwald. Das Areal wird ebenfalls vom Gonsbach durchflossen und ist überwiegend mit Weiden, Schilf und Brennnesseln bestanden (Abb. 8). In diesem Gebiet wurde nur die Vegetation der Bachau erfasst, die angrenzenden, regelmäßig gemähten Dämme blieben unberücksichtigt. Beide Gebiete haben Anteil am xerothermen Klima des nördlichen Oberrheintals. Einige langjährig erhobene Parameter aus der Wetterstation Mainz-Drais/Finthen (www.am.rlp.de) sind in der Tab. 1 aufgezeigt.

3. Methoden

Die Fläche des Arbeitsgebietes richtete sich nach den vorgegebenen Grenzen des Renaturierungs- bzw. des Referenzgebietes. Die floristischen Erhebungen liefen von 2014 bis einschließlich 2018 und fielen überwiegend in die Vegetationszeiten. Unberücksichtigt blieben nicht von der Renaturierung betroffenes Grünland sowie die Dämme im Referenzgebiet. Renaturierungs- und Referenzgebiet wurden flächendeckend begangen, jedoch nicht die mit zunehmendem Alter der Anlage entstehenden unzugänglichen dichten Gebüsch und Gewässerränder. Da keine Daten über die Vegetation vor der Einrichtung des Renaturierungsgebietes vorlagen, wurden entsprechende Ergebnisse in dem sich an das Gebiet anschließenden Referenzgebiet gewonnen. Die Nomenklatur der Blütenpflanzen richtete sich nach BUTTLER & HAND (2008). Die ökologischen Zeigerwerte entstammen ELLENBERG (2001), wobei Feuchtezahlen > 7 der Kennzeichnung charakteristischer Auenpflanzen dienten. Die Angaben der Gefährdungsgrade wurden METZING et al. (2018) entnommen. Mit Verwendung der Bedeckungsgrade im Rahmen der Bestandserhebungen nach BRAUN-BLANQUET (1964) stand ein Maßstab für die Darstellung der Mächtigkeit des Auftretens einzelner Arten zur Verfügung. Dabei handelt es sich um Schätzwerte. In den Fällen, in denen sich ihre Verwendung nicht auf großräumig ausgewiesene Teilstücke bezieht, können sie allerdings nur als Anhalt dienen.

Dabei bedeuten:

- r = ganz vereinzelt Vorkommen und mit sehr geringem Deckungswert
- + = spärliches Vorkommen mit sehr geringem Deckungswert
- = = reichliches Vorkommen aber mit geringem Deckungswert, oder ziemlich spärlich, aber mit größerem Deckungswert
- 1 = sehr zahlreich, 10-25% der Aufnahmefläche deckend
- 2 = 25-50% der Aufnahmefläche deckend, Individuenzahl beliebig
- 3 = 50-75% der Aufnahmefläche deckend, Individuenzahl beliebig
- 4 = 75-100% der Aufnahmefläche deckend, Individuenzahl beliebig

Bei Arten, die ihren Deckungsgrad im Laufe der Vegetationsperiode wechselten, ist in den folgenden Tabellen der höchste Schätzwert aufgeführt. Auch können einzelne Arten übersehen oder verkannt worden sein.

4. Ergebnisse

4.1 Bodenuntersuchungen

Es liegt ein Mosaik von Substraten mit unterschiedlichen bodenchemischen und bodenphysikalischen Eigenschaften vor. Grundsätzlich sind die Böden sehr nährstoffreich. Dieses lässt sich nicht nur an den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen, sondern auch am üppigen Wachstum der Vegetation ablesen. Bodenuntersuchungen im Bereich von 0-30 cm ergaben pH-Werte im alkalischen Bereich und damit auch hohe Kalkgehalte. Die Böden in diesen Gebieten weisen ferner sehr hohe Gehalte an Phosphat, Kalium und Magnesium auf. Eine Ausnahme machten dagegen die Sande im Umfeld der ehemaligen römischen Bauten, dort waren die Gehalte an Kalium und Magnesium sehr gering. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die oberen (nährstoffreicheren) Bodenschichten im Rahmen der Ausgrabungen abgefahren wurden (Tab. 2, 1.1-1.3). Um einen Einblick in die Versorgung der Pflanzen mit Mineral-

stickstoff zu erhalten, wurden die Stickstoffzahlen nach ELLENBERG (2001) herangezogen. Sie werden bei der Beschreibung des ökologischen Verhaltens der Arten erwähnt (Kapitel 4.3). Der unterschiedliche Nährstoff- und Wasserhaushalt ergibt ideale Voraussetzungen für eine große Standort- und Artenvielfalt. Die Böden der Referenzfläche weisen sehr hohe Nährstoffgehalte auf (Tab. 2, Nr. 2.1 und 2.2). Zahlreiche Stickstoffzeiger machen dieses deutlich. Die hohen Nährstoffgehalte sind insofern zu verstehen, weil bei starken Niederschlägen Abwässer zur Entlastung der städtischen Kanalisation durch das dort ausgebauten Becken geleitet werden.

4.2 Artenzahlen

Die Anzahl der in den Jahren 2014 bis 2018 im Renaturierungsgebiet festgestellten Arten beträgt 364. Das ist für das relativ kleine Gebiet ein sehr hoher Wert, wie er bisher noch in keinem anderen Renaturierungsgebiet in Rheinhessen gefunden wurde. So streuten z. B. die Artenanzahlen in neun am Wiesbach untersuchten Renaturierungsgebieten von 73 bis 222 (OESAU 2012, 2018b). Die Ursache der Diversität dürfte in den sehr heterogenen Lebensstätten liegen, die von extrem nährstoffarmen und trockenen Kalkflugsandböden bis zu nährstoffreichen, nassen Schlamm Böden und Gewässern reichen. Ein hoher Anteil der Vegetation an Gartenflüchtlingsen wies ferner auf ehemalige Kulturen bzw. unmittelbar benachbarte gärtnerische Nutzungen hin. Es handelte sich immerhin um 59 Arten (16 % der Gesamtartenanzahl). Die Artenanzahl der Referenzfläche lag mit 29 (8 %) deutlich unter der Anzahl des Renaturierungsgebietes, wobei zu berücksichtigen ist, dass es sich hierbei ausschließlich um Auenwald handelte.

4.3 Ökologisches Verhalten der Pflanzen im Renaturierungsgebiet

Der ein Auensystem prägende Faktor, der die Lebensgemeinschaften entscheidend prägt, ist der Wechsel zwischen Überflutung und

Tabelle 2: Ergebnisse von Bodenuntersuchungen im Bereich des Renaturierungs- bzw. Referenzgebietes.

Nr.	Herkunft der Bodenproben	Bodenart	pH (in CaCl ₂)	P ₂ O ₅ mg/100g (in CAL)	K ₂ O mg/100g (in CAL)	Mg mg/100g (in CAL)
1	Renaturierungsgebiet					
1.1	Bachau im Süden der Anlage (Grabungsgebiet römische Bauten)	lehmgiger Sand	7,6	37	3	2
1.2	Bachau in der Mitte der Anlage	humoser Sand	7,3	49	14	7
1.3	Bachau im Norden der Anlage	humoser Sand	7,5	56	17	6
2	Referenzgebiet					
2.1	Bachau im oberen Bereich	humoser Sand	7,2	45	27	11
2.2	Bachau im unteren Bereich	humoser Sand	7,2	66	26	18

Trockenfallen. Deshalb sind die Arten in den folgenden Tabellen nach ihrem ökologischen Verhalten zur Feuchtigkeit geordnet. Dieses Verhalten lässt sich in Feuchtezahlen ausdrücken, die das durchschnittliche ökologische Verhalten gegenüber der Bodenfeuchtigkeit bezeichnet. Die Spanne dieser Zahlen reicht nach ELLENBERG (2001) von 1 (Starktrockniszeiger) bis 12 (Unterwasserpflanzen). Arten mit Feuchtezahlen >7 werden im Folgenden als typische Auenpflanzen betrachtet. Mit 24 % der insgesamt aufgefundenen Arten sind Auenpflanzen als Nässezeiger bereits mit Beginn der Besiedlung des Renaturierungsgebietes reichlich vertreten. Wie in der Tab. 3 dargestellt, erlagen nur wenige von ihnen dem zunehmenden Konkurrenzdruck. Damit ist auch die weitere Entwicklung der Vegetation zu einer Auenwald-Gesellschaft angezeigt. Bemerkenswert ist das Verhalten der Arten in mittleren Feuchtebereichen (Tab. 3, F = 4-6). Einerseits sind dort die weitaus meisten Arten vertreten (69 %), andererseits findet bei ihnen im Laufe der fünf Untersuchungsjahre der stärkste Rückgang statt. Dieses hat seine Ursache in einem großen Anteil von Therothyten, die nur in den ersten Jahren dominierten, und sich in der weiteren Abfolge der Sukzession nicht gegen die dann einsetzende erhebliche Konkurrenz perennierender Stauden durchzusetzen vermochten. Trockniszeiger (F = 2-3) sowie Feuchte- und Nässezeiger (F = 7-12) sind dagegen nur mit relativ weni-

gen Arten vorhanden, sie sind den extremen Lebensbedingungen angepasst. Pflanzen mit der Feuchtezahl 1 traten nicht auf.

4.3.1 Starktrocknis- bis Trockniszeiger

Die in diese Kategorie einzuordnenden Arten sind an oft austrocknenden Stellen lebensfähig. Sie kommen auf trockenen Böden häufiger vor als auf frischen und sind besonders charakteristisch für das Kalkflugsandgebiet mit den Überresten römischer Bauten. Hin und wieder ergeben sich derartige Voraussetzungen auch an Wegrändern oder steilen Böschungen. Bemerkenswert in dieser Gruppe ist die Adventivart *Verbascum sinuatum*. Nach SCHÖNFELDER & SCHÖNFELDER (2002) ist sie im Mittelmeerraum weit verbreitet. AESCHMANN et al. (2004) beschreiben diese Art von extrem trockenen Standorten, wobei die Böden in der Regel mesotroph sind und einen neutralen pH-Wert aufweisen. Insofern liegen in den sandigen, kalkhaltigen und nährstoffarmen Bereichen des Renaturierungsgebietes günstige Lebensbedingungen vor. Im Jahre 2018 konnte *Verbascum sinuatum* allerdings nicht mehr gefunden werden. Die mittlere Stickstoffzahl sämtlicher Arten liegt bei 2 und weist damit nach ELLENBERG (2001) auf stickstoffärmste Standorte hin. Vorkommen, Verbreitung und Soziologie von *Centaurea stoebe* wurden von KORNECK (2016) aus dem Rhein-

Tabelle 3: Anzahl der Pflanzen mit den Feuchtezahlen 2 bis 12.

Feuchtezahl (F)	Ökologisches Verhalten	Renaturierungsgebiet		Referenzgebiet	
		Anzahl Arten	Arten 2018	Anzahl Arten	Arten 2018
2	Starktrockniszeiger bis Trockniszeiger	7	5	0	0
3	Trockniszeiger	20	18	0	0
4	Trockniszeiger bis Frischezeiger	70	43	3	2
5	Frischezeiger	91	44	7	6
6	Frischezeiger bis Feuchtezeiger	89	32	7	6
7	Feuchtezeiger	15	12	1	1
8	Feuchtezeiger bis Nässezeiger	15	10	6	6
9	Nässezeiger	16	14	1	1
10	Wechselwasserzeiger	12	12	1	1
11+12	Wasserpflanzen	6	6	0	0
-	indifferente Arten	23	19	3	3
-	Anzahl Arten insgesamt	364	214	29	25

gebiet beschrieben. Er bezeichnete das auf den Flugsanden bei Mainz wachsende Taxon als *Centaurea stoebe* subsp. *australis*. Bei dem in der Tab. 4 aufgeführten *Thymus vulgaris* dürfte es sich um Reste aus einer ehemals gärtnerischen Kultur handeln. Die in der Tab. 4 aufgeführten Arten sind typische und weit verbreitete Vertreter trockener Lebensräume.

4.3.2 Trockniszeiger

Diese von ELLENBERG (2001) in die Kategorie „Trockniszeiger“ mit der Feuchtezahl 3 eingeordneten Arten traten ebenfalls überwiegend in den Sanden des Ausgrabungsgebietes der römischen Siedlung auf. Sie besetzten aber vereinzelt auch trockene Böschungen oder Wegränder im gesamten Gebiet. Charakteristische Taxa der offenen Sandgebiete waren *Cerastium semidecandrum* und *Chenopodium*

album agg. Da diese Bereiche zudem sehr nährstoffarm sind, konnten sie sich als konkurrenzschwache Arten lange behaupten. Auch einige Adventivarten ergänzten die autochthonen Arten, so *Lepidium draba*, *Oenothera glazioviana* und *Senecio inaequidens*. Letztere Art weist eine hohe Ausbreitungsdynamik auf und ist in den umgebenden trocken-warmen Gebieten bereits weit verbreitet. Es soll ferner auf *Veronica spicata* hingewiesen werden, von der allerdings nur ein Exemplar entdeckt wurde. Diese Art gilt nach METZING, GARVE & MATZKE-HAJEK (2018) in Rheinland-Pfalz als in ihrer Existenz gefährdet. Auch diese Trockniszeiger wuchsen in Arealen, die nicht in Kontakt mit Bachwasser standen. Die mittlere Stickstoffzahl der in der Tab. 5 aufgeführten Arten errechnete sich mit 3,5. Dieses weist darauf hin, dass die 18 Trockniszeiger des Untersuchungsgebietes besonders auf stickstoffärmeren Standorten konkurrenzfähig sind.

Tabelle 4: Starktrocknis- bis Trockniszeiger im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Artenanzahl	4	4	6	6	5
<i>Centaurea stoebe</i>	r	r	+	+	+
<i>Myosotis ramosissima</i>	-	-	r	+	1
<i>Sedum acre</i>	-	-	r	r	r
<i>Sedum album</i>	+	r	+	+	r
<i>Thymus vulgaris</i>	r	r	-	-	-
<i>Verbascum sinuatum</i>	-	-	r	r	-
<i>Vulpia myuros</i>	+	+	1	1	+

Tabelle 5: Trockniszeiger im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Artenanzahl	9	15	18	18	18
<i>Anchusa officinalis</i>	r	r	r	r	+
<i>Berteroa incana</i>	r	1	+	+	+
<i>Cerastium brachypetalum</i>	-	-	-	+	+
<i>Cerastium semidecandrum</i>	-	r	r	r	+
<i>Chenopodium album</i> agg.	r	r	-	-	-
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	+	+	+	+	+
<i>Herniaria glabra</i>	r	+	+	r	r
<i>Lepidium draba</i>	-	+	+	+	1
<i>Melilotus alba</i>	r	+	+	+	+
<i>Melilotus officinalis</i>	-	r	+	+	+
<i>Oenothera glazioviana</i>	-	-	r	r	r
<i>Origanum vulgare</i>	-	-	r	r	+
<i>Poa compressa</i>	r	r	r	r	+
<i>Reseda lutea</i>	-	r	r	-	r
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	r	r	r	r	r
<i>Senecio inaequidens</i>	r	r	r	r	r
<i>Trifolium arvense</i>	-	r	r	+	r
<i>Verbascum lychnitis</i>	-	r	r	r	r
<i>Veronica spicata</i>	-	-	r	r	-

**Abb. 2:** Die Gewelltblättrige Königskerze (*Verbascum sinuatum*) war in den Jahren 2016 und 2017 ein seltener Neophyt im Renaturierungsgebiet (Foto: A. OESAU, 21.11.2017).

Tabelle 6: Trocknis- bis Frischezeiger im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Arten	2014	2015	2016	2017	2018
Artenanzahl	39	48	50	46	43
<i>Achillea millefolium</i>	r	r	+	+	+
<i>Amaranthus blitum</i>	r	-	-	-	-
<i>Amaranthus caudatus</i>	r	-	-	-	r
<i>Amaranthus powellii</i>	1	+	+	r	-
<i>Amaranthus retroflexus</i>	2	2	1	+	r
<i>Arabidopsis thaliana</i>	1	+	+	+	1
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	r	r	+	+	+
<i>Bromus sterilis</i>	+	2	3	2	1
<i>Buddleja davidii</i>	-	-	r	r	r
<i>Carduus acanthoides</i>	r	-	-	-	-
<i>Carex muricata</i>	-	-	r	r	-
<i>Cerastium arvense</i>		r	r	r	-
<i>Chaenarrhinum minus</i>	r	r	r	r	-
<i>Chenopodium album</i> agg.	3	r	-	-	-
<i>Chenopodium foliosum</i>	r	-	-	-	-
<i>Cichorium intybus</i>	r	r	+	r	r
<i>Convolvulus arvensis</i>	-	r	r	r	+
<i>Conyza canadensis</i>	2	1	+	+	+
<i>Coronilla varia</i>	-	r	+	+	+
<i>Crepis setosa</i>	-	+	-	-	-
<i>Daucus carota</i>	-	+	+	1	3
<i>Descurainia sophia</i>	r	r	-	-	-
<i>Digitaria sanguinalis</i>	+	r	-	-	-
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	r	r	-	r	+
<i>Echium vulgare</i>	-	+	r	r	r
<i>Eschscholzia californica</i>	r	-	-	-	-
<i>Epilobium brachycarpum</i>	r	-	-	-	-
<i>Equisetum ramosissimum</i>	1	1	+	r	r
<i>Erodium cicutarium</i>	-	r	+	+	r
<i>Eruca sativa</i>	-	r	-	-	-
<i>Fumaria vaillantii</i>	r	-	-	-	-
<i>Galinsoga ciliata</i>	r	-	-	-	-
<i>Galium verum</i>	-	-	+	+	+
<i>Geranium molle</i>	-	r	r	r	r
<i>Geranium pusillum</i>	-	r	r	+	r
<i>Geranium rotundifolium</i>	r	r	r	-	-
<i>Hordeum murinum</i>	+	+	+	r	r
<i>Hypericum perforatum</i>	-	-	+	+	r
<i>Lactuca serriola</i>	2	2	+	+	r
<i>Lathyrus latifolius</i>	-	-	r	-	-
<i>Lathyrus tuberosus</i>	r	r	r	r	-
<i>Lepidium ruderales</i>	r	-	-	-	-
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	-	r	+	+	r
<i>Linaria vulgaris</i>	-	+	+	+	+
<i>Lotus corniculatus</i>	r	r	r	r	r
<i>Lychnis coronaria</i>	r	r	-	-	-
<i>Malva sylvestris</i> ssp. <i>mauritiana</i>	-	r	r	-	-
<i>Medicago lupulina</i>	-	r	+	r	r

<i>Medicago varia</i>	-	r	2	2	1
<i>Mercurialis annua</i>	-	r	r	-	-
<i>Oenothera biennis</i>	-	+	+	+	+
<i>Onopordum acanthium</i>	r	+	+	+	+
<i>Papaver dubium</i> agg.	r	r	-	-	-
<i>Pastinaca sativa</i>	+	+	+	+	+
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	+	+	r	+	+
<i>Rosa canina</i> agg.	-	-	r	r	+
<i>Senecio jacobaea</i>	r	+	+	+	r
<i>Setaria verticillata</i>	+	-	-	-	-
<i>Setaria pumila</i>	+	-	-	-	-
<i>Silene vulgaris</i>	-	-	-	-	+
<i>Sisymbrium loeselii</i>	+	+	r	r	r
<i>Sisymbrium officinale</i>	-	r	r	r	r
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	-	-	r	r	r
<i>Trifolium dubium</i>	-	-	+	-	r
<i>Valerianella carinata</i>	-	+	r	r	+
<i>Verbascum densiflorum</i>	-	-	r	r	r
<i>Verbascum thapsus</i>	-	-	r	r	r
<i>Veronica polita</i>	r	r	r	r	-
<i>Vicia hirsuta</i>	-	r	r	r	+
<i>Vicia villosa</i>	2	2	3	2	2



Abb. 3: Unter der Vielzahl der Adventivarten war der Erdbeerspinat (*Chenopodium foliosum*) zur Fruchtreife eine auffallende Art (Foto: A. OESAU, 08.08.2014).

Tabelle 7: Frischezeiger im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Arten	46	61	61	53	44
<i>Aethusa cynapium</i>	r	-	-	-	-
<i>Alliaria petiolata</i>	r	+	r	+	r
<i>Alopecurus myosuroides</i>	+	-	r	-	-
<i>Anthriscus caucalis</i>	-	r	r	-	-
<i>Anthriscus cerefolium</i>	-	r	r	-	-
<i>Anthriscus sylvestris</i>	-	r	r	r	r
<i>Arctium lappa</i>	-	r	r	r	r
<i>Arctium minus</i>	-	r	r	-	-
<i>Armoracia rusticana</i>	+	+	+	+	r
<i>Atriplex patula</i>	+	r	r	+	r
<i>Ballota nigra</i>	-	r	r	r	r
<i>Bellis perennis</i>	-	r	+	+	-
<i>Betonica officinalis</i>	-	-	r	-	-
<i>Bryonia dioica</i>	r	r	r	r	+
<i>Bunias orientalis</i>	+	l	+	+	+
<i>Calendula officinalis</i>	-	r	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	r	+	+	r	r
<i>Cardamine hirsuta</i>	r	r	r	r	-
<i>Cerastium glomeratum</i>	r	r	r	r	r
<i>Cerastium holosteoides</i>	r	r	r	r	r
<i>Chaerophyllum temulum</i>	r	+	r	r	+
<i>Chelidonium majus</i>	r	r	r	r	-
<i>Cirsium vulgare</i>	-	r	+	+	r
<i>Consolida hispanica</i>	r	r	-	-	-
<i>Coriandrum sativum</i>	r	-	-	-	-
<i>Cornus sanguinea</i>	-	r	+	+	+
<i>Cosmidium burridgeanum</i>	-	r	-	-	-
<i>Crepis capillaris</i>	-	+	+	+	+
<i>Cynosurus cristatus</i>	-	r	r	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	r	+	+	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	r	-	-	r	-
<i>Epilobium tetragonum</i> ssp. <i>lamyi</i>	r	+	-	-	-
<i>Euonymus europaeus</i>	-	-	r	+	+
<i>Euphorbia helioscopia</i>	-	r	-	r	-
<i>Euphorbia lathyris</i>	r	r	-	-	-
<i>Fallopia dumetorum</i>	r	-	-	-	-
<i>Fumaria officinalis</i>	r	-	-	-	-
<i>Galeopsis tetrahit</i>	r	r	-	-	-
<i>Galinsoga parviflora</i>	+	-	-	-	-
<i>Galium album</i>	-	-	r	+	r
<i>Geum urbanum</i>	-	+	+	+	r
<i>Glebionis segetum</i>	r	-	-	-	-
<i>Hedera helix</i>	-	-	r	r	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	-	r	r	r	r
<i>Hypochaeris radicata</i>	-	r	r	r	r
<i>Lamium album</i>	-	+	+	-	-
<i>Lamium purpureum</i>	+	+	r	r	r
<i>Lapsana communis</i>	r	r	r	-	-

<i>Lolium perenne</i>	2	2	2	l	l
<i>Lycium barbarum</i>	-	r	r	r	r
<i>Matricaria discoidea</i>	r	-	r	r	r
<i>Matricaria recutita</i>	r	-	-	-	-
<i>Moehringia trinervia</i>	-	-	-	r	r
<i>Myosotis arvensis</i>	-	r	-	-	-
<i>Myosotis sylvatica</i>	-	-	r	-	-
<i>Odontites rubra</i>	-	r	r	r	r
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	-	r	r	r	+
<i>Panicum miliaceum</i>	r	-	-	-	-
<i>Papaver rhoeas</i>	r	r	r	r	-
<i>Papaver somniferum</i>	+	r	-	-	-
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	r	-	-	-
<i>Petunia × atkinsiana</i>	r	-	-	-	-
<i>Phleum pratense</i>	-	+	+	+	+
<i>Physostegia virginianae</i>	r	-	-	-	-
<i>Plantago major</i> ssp. <i>major</i>	-	+	r	r	-
<i>Poa pratensis</i>	-	+	l	l	l
<i>Persicaria maculosa</i>	r	-	-	-	-
<i>Prunus serotina</i>	-	-	-	r	r
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	-	+	+	+	+
<i>Rudbeckia hirta</i>	r	-	-	-	-
<i>Senecio vulgaris</i>	-	r	r	r	-
<i>Silene latifolia</i>	-	-	+	+	r
<i>Silybum marianum</i>	-	-	r	-	-
<i>Solanum nigrum</i>	-	-	r	r	-
<i>Sonchus arvensis</i>	r	-	+	-	-
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	+	+	l	l	l
<i>Thlaspi arvense</i>	r	-	-	-	-
<i>Torilis japonica</i>	r	r	r	r	+
<i>Trifolium pratense</i>	r	l	+	+	+
<i>Trifolium repens</i>	+	l	l	l	l
<i>Valerianella locusta</i>	-	l	l	+	r
<i>Verbascum densiflorum</i>	-	r	+	+	r
<i>Verbascum lychnitis</i>	-	-	-	r	r
<i>Veronica hederifolia</i> agg.	r	r	r	+	+
<i>Veronica persica</i>	+	+	r	r	r
<i>Vicia sepium</i>	-	r	r	-	-
<i>Vicia tetrasperma</i>	r	+	l	+	+
<i>Zea mays</i>	r	-	-	-	-

4.3.3 Trocknis- bis Frischezeiger

Mit der Feuchtezahl 4 wurden von ELLENBERG (2001) Arten bedacht, die zwischen Trockniszeigern und Frischezeigern stehen. Es handelte sich um 69 Spezies, also um etwa ein Viertel (24 %) der insgesamt im Renaturierungsgebiet festgestellten Arten. Es waren überwiegend Therophyten (65 %) mit einer weiten Verbreitung in den ersten Untersuchungsjahren, sie fanden aber in der Folge

aufgrund zunehmender Konkurrenz nur noch begrenzten oder keinen Lebensraum mehr. Typische Beispiele waren die Ackerwildkräuter *Amaranthus blitum*, *Chenopodium album* agg und *Galinsoga quadriradiata*, zu denen auch das sehr seltene *Chenopodium foliosum* zählte (Abb. 3). Auch einige perennierende Arten besiedelten die trockenen bis frischen Böden, wobei sich besonders *Daucus carota*, *Medicago varia* und *Vicia villosa* behaupten konnten (Tab. 6). An Adventivar-

ten stellten sich in dieser Kategorie 14 Arten ein. In vielen Fällen handelte es sich um Gartenflüchtlinge, wie *Amaranthus caudatus*, *Eschscholzia californica* oder *Lychnis coronaria*. Wie die bereits erwähnten Ackerwildkräuter war auch ihnen nur ein kurzes Gastspiel beschieden, sie können nicht als eingebürgert bezeichnet werden. Die mittlere Stickstoffzahl der in der Tab. 6 aufgeführten Arten ergab 5,5. Dieser Wert zeigt mäßig stickstoffreiche Standorte an.

4.3.4 Frischezeiger

Die 90 Frischezeiger der Tab. 7 bestanden aus einem großen Anteil an Therophyten, insbesondere an Ackerwildkräutern. Da sie zur Keimung und Entwicklung offenen Boden benötigen, starteten sie die Sukzession und dominierten in den ersten Jahren. Typische Beispiele waren *Aethusa cynapium*, *Consolida hispanica*, *Fumaria officinalis*, *Galeopsis tetrahit* und *Myosotis arvensis*. Mehrjährige Arten blieben über die gesamte bisher beobach-

tete Laufzeit selten und waren nur in wenigen Exemplaren vertreten. Häufiger stellten sich außer *Arrhenatherum elatius* typische Arrhenatheretea-Arten ein, wie *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens* und *Taraxacum officinale* agg. Ob sich die Bestände zu einer Glatthaferwiese entwickeln, wie sie für Rhein-Niederungen typisch sind, hängt von der Art der Bewirtschaftung ab. Hierfür müsste eine jährliche Mahd erfolgen, wie sie im Jahre 2018 eingesetzt hat. Während gefährdete Arten nicht gefunden wurden, überraschten die Bestände mit einer Reihe von Adventivarten bzw. Gartenflüchtlingen. An Beispielen seien *Calendula officinalis*, *Cosmidium burridgeanum*, *Lycium barbarum*, *Papaver somniferum* und *Parthenocissus tricuspidata* genannt. Die mittlere Stickstoffzahl der in der Tab. 7 aufgeführten Arten beträgt 6,2. Dieser Wert zeigt mäßig stickstoffreiche bis stickstoffreiche Standorte an. Die von ELLENBERG (2001) als „Trockniszeiger bis Frischezeiger“ und als „Frischezeiger“ gekennzeichneten Arten stellen mit insgesamt 159 die Mehrzahl der Arten des Untersuchungsgebietes.



Abb. 4: In der breiten Bachau fanden viele Arten mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen Siedlungsraum (Foto: A. OESAU, 06.07.2015).

4.3.5 Frische- bis Feuchtezeiger

Diese 49 Arten haben ihr Schwergewicht auf mittelfeuchten, aber nicht nassen Böden. In den ersten Jahren stellten sich dort schnell Pionierpflanzen ein, wie *Atriplex prostrata* agg. oder *Chenopodium glaucum*, die dann aber bald von perennierenden Arten verdrängt wurden. Dauerhaft siedelten sich Hochstauden, wie *Artemisia vulgaris*, *Mentha piperita* agg., *Lathyrus pratensis* und *Urtica dioica* an. Zwischen ihnen eroberten einige Gehölze Siedlungsraum. Bemerkenswert ist ein größerer Bestand von *Alnus incana*, der sich bereits im ersten Jahr der Anlage des Renaturierungsgebietes etablierte und in den folgenden Jahren eine zügige Entwicklung zeigte. *Alnus incana* ist im Gebiet nicht urwüchsig, sie wird gelegentlich kultiviert, so auch bei Bingen-Dietersheim an der Nahe (BLAUFUSS & REICHERT 1992). Mit 140 Arten stellten Frischezeiger mit Übergang zu Feuchtezeigern die Mehrzahl der Arten. Die mittlere Stickstoffzahl der in der Tab. 8 aufgeführten Arten beträgt 6,3. Dieser Wert zeigt mäßig stickstoffreiche bis stickstoffreiche Standorte an und unterscheidet sich damit praktisch nicht von dem entsprechenden Wert der Frischezeiger.

4.3.6 Feuchtezeiger

Die folgenden Zeigerpflanzen mit der Feuchtezahl 7 (Tab. 9) werden in diesem Zusammenhang als typische Auenpflanzen eingestuft, die nicht nur auf gut durchfeuchteten Böden sondern auch auf offenen Wasserflächen vorkommen. Zu den eigentlichen Feuchtezeigern zählen insgesamt 15 Arten. In den ersten Jahren waren es *Juncus bufonius* und *Plantago uliginosa*. Sie wurden bald von ausdauernden Arten verdrängt, typisch waren *Juncus inflexus*, *Poa trivialis* und *Ranunculus repens*, bemerkenswert *Lychnis flos-cuculis* und *Deschampsia cespitosa*. Mit einer mittleren Stickstoffzahl von 5,4 zeigten diese Arten mäßig stickstoffreiche Standorte an. Die Einzelwerte streuten jedoch stark, so dass der Mittelwert nur begrenzt aussagekräftig ist. So werden *Deschampsia cespitosa* und *Juncus conglomeratus* für stickstoffarme Standorte genannt, während *Rumex conglomeratus* und *Symphytum officinale* agg. als ausgesprochene Stickstoffzeiger gelten.



Abb. 5: Das Niedrige Fingerkraut (*Potentilla supina*) war im ersten Untersuchungsjahr ein recht häufiger Besiedler feuchter bis nasser, stickstoffreicher Böden (Foto: A. OESAU, 17.06.2014).

Tabelle 8: Frische- bis Feuchtezeiger im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Arten	26	33	34	36	32
<i>Acer negundo</i> juv.	-	-	r	+	+
<i>Acer pseudoplatanus</i> juv.	-	r	r	+	+
<i>Aegopodium podagaria</i>	r	+	+	1	+
<i>Alnus incana</i>	r	+	+	1	2
<i>Alopecurus pratensis</i>	-	-	-	r	r
<i>Apera spica-venti</i>	r	r	r	1	1
<i>Artemisia verlotiorum</i>	r	r	-	-	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	+	r	1	2	1
<i>Atriplex prostrata</i> agg.	-	r	-	-	-
<i>Barbarea vulgaris</i>	-	r	r	r	-
<i>Cardamine impatiens</i>	r	-	-	-	-
<i>Carduus crispus</i>	+	+	+	+	+
<i>Carex hirta</i>	r	r	r	r	+
<i>Centaurea jacea</i> agg.	-	r	r	r	r
<i>Chenopodium ficifolium</i>	-	r	-	r	-
<i>Chenopodium glaucum</i>	r	-	-	r	-
<i>Chenopodium polyspermum</i>	r	-	-	-	-
<i>Calystegia sepium</i>	+	+	+	+	1
<i>Cymbalaria muralis</i>	r	-	-	-	-
<i>Dipsacus fullonum</i>	-	-	-	r	r
<i>Erigeron annuus</i>	1	3	2	1	1
<i>Euphorbia lathyris</i>	r	r	-	-	-
<i>Festuca pratensis</i>	-	-	r	+	+
<i>Ficaria verna</i>	-	+	+	+	+
<i>Galega officinalis</i>	-	r	r	-	r
<i>Glechoma hederacea</i>	-	+	+	+	+
<i>Guizotia abyssinica</i>	r	-	-	-	-
<i>Helianthus annuus</i>	r	-	-	-	-
<i>Helianthus tuberosus</i>	r	r	+	+	+
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	-	r	+	+	r
<i>Holcus lanatus</i>	-	+	+	+	+
<i>Juncus tenuis</i>	-	r	r	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i>	-	-	+	+	+
<i>Mentha piperita</i> agg.	r	+	+	1	1
<i>Physalis alkekengi</i>	-	-	r	-	-
<i>Physostegia virginiana</i>	r	-	-	-	-
<i>Poa annua</i>	+	1	1	2	1
<i>Potentilla reptans</i>	-	+	+	+	+
<i>Rumex obtusifolius</i>	r	+	+	+	+
<i>Salix caprea</i>	-	+	+	+	+
<i>Scrophularia nodosa</i>	r	r	r	r	-
<i>Solanum lycopersicum</i>	+	-	-	-	-
<i>Solidago gigantea</i>	r	r	r	r	-
<i>Sonchus asper</i>	r	r	-	r	r
<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>	-	-	+	+	r
<i>Trifolium hybridum</i>	r	+	+	r	r
<i>Tussilago farfara</i>	-	r	+	+	+
<i>Urtica dioica</i>	-	+	1	2	2
<i>Vicia cracca</i>	-	-	r	r	1

Tabelle 9: Feuchtezeiger im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Artenanzahl	5	12	12	13	12
<i>Agrostis stolonifera</i>	-	+	1	2	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	-	-	-	r	-
<i>Festuca arundinacea</i>	-	r	+	+	+
<i>Juncus bufonius</i>	+	r	-	-	-
<i>Juncus conglomeratus</i>	-	r	+	+	+
<i>Juncus effusus</i>	-	+	+	+	+
<i>Juncus inflexus</i>	r	+	+	+	+
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	-	-	r	r	r
<i>Plantago uliginosa</i>	r	-	-	-	-
<i>Poa trivialis</i>	3	+	1	1	1
<i>Populus alba</i> juv.	-	r	r	+	+
<i>Ranunculus repens</i>	+	2	2	2	1
<i>Rumex conglomeratus</i>	-	+	+	r	r
<i>Rumex crispus</i>	-	r	+	r	r
<i>Symphytum officinale</i>	-	r	r	+	+

4.3.7 Feuchte- bis Nässezeiger

Diese 18 Arten haben sich in unmittelbarer Nähe des Gonsbachs angesiedelt, das Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) wurde dort auch gärtnerisch gepflanzt (Tab. 10). Häufig zeigten die Arten dieser Kategorie ein kräftiges Wachstum, was auf stickstoffreiche Standorte hinweist. Ausgesprochene Stickstoffzeiger waren *Epilobium hirsutum*, *Persicaria lapathifolia* und *Rorippa palustris*. Die mittlere Stickstoffzahl lag bei 6,9. *Persicaria lapathifolia* trat im Jahre 2018 verstärkt unmittelbar am Ufer des Gonsbachs auf und nahm vielerorts den Platz von *Nasturtium officinale* ein. In kleinen Nischen am Bachufer stellte sich hin und wieder *Potentilla supina* ein (Abb. 5). Sie ist das Beispiel einer Pflanzenart, die als Teil der Biodiversität fast nur im ersten Jahr aus dem Disparenreservoir des Bodens sichtbar wurde, später fand sie aufgrund zunehmender Konkurrenz nur noch gelegentlich in Nischen hochwachsender Stauden Lebensraum.

4.3.8 Nässezeiger

Nässezeiger haben den Schwerpunkt ihrer Verbreitung auf durchnässten Böden. Diese liegen überwiegend in unmittelbarer Nähe

des Gonsbachs. Aber auch in einigen periodisch mit Wasser gefüllten Senken vermögen sie sich anzusiedeln. *Ranunculus sceleratus* und *Veronica anagallis-aquatica* sind zwei typische Vertreter. Als Pionierpflanzen hatten sie bereits im ersten Untersuchungsjahr einen großen Teil vernässter Böden bedeckt. Zu ihnen gesellte sich *Veronica catenata*, die ihre Hauptverbreitung in Rheinhessen in Rheinnähe hat und nur selten im Inneren Rheinhessens gefunden wird (BLAUFUSS & REICHERT 1992). *Veronica catenata* wurde nur im ersten Untersuchungsjahr festgestellt. Neu ist *Polypogon viridis*, eine nach TISON et al. (2014) subtropische Poaceae mit weltweiter Ausbreitungstendenz. Während im Gonsbachtal jährlich etwa 30 Pflanzen gezählt wurden, berichtet AMARELL (2010) von einem „umfangreichen Bestand“ in Weil am Rhein. Die insgesamt 15 Nässezeiger stehen auf mäßig stickstoffreichen Standorten (Mittelwert = 6,1), sie sind in der Tab. 11 aufgelistet.

4.3.9 Wechselwasserzeiger

Als Wechselwasserzeiger werden Pflanzen bezeichnet, die in der Regel im Wasser stehen, aber auch längere Zeiten ohne Wasserbedeckung des Bodens ertragen. Im Untersu-

Tabelle 10: Feuchte- bis Nässezeiger im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Arten	12	13	13	14	14
<i>Agrostis gigantea</i>	-	-	-	r	+
<i>Epilobium hirsutum</i>	1	2	1	1	2
<i>Epilobium tetragonum</i>	1	1	+	+	r
<i>Impatiens glandulifera</i>	-	r	r	r	r
<i>Lythrum salicaria</i>	+	+	+	+	r
<i>Mentha longifolia</i>	-	-	-	r	-
<i>Persicaria lapathifolia</i>	r	+	-	+	2
<i>Persicaria mitis</i>	-	-	-	-	r
<i>Phalaris arundinacea</i>	3	2	2	2	2
<i>Populus × canadensis</i> juv.	1	1	1	2	2
<i>Potentilla supina</i>	2	+	r	-	r
<i>Rorippa palustris</i>	r	-	r	r	-
<i>Rorippa sylvestris</i>	-	r	r	-	-
<i>Salix alba</i>	+	+	+	1	1
<i>Salix fragilis</i> agg.	r	r	+	+	2
<i>Salix purpurea</i>	r	r	+	+	+
<i>Salix viminalis</i>	r	r	r	+	2

chungsgebiet zählen hierzu vor allem *Nasturtium officinale* agg., *Phragmites australis*, *Typha latifolia* und *Typha angustifolia* (Tab. 12). Seltene Pflanzen im Auenbereich sind *Acorus calamus*, *Alisma lanceolatum*, *Helosciadium nodiflorum* (Abb. 6) und *Typha angustifolia*. Letztere Art wurde erst relativ spät erkannt, erschien

aber gleich in umfangreichen Beständen. *Typha angustifolia* siedelt sich hin und wieder auf offenen Böden in Renaturierungsgebieten Rheinhessens an (OESAU 2012). Auch die 12 Wechselwasserzeiger zeigen stickstoffreiche Standorte an (Mittelwert 6,6).

Tabelle 11: Nässezeiger im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Arten	10	12	14	13	13
<i>Alnus glutinosa</i> juv.	+	+	+	+	+
<i>Alopecurus aequalis</i>	-	-	r	r	r
<i>Bidens tripartita</i>	r	r	r	r	r
<i>Carex acuta</i>	-	+	+	+	r
<i>Carex acutiformis</i>	-	+	+	r	+
<i>Carex riparia</i> (z.T. gepflanzt)	1	1	1	1	2
<i>Epilobium parviflorum</i>	+	1	+	-	-
<i>Glyceria fluitans</i>	r	r	+	+	+
<i>Iris pseudacorus</i> (gepflanzt)	-	r	r	r	r
<i>Juncus articulatus</i>	+	+	+	+	+
<i>Polypogon viridis</i>	-	-	r	+	+
<i>Poa palustris</i>	2	2	1	1	2
<i>Ranunculus sceleratus</i>	3	2	+	r	+
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	3	1	+	+	2
<i>Veronica catenata</i>	r	-	-	-	-

Tabelle 12: Wechselwasserzeiger im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Arten	5	7	9	11	12
<i>Acorus calamus</i>	-	-	r	r	r
<i>Alisma lanceolatum</i>	-	-	-	r	r
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	-	-	r	r	r
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	+	1	+	+	+
<i>Berula erecta</i>	r	+	+	+	r
<i>Equisetum fluviatile</i>	-	-	-	-	r
<i>Nasturtium officinale</i> agg.	2	3	3	3	2
<i>Phragmites australis</i>	-	+	2	3	3
<i>Sparganium erectum</i>	r	+	+	1	2
<i>Typha angustifolia</i>	-	-	-	1	2
<i>Typha latifolia</i>	-	1	1	2	2
<i>Veronica beccabunga</i>	2	2	+	r	+

4.3.10 Wasserpflanzen und Unterwasserpflanzen

Zur Feuchtezahl 11 werden nach ELLENBERG (2001) jene Pflanzen gestellt, die unter Wasser wurzeln, aber zumindest zeitweilig mit Blättern über die Oberfläche ragen. Pflanzen, die ständig oder fast dauernd untergetaucht leben

zählen zur Feuchtezahl 12. Alle Arten sind relativ selten, wie *Nymphaea* spec. und *Persicaria amphibia*. Die einzige submers lebende Art im Gonsbach ist *Ceratophyllum demersum*, die Verbreitung der ohnehin seltenen Spezies ist im Jahre 2018 auffallend zurückgegangen (Tab. 13).



Abb. 6: Der seltene Wechselwasserzeiger Knotenblütiger Sellerie (*Helosciadium nodiflorum*) am Gonsbach (Foto: A. OESAU, 11.07.2016).

Tabelle 13: Wasserpflanzen und Unterwasserpflanzen im Renaturierungsgebiet des Gonsbachs in den Jahren 2014-2018.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Arten	0	4	4	4	4
<i>Ceratophyllum demersum</i>	-	r	+	+	r
<i>Lemna minor</i>	-	r	r	+	r
<i>Nymphaea spec.</i>	-	+	1	1	+
<i>Persicaria amphibia</i>	-	r	r	+	+
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	-	-	r	+	+
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	-	-	r	r	r



Abb. 7: Der Nässezeiger *Polypogon viridis* auf Rohböden in der Aue des Gonsbachs (Foto: A. OESAU, 22.09.2017).

4.3.11 Arten mit indifferentem Verhalten

Die häufigsten gegenüber der Feuchtigkeit indifferenten Arten sind *Arrhenatherum elatius*, *Elymus repens*, *Solidago canadensis* und *Calamagrostis epigejos*. Sie eroberten bereits in den ersten Jahren aufgrund ihrer erheblichen Konkurrenzkraft größere Flächen, die sie bis zum fünften Untersuchungsjahr noch ausweiteten. *Calamagrostis epigejos* ist aufgrund ihrer erheblichen Konkurrenzkraft eine Problemart. Es ist bekannt, dass die Ausbreitung eine negative Wirkung auf die Artenvielfalt hat (vgl. z. B. SCHUMACHER & DENGLE 2012, OESAU 2018a) und es bleibt abzuwarten, wie weit es sich in Zukunft durchzusetzen vermag. Die mittlere Stickstoffzahl beträgt 5,7. Dieses bedeutet, dass die Mehrzahl der Arten stickstoffarme bis mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigt. Ausgesprochene Stickstoffzeiger sind *Galium aparine* und *Stellaria media* (Tab. 14).

4.4 Ökologisches Verhalten der Pflanzen im Referenzgebiet „Lungenberg“

Als Referenzgebiet diente das vom Gonsbach durchflossene Regenrückhaltebecken „Lungenberg“. Es wurde etwa 1972, also vor fast 50 Jahren angelegt. Die Basisfläche blieb sich seitdem selbst überlassen, während die Dämme regelmäßig gemäht wurden. Auf der feuchten Bachaue hat sich ein Silberweiden-Auenwald entwickelt, der mit 29 Arten recht arm ausgestattet ist (Tab. 15). Nach eigenen Beobachtungen hatte die Vegetation nach der Anlage des Gebietes eine dem Renaturierungsgebiet vergleichbare Zusammensetzung, die aber im Laufe der Jahre durch Vorgänge

Tabelle 14: Arten mit indifferentem Verhalten gegenüber der Feuchtigkeit in den Jahren 2014-2018.

Arten	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Arten	11	15	16	20	16
<i>Arrhenatherum elatius</i>	-	+	1	3	3
<i>Atriplex sagittata</i>	-	-	-	r	r
<i>Bromus hordeaceus</i>	-	-	-	r	-
<i>Calamagrostis epigejos</i>	+	+	1	1	2
<i>Centaurea cyanus</i>	r	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	+	+	1	+	+
<i>Corylus avellana</i>	r	r	r	+	+
<i>Draba verna</i>	r	r	+	+	+
<i>Elymus repens</i>	1	1	1	2	2
<i>Equisetum arvense</i>	r	r	r	+	+
<i>Galium aparine</i>	r	r	+	+	+
<i>Plantago lanceolata</i>	-	-	r	r	+
<i>Persicaria amphibia</i> f. <i>terrestre</i>	-	r	+	1	1
<i>Rubus caesius</i>	-	-	+	+	+
<i>Rumex acetosa</i>	-	-	-	r	-
<i>Solidago canadensis</i>	-	r	r	2	3
<i>Betonica officinalis</i>	-	-	-	r	-
<i>Stellaria media</i>	+	1	+	r	r
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	-	+	1	1	+
<i>Veronica arvensis</i>	r	r	-	-	-
<i>Vicia angustifolia</i>	-	r	r	r	r
<i>Vicia segetalis</i>	r	r	+	+	+



Abb. 8: In der Vegetation der Referenzfläche „Lungenberg“ am Gonsbach dominierten Brennnessel, Schilf, Weiden und Erlen (Foto: A. OESAU, 04.08.2016).

Tabelle 15: Arten im Referenzgebiet „Lungenberg“ in den Jahren 2014-2018.

Arten	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Acer campestre</i>	+	1	1	+	+
<i>Achillea ptarmica</i>	-	r	-	-	+
<i>Alnus glutinosa</i>	2	3	3	2	3
<i>Artemisia vulgaris</i>	r	r	-	r	r
<i>Bromus sterilis</i>	+	+	r	+	+
<i>Calystegia sepium</i>	r	r	r	+	+
<i>Carduus crispus</i>	r	+	+	+	r
<i>Cornus sanguinea</i>	+	2	2	2	2
<i>Elymus repens</i>	1	1	+	1	1
<i>Epilobium hirsutum</i>	r	-	r	+	2
<i>Erigeron annuus</i>	-	-	r	r	-
<i>Ficaria verna</i>	1	+	+	1	1
<i>Filipendula ulmaria</i>	r	-	-	+	+
<i>Galeopsis tetrahit</i>	r	r	r	-	-
<i>Galium aparine</i>	2	1	2	2	2
<i>Geum urbanum</i>	r	-	r	r	r
<i>Hypericum perforatum</i>	-	-	r	-	r
<i>Impatiens glandulifera</i>	2	1	2	2	2
<i>Oenothera biennis</i> agg.	-	-	r	r	-
<i>Phalaris arundinacea</i>	1	1	1	2	1
<i>Phragmites australis</i>	2	3	3	3	3
<i>Ranunculus repens</i>	r	+	+	+	+
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	+	+	+	+	+
<i>Rumex obtusifolius</i>	r	-	-	r	r
<i>Salix alba</i>	4	4	4	4	4
<i>Sambucus nigra</i>	1	2	2	2	2
<i>Solidago canadensis</i>	r	r	r	r	+
<i>Urtica dioica</i>	3	2	3	3	3
<i>Veronica hederifolia</i> agg.	r	r	+	r	r

der Sukzession eingeengt wurde. Auffallend ist der hohe Anteil an ausgesprochenen Stickstoffzeigern, von denen einige für übermäßig stickstoffreiche Standorte typisch sind (N = 9). Ein derart hoher Wert wurde im Renaturierungsgebiet nicht ermittelt. Beispiele sind *Calystegia sepium*, *Carduus crispus* und *Urtica dioica*. Die mittlere Stickstoffzahl beträgt 7,1. Sie zeigt an, dass es sich insgesamt um Arten handelt, die häufig stickstoffreiche Standorte besiedeln. Die Ursache liegt wohl darin, dass das Regenrückhaltebecken bei hohen Niederschlägen mit nährstoffreichen Abwässern der städtischen Kanalisation geflutet wird. Nach SCHMIDT (2016b) dient nach starken Regenfällen auch der Gonsbach im Renaturierungsgebiet als Ablauf für Mischwasser, wobei der Anteil an Schmutzwasser bei fünf Prozent liegt.

4.5 Vorkommen der Arten bezüglich einiger weiterer Umweltfaktoren

Sind bisher die Arten der Renaturierungs- und der Referenzfläche anhand ihres Verhaltens zur Feuchtigkeit (F) und zur Mineralstickstoffversorgung (N) betrachtet worden, so werden im Folgenden einige Hinweise zu ihrem Verhalten zur Beleuchtungsstärke (L), dem Wärmegefälle (T), der Kontinentalität (K) und der Bodenreaktion (R) gegeben. In der Tabelle 16 wurden die Daten des Sandgebietes der Renaturierungsfläche getrennt ausgewiesen, da dieses nicht zur eigentlichen Bachau zählt und andere ökologische Voraussetzungen bestehen. Es ist zu erkennen, dass grundsätzlich keine bedeutenden Differenzen der ausgewählten Umweltfaktoren bezüglich der

Tabelle 16: Vorkommen der Arten im Gefälle einiger Umweltfaktoren (Bewertung nach ELLENBERG 2001). L = Beleuchtungsstärke, T = Wärmegefälle, K = Kontinentalität (K) und R = Bodenreaktion.

Nr.	Bewertungsfläche	L	T	K	F	R	N
1	Renaturierungsfläche (sämtliche Arten)	7,1	6,0	4,0	6,4	6,8	5,9
2	Renaturierungsfläche (ohne Arten des Sandgebietes)	7,0	6,0	4,0	5,8	6,8	6,1
3	Referenzfläche	6,7	5,7	4,0	6,3	7,0	7,1

Untersuchungsräume bestehen. Lediglich ein leichter Anstieg der Stickstoffzahl (N) von der Renaturierungsfläche (Tab. 16, Nr. 1) zur Renaturierungsfläche ohne Einbezug der Arten des Sandgebietes (Nr. 2) bis zur Referenzfläche (Nr. 3) ließ sich ermitteln.

5. Diskussion

Aus einer Betonrinne in den Jahren 2013 bis 2014 befreit, durchfließt der Gonsbach nunmehr ein neues aquatisches Ökosystem, begleitet von einigen Stillwassersenzen. Da Hochwasserereignisse bisher in Grenzen blieben, konnte der Bach keine Eigendynamik entwickeln. Die Bauarbeiten hinterließen im ersten Untersuchungsjahr ein nahezu vegetationsfreies Gelände mit heterogenen Rohböden, die im folgenden Jahr bereits von 167 Pionierpflanzenarten besiedelt wurden. Die Ursache der hohen Diversität dürfte in den sehr heterogenen Lebensstätten liegen, die von extrem nährstoffarmen und trockenen Kalkflugsandböden bis zu nährstoffreichen, nassen Schlamm Böden und Gewässern reichen, zumal das an den Gonsbach grenzende Gelände ehemals brach lag oder gärtnerisch genutzt wurde und der Diasporenspeicher des Bodens gefüllt war. Bei den Erstbesiedlern handelte sich vor allem um Ackerwildkräuter aus der Klasse der Stellarietea mediae. Sie wurden in den folgenden Jahren nahezu vollständig von ausdauernden Arten verdrängt. Die höchste Artenanzahl ergab sich im dritten Untersuchungsjahr mit 236, die dann bis zum Ende der Erhebungen im Jahre 2018 auf 215 sank. Aufgrund des Flächengewinns starkwüchsiger Arten, vor allem im Bereich der Bachau, ist anzunehmen, dass die Artenanzahl in den kommenden Jahren weiter rückläufig ist. Ob sie jedoch bis auf das Niveau der Referenzfläche

absinkt (26 Arten), wird nicht erwartet, da im Renaturierungsgebiet ein hoher Anteil an Offenland erhalten bleiben wird. Die Vegetation der wenigen Brachen oberhalb der Aue bietet noch ein sehr buntes Bild verschiedenster Bruchstücke aus den Klassen der Artemisietea, Agropyreteea, Festuco-Brometea und Molinio-Arrhenatheretea. Bei Ausbleiben von Pflegemaßnahmen könnten sich auch meso- bis xerophile Gebüsche ansiedeln. Derzeit ist noch keine Entwicklungstendenz zu erkennen. Überhaupt zeigen die Ergebnisse, dass die Entwicklungen noch nicht beendet sind. Zu einer Problemart für die Brachflächen könnte sich *Calamagrostis epigejos* entwickeln. Das Land-Reitgras breitet sich seit längerer Zeit massiv aus und verdrängt auch im Renaturierungsgebiet durch seinen dichten Wuchs die meisten der mit ihr vergesellschafteten Begleiter. Die Ursachen dieses vielerorts zu beobachtenden Prozesses sind nicht restlos geklärt, doch dürften großflächige Bodenstörungen, die Aufgabe traditioneller Nutzungen, Eutrophierung (Stickstoffeinträge v. a. aus der Luft) und auch Klimaänderungen (wärmere und trockenere Sommer) die Art positiv beeinflussen (SCHUMACHER & DENGLE 2013). Eine ähnliche Entwicklung im Renaturierungsgebiet zeigte auch *Bunias orientalis*. Diesem Neophyt galt nach SCHMIDT (2016a) im Jahre 2016 eine mechanische Bekämpfungsmaßnahme. Da er nicht vollständig eliminiert werden konnte, sollte seine weitere Entwicklung unter Kontrolle bleiben. Kritisch zu bewerten ist ferner das Auftreten von *Heracleum mantegazzianum*. Der Riesen-Bärenklau ist zwar erst in wenigen Exemplaren vorhanden, vermag sich aber schnell auszubreiten. Wie *Bunias orientalis* verdrängt auch *Heracleum mantegazzianum* problemlos mit ihm vergesellschaftete Pflanzen und übt damit einen negativen Einfluss auf die Artenvielfalt aus. Über den Schaden

auf die heimische Vegetation und die Bekämpfungsmöglichkeiten dieser Arten informieren z. B. HARTMANN et al. (1994), SCHUHMACHER & DENGLE (2013), WOITKE (2002). WITTIG (2016) nimmt an, dass sich durch die zunehmende Kultivierung nicht einheimischer Arten in Gärten die Zahl der Neophyten weiter erhöhen wird.

6. Danksagung

Herrn Dr. Bernd AUGUSTIN (Bad Kreuznach) sage ich herzlichen Dank für die kritische Durchsicht des Abstracts. Herr Dennis HANSELMANN (Mainz) übernahm freundlicherweise die Bestimmung von *Polypogon viridis*. Die Bodenuntersuchungen führte die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer durch.

7. Literatur

- AESCHIMANN, D., LAUBER, K., MOSER, D. M. & THEURILLAT, J.-P. (2004): - Flora alpina. Band 2. 1188 S., Haupt, Bern.
- AMARELL, U. (2010): Bemerkenswerte Neophytenfunde aus Baden-Württemberg und Nachbargebieten (2004-2008). - Berichte der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland 6: 3-21. Karlsruhe.
- BLAUFUSS, A. & REICHERT, H. (1992): Die Flora des Nahgebietes und Rheinhessens. - Pollichia-Buch 26: 1061 S., Bad Dürkheim.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. - 3. Aufl., 865 S., Springer, Wien, New York.
- BUTTLER, K. P. & HAND, R. (2008): Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands. - Kochia, Beiheft 1: 1-107. Berlin.
- ELLENBERG, H. (2001): 1. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne *Rubus*). - In: ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobotanica 18: 3. Aufl., 9-166. Göttingen.
- EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFTEN (EG) (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327.
- HARTMANN, E., SCHULDES, H., KÜBLER, R. & KONOLD, W. (1994): Neophyten. Biologie, Verbreitung und Kontrolle ausgewählter Arten. - 302 S., ecomed, Landsberg.
- HÖLZEL, N., REBELE, F., ROSENTHAL, G. & EICHBERG, C. (2016): Ökologische Grundlagen und limitierende Faktoren der Renaturierung. - 23-53. In: ZERBE, S. & WIEGLEB, G. [Hrsg.]: Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. 498 S., Springer, Berlin, Heidelberg.
- KORNECK, D. (2016): Pflanzengesellschaften mit *Centaurea stoebe* s. l. im Rheingebiet. - Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz N.F. 22 (1): 23-58. Freiburg i. Br.
- METZING, D., GARVE, E. & MATZKE-HAJEK, G. et al. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Tracheophyta) Deutschlands. - Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (7): 13-358. Bonn-Bad Godesberg.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG, WEINBAU UND FORSTEN (2015): Befreiung des Gonsbachs - Aktion Blau Plus. - Gewässerentwicklung in Rheinland-Pfalz. 58-59. Mainz.
- OESAU, A. (2012): Zur Besiedlung renaturierter Abschnitte des Wiesbachs in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz) mit Moosen und Blütenpflanzen (Kryptogamen und Phanerogamen). - Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (2): 439-478. Landau.
- OESAU, A. (2018a): Auswirkungen einer Beweidung mit Eseln auf naturschutzfachlich wertvolle Glatthaferwiesen (*Arrhenatheretum elatioris*) im Stadtgebiet von Mainz. - Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 55: 133-160. Mainz.
- OESAU, A. (2018b): Veränderungen des Artenspektrums von Blütenpflanzen (Phanerogamen) in Renaturierungsgebieten am Wiesbach in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz) in den Jahren 2006 bis 2017. - Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 13 (4): 1151-1202. Landau.
- SCHMIDT, C. (2016a): Ökologischer Lebensraum wächst. - Allgemeine Zeitung 166, Nr. 246: 12. Mainz.
- SCHMIDT, C. (2016b): Schilf schießt in die Höhe. - Allgemeine Zeitung 166, Nr. 257: 12. Mainz.
- SCHÖNECK, L. & FUCHS, H.-J. (2017): Geländeklimatische Untersuchungen an ausgewählten Standorten im Gonsbachtal der Stadt Mainz. - Mitteilungen der Pollichia 99: 5-15. Bad Dürkheim.
- SCHÖNFELDER, I. & SCHÖNFELDER, P. (2002): Kosmos Atlas Mittelmeer- und Kanarenflora. - 2. Aufl., 303 S., Kosmos, Stuttgart.
- SCHUHMACHER, O. & DENGLE, J. (2013): Das Land-Reitgras als Problemart auf Trockenrasen. - 16 S., NABU, Hamburg.
- SEIBT, G. & BREHM, G. (2014): *Bunias orientalis*. - Neobiota. Gebietsfremde und invasive Arten in Deutschland (neobiota.bfn.de/handbuch/gefaesspflanzen/bunias-orientalis).
- STADTVERWALTUNG MAINZ [Hrsg.] (2013): Renaturierung des Gonsbachs: Jetzt geht es richtig los. - Pressemitteilung vom 14.05.2013. Mainz.
- TISON, J.-M., JAUZEIN, P. & MICHAUD, H. (2014): Flore de la France méditerranéenne continentale. - 2nd ed., 2078 pp., Naturalia Publications, Turriers.
- WESTER, R., BRAUNER, F.-O., TAUCHERT, J. & BARAN, C. (2015): Gewässerentwicklungsmaßnahme am Gonsbach zwischen Mainzer Straße und RRB

Lungenberg. - www.aktion-blau-plus.de/servlet/is/8970/15_v6_WesterBrauner.pdf

WITTIG, R. (2016): Neue Arten in der ruderalen Vegetation der Münsterschen Innenstadt. - Floristische Rundbriefe 50: 9-36. Schiffweiler.

WOITKE, M. (2002): Artenkombination, Etablierungsstadium und anthropogenes Störungsregime als Einflussfaktoren auf die Bestandsentwicklung der invasiven Brassicaceae *Bunias orientalis* L. und *Rorippa austriaca* (CRANTZ) BESSER in experimenteller Vegetation. - Dissertation zur Erlangung des Naturwissenschaftlichen Doktorgrades der Bayerischen Julius-Maximilian-Universität Würzburg: 91 pp., Würzburg [<https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/206/file/diss-woitke.pdf>].

Anschrift des Verfassers

Albert Oesau
Auf dem Höchsten 19
D-55270 Ober-Olm
E-Mail: Albert.Oesau@t-online.de

Manuskript eingegangen: 16.01.2019

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mainzer naturwissenschaftliches Archiv](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Entwicklung einer Auenlandschaft nach Renaturierung des Gonsbachs in Mainz in den Jahren 2014 bis 2018 127-149](#)