

Auenentwicklung am südlichen Oberrhein – „Trockenaue“ und rezente Rheinaue

Developments on alluvial and former alluvial riparian zones along the southern Upper Rhine

Albert Reif^{1*}, Stefanie Gärtner¹, Reinhard Zimmermann², Volker Späth³, Jörg
Lange⁴

¹ Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und natürliche Ressourcen, Professur für Vegetationskunde, Tennenbacherstr. 4, D-79106 Freiburg

² 17 Grand'Rue, F-68600 Geiswasser

³ Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN), Sandbachstr. 2, 77815 Bühl-Vimbuch

⁴ Regiowasser, Alfred-Döblin-Platz 1, 79100 Freiburg

*Korrespondierender Autor, E-mail: albert.reif@waldbau.uni-freiburg.de

Abstract

In the southern part of the Upper Rhine valley after Pleistocene a braided river system has developed, with all its characteristic species and plant communities. Worth noticing are hints in historic documents to pioneer vegetation types on gravel containing species from the alpine zone („Alpenschwemmlinge“), shrub vegetation with sea buckthorn and german tamarisk, forests with willow and grey alder, and riparian forest formed by hardwoods. The rectification of the Rhine river during the 19th century by the colonel Tulla and the resulting incision by sole erosion, the construction of a navigable waterway during the 1920ies, and the construction of the Rhine side channel mainly in the 1950ies and 1960ies modified the landscape, the sites and ecosystems.

Large area of the previous alluvial area fell dry, the ground water table dropped for several meters, the new landscape unit „Trockenaue“ (which means dry alluvial plain) was formed. Soils with higher available soil water storage capacity could be used for farming or production forest. On the skeleton-rich gravel soils economical use was not possible. The existing riparian forests declined and developed to grassland, shrubland, and forest patches with oaks and linden trees.

Adjacent to the rectified and incised Rhine river new ecosystems developed, resembling to natural riparian vegetation, with pioneer vegetation, initial shrubland, and forests formed by willows and poplars.

Zusammenfassung

Am südlichen Oberrhein hatte sich in der Nacheiszeit eine typische Umlagerungsaue der Furkationszone mit all ihren typischen Arten und Vegetationstypen herausgebildet. Besonders erwähnenswert sind alte Hinweise auf Pioniergesellschaften auf Kiesböden mit sog. „Alpenschwemmlingen“, auf Gebüsche mit Sanddorn und Deutscher Tamariske, Wälder mit Lavendelweide und Grauerle, sowie Hartholz-Auenwälder. Die Begradigung des Rheinstroms im 19. Jahrhundert durch den badischen Oberst Tulla und die daraus resultierende Eintiefung durch Solenerosion, die „Schiffbarmachung“ durch den Bau von Bühnenfeldern in den 1920er Jahren sowie der Bau des Rheinseitenkanals in den 1950er und 1960er Jahren veränderte Landschaft, Standorte und Ökosysteme drastisch.

Weite Gebiete der Rheinaue fielen trocken, der Grundwasserspiegel sank um mehrere Meter ab, es entstand die sog. „Trockenaue“. Böden mit besserer Wasserspeicherfähigkeit wurden landwirtschaftlich genutzt oder in produktive Wirtschaftswälder überführt. Auf den kiesigen Standorten erwies sich eine wirtschaftliche Nutzung als nicht möglich. Hier stellten sich nach dem Zusammenbruch der Wälder initiale Halbtrockenrasen und Trockenrasen, Gebüsche mit Arten wie Weißdorn, Hartriegel, Wolligem Schneeball ein. Naturnähere Bestockungen entstanden mit den Baumarten Winterlinde und Stieleiche, im Süden des Gebietes auch Flaumeiche.

Entlang des eingetieften „Restrheins“ finden sich heute Anklänge an eine natürliche Auenvegetation, mit Pioniervegetation, initialen Gebüschen und Wäldern aus Rötel- und Silberweide sowie Schwarzpappel.

Key words: Upper Rhine, landscape change, riparian forest, xerotheric, thermophilic, vegetation

Schlagwörter: Oberrhein, Landschaftswandel, Auen, xerotherm, thermophil, Vegetation

1. Das Gebiet am südlichen Oberrhein

Die südbadische Rheinebene ist eines der wärmsten und trockensten Gebiete Deutschlands (NATIONALATLAS BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 2003). Zwischen Müllheim und Breisach wirkt sich der Lee-Effekt der Vogesen noch abgeschwächt aus. Dieser Lee-Effekt und die niedrige Höhenlage bedingen sonnenreiche, sommerwarme Verhältnisse mit langer Vegetationsperiode. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen etwa 650 mm. Das Niederschlagsmaximum liegt im Zeitraum zwischen Juni und August, doch musste (bereits „vor der Klimaänderung“) jedes vierte bis fünfte Jahr als Dürrejahr bezeichnet werden (VOGEL 1969). Die Jahresmitteltemperatur beträgt 9 - 10° C, die mittlere Januartemperatur liegt bei 0 - 1° C, die mittlere Julitemperatur bei 18 - 19° C. An 60 - 80 Tagen des Jahres tritt Frost auf, die Zahl der Eistage liegt bei unter 20 (HÜGIN 1981). Während des Winters sind Temperaturinversionen mit Nebelbildungen charakteristisch.

Erdgeschichtlich gesehen entstand der Oberrheingraben im Tertiär durch stellenweise mehr als 3000 Meter tiefes Absinken des zentralen Grabens. Die obersten Sedimentschichten bestehen aus mehrere hundert Meter mächtigen fluviatilen Schüttungen (GEYER et al. 2011). Nach dem Ende der letzten Eiszeit und damit einhergehend der Bildung der Alpenrandseen, die als Sedimentfalle wirken, tiefte sich der Rheinstrom ein, indem jährlich etwa 500.000 bis 600.000 m³ Kies/Jahr erodiert wurden. So entstanden Niederterrasse und - getrennt durch das sog. „Hochgestade“ – die etwa 2 bis 3 km breite nacheiszeitliche Rheinaue.

In den Bodenprofilen der Oberrheinaue sind Schichten grober Alpenschotter vielerorts von kiesigen Sanden überlagert. Diese wiederum wurden vor allem in peripheren Bereichen sowie in den Weichholzauwäldern durch schluffige Sande überdeckt (Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit). Aufgrund der alpinen Herkunft ist das Ausgangsmaterial der Bodenbildung basenreich, zwischen 6 und 20 % der Kiese sind kalkig.

Auen schnell fließender Gebirgsflüsse (Gefälle >0,5 %) sind mit gabelig sich verästelnden Flussarmen als „Furkationszone“ ausgebildet. So auch früher am südlichen Oberrhein (GALLUSER & SCHENKER 1992). Die relativ starke Strömung bei Hochwasser führte zur Um- und Ablagerung grober Kiese und Gerölle, während das feinere Substrat flussabwärts ausge- tragen wurde. Bei Niedrigwasser bildeten sich große Kiesbetten und Inseln aus. Vor allem im Bereich der durchfluteten Flussrinnen sammeln sich gröbere Kiese als „Sohlenpanzerung“ oder seitlich als Uferwall an.

Die potenzielle natürliche Vegetation der Oberrheinauen bestand und besteht aus Pioniervegetation, Gebüsch mit Sanddorn oder Deutscher Tamariske, Weiden-, Pappel- und Grauerlenwäldern sowie Hartholzauwäldern.

Vergleicht man das heutige Aussehen der Landschaft am Oberrhein mit alten Gemälden und Schilderungen, so wird das Ausmaß der umwälzenden ökologischen Veränderungen nach der TULLA'schen Rheinkorrektur im 19. Jahrhundert und des Ausbaus des Rheins als Wasserstraße im 20. Jahrhundert deutlich. Diese Veränderungen wirken sich bis heute aus. Von kaum einem der dort anzutreffenden Lebensräume kann gesagt werden, er befinde sich im Gleichgewicht mit seinen Umweltbedingungen.

Noch heute erinnern manche Reliktpflanzen an den früheren Zustand als Furkationszone, andere sind inzwischen verschollen (Tab. 1). Während die Aue des 19. Jahrhunderts nach der TULLA'schen Rheinbegradigung auf großen Flächen trockenfiel und die Auwälder großflächig zusammenbrachen (Entstehung der „Trockenaue“), entstand im begradigten Rheinlauf ein schmales, oftmals unterbrochenes Band junger, rezenter Auenvegetation.

Tab. 1: Beispiele für alpine Pflanzenarten der Furkationszone des Oberrheins

Tab. 1: Examples of alpine plant species in the braided river bifurcation zone of the upper Rhine

An Sekundärstandorten heute noch vorkommend	Verschollen
Grau-Erle (<i>Alnus incana</i>)	Deutsche Tamariske (<i>Myricaria germanica</i>)
Knorpel-Lattich (<i>Chondrilla juncea</i>)	Alpen-Leinkraut (<i>Linaria alpina</i>)
Lavendel-Weide (<i>Salix eleagnos</i>)	Ufer-Reitgras (<i>Calamagrostis pseudophragmitoides</i>)
Rosmarin-Weidenröschen (<i>Epilobium dodonaei</i>)	Zwerg-Glockenblume (<i>Campanula cochleariifolia</i>)
Sanddorn (<i>Hippophae rhamnoides</i>)	

Diese Sondersituation am Oberrhein weckte seit langem das Interesse vieler Bearbeiter (BARNER 1952; BAUER 1951; BOGENRIEDER & HÜGIN 1978; HENRICHFREISE 1981; HÜGIN 1962, 1980, 1981; LAUTERBORN 1917; PAUTOU et al. 1997; REIF 1996; SCHEIFELE 1962; STEINER & BOGENRIEDER 1989; VOGEL 1969). Die vorliegenden Ergebnisse beruhen auf den Erhebungen der genannten Autoren, einer unveröffentlichten Diplomarbeit von RIPLEY (1998) über die rezente Silberweidenaue der Bühnenfelder bei Fessenheim, sowie Luftbildauswertungen von SPÄTH, ZIMMERMANN und SPENGLER (1997). Die Überflutungsverhältnisse wurden durch Einmessen von Hochwassermarken und die Verwendung von Daten der Rheinpegel Rheinweiler und Hartheim durch ZIMMERMANN im Rahmen eines Gutachtens 1998 untersucht. Die Syntaxonomie der Pflanzengesellschaften folgt im wesentlichen OBERDORFER (1994). Die Nomenklatur der Gefäßpflanzenarten folgt OBERDORFER (1994), die der Moose FRAHM & FREY (1983).

2. Geschichtlicher Rückblick

Alle Wälder im Gebiet des südlichen Oberrheins wurden über viele Jahrhunderte stark anthropogen genutzt und überformt (VOLK 1994). In einem Schreiben von 1768 wird der „Unterwald“ von Grißheim als ein ödes, nur mit Dornen und Gestrüpp und einigen wenigen Eichen bestandenes Gelände beschrieben. Die Eichen wurden als „krüppelhaft und abgestanden“ bezeichnet (VON STADEN & COCH 2000). BARNER (1952) zitiert einen Bericht von 1857, wonach der Gemeindewald Neuenburg zu „zwei Drittel Weiden und einem Drittel

Erlen, Eichen, Ulmen und Dornen“ bestanden war, wobei diese Angabe sowohl die Randbereiche als auch die Inseln in der Strommitte umfasst. SCHEIFELE (1962) beschreibt die Verhältnisse vor der Rheinkorrektur durch TULLA folgendermaßen: „Die Hauptbestockung des Rheinwaldes bestand damals fast ausschließlich aus hohen Wasserstand ertragenden Holzarten, vorwiegend aus Weiden, Erlen, Schwarz- und Silberpappeln. An höher gelegenen Orten traten noch Eichen, Eschen, Ulmen, Birken und Hainbuchen hinzu. Das Ganze war von einer üppigen und überaus dichten Strauchschicht unterstanden. Die Wirtschaftsform war Niederwald in kurzen 8 bis 15jährigen Umtriebszeiten ...“.

Zur Holznutzung hinzu kamen Grasnutzung und auf den Gemeindeweiden (Allmenden) Beweidung, so beispielsweise in Istein und Breisach (SCHULTE-MÄTER 1938). Nach BARNER (1952) wurden die Rheininseln in Niederwaldwirtschaft in 3 bis 5jährigem Umtrieb sowie zur Weide historisch derart übernutzt, dass es 1762 zu einer starken Reglementierung der Nutzung kam, in der u.a. das Beweiden frischer Schlagflächen und das Schlagen der Eichen untersagt wurde. Aus einem Bericht von 1773 wird ersichtlich, dass der Regelung wenig Beachtung geschenkt wurde: So heißt es: „... (ich traf) durchaus in allen Rheininseln, wo ich hinkam, Huf- und Rindvieher an, welches den jungen Aufwuchs wie Spargeln zusammenfraß...“ (BARNER 1952). Die Bestände der Hartholzaue wurden ebenfalls als Niederwald oder oberholzarmer Mittelwald bewirtschaftet, die Umtriebszeit lag bei nur etwa 8 bis 15 Jahren mit jeweils etwa 30 bis 40 Festmeter Holzmassenertag/ha (SCHEIFELE 1962). Der Unterwuchs dieser Wälder war strauchartenreich und dicht (SCHEIFELE 1962). Nicht regelmäßig überflutete Bestände waren meist Eichen-Hainbuchen-Mittelwälder (SCHEIFELE 1962).

2.1. Rheinkorrektur nach Tulla und späterer Rheinausbau

Der Rhein behinderte über viele Jahrhunderte die Landnutzung, erschwerte die Grenzziehung zu Frankreich, und sorgte immer wieder für verheerende Flutkatastrophen. Im 19. Jahrhundert wurden die großräumig konzipierten Pläne des badischen Oberst Johann Gottfried TULLA (1770 – 1828) zum Schutz gegen Hochwasser und Eisgang umgesetzt.

Im allmählichen Verlauf dieser TULLA'schen Rheinkorrektur wurde der Wasserstrom sukzessive in eine etwa 200 m breite, „rektifizierte“ Hauptrinne gezwungen. Dies geschah durch den Bau eines 18 bis 24 Meter breiten Leitgrabens, flankiert durch parallel laufende Uferdämme mit Zwischenabständen von 600 - 900 m (SCHULTE-MÄTER 1938), Altrheinarme wurden abgetrennt. Bereits um 1860 lag der "Talweg" des Rheins im Großen und Ganzen fest (BARNER 1952).

Die Bauarbeiten zur Rheinkorrektur begannen 1817 bei Karlsruhe, 1838 im Süden bei Bad Bellingen und wurden in der Hauptsache 1876 abgeschlossen (BERNHARDT 2000). Zu Beginn wurde zunächst der Weidenwald großflächig abgeholzt, um ein Arbeitsfeld zu schaffen. Tausende von Meterwellen Faschinenholz wurden damals "vorteilhaft" verkauft (BARNER 1952). Die Bevölkerung war anfänglich eher ablehnend, mancherorts konnte nur unter militärischem Schutz gearbeitet werden (SCHEIFELE 1962). Der Flusslauf verkürzte sich zwischen Basel und Mannheim um mehr als 80 km, das Gefälle erhöhte sich um 0,19 %, die Schleppkraft des Rheines erhöhte sich um den Faktor 30 (SCHEIFELE 1962). Die Rate der Sohlenerosion stieg oberhalb von Neuenburg von etwa 4 mm/Jahr (vor der Korrektur) auf etwa 70 mm/Jahr um das Jahr 1900.

Während der Arbeiten konnte der Rhein anfangs immer wieder über seine Ufer treten, bis der Fluss allmählich gemäß den TULLA'schen Überlegungen die Flusssohle erodierte und sich so sein eigenes Bett schuf. Die heutige Situation am Oberrhein ist geprägt durch die

starke Eintiefung des Flusses von etwa 6-7 m zwischen Istein und Neuenburg, 3 m bei Hartheim und 1-2 m bei Breisach (WITTMANN in SCHÄFER 1974). Große Flächen der ehemaligen Furkationszonenaue fielen trocken, etwa 10.000 Rheininseln zwischen Basel und Mainz verschwanden, Quellen und Brunnen trockneten aus. Beispielsweise versiegte der „Gießen“ bei Weinstetten, die Mühle fiel trocken.

Rheinausbau durch Honsell: Um den Rhein für die Ende des 19. Jahrhunderts aufkommende Großschifffahrt zu öffnen, wurde im TULLA'schen Rheinbett durch die Anlage von Buhnen ein auch bei Niedrigwasser durchgängig befahrbares Gerinne geschaffen. Die Arbeiten zwischen Istein und Kehl begannen am südlichen Oberrhein 1907 und wurden 1939 abgeschlossen.

Ebenfalls in diese Zeit fiel der Beginn des Baus des Rheinseitenkanals (1928 – 1959) auf der französischen Seite, nachdem Frankreich durch den Frieden von Versailles (1919) das Recht der alleinigen Nutzung der Wasserkraft zugesprochen bekommen hatte. Durch die Inbetriebnahme des Rheinseitenkanals wurde ein Großteil des Wassers vom Hauptstrom abgezweigt. Es erfolgte ein weiteres großräumiges Absinken des Grundwasserspiegels um weitere 2 bis 3 m, doch hörte die Sohlenerosion nun auf.

2.2. Geschichte der Landnutzung und Waldentwicklung nach der Rheinkorrektur

Unmittelbar nach der Rheinkorrektur waren die Weidenwälder in völlig "devastiertem" Zustand (Tab. 2). Vielerorts versuchte man, Mittelwälder zu begründen, indem man Eichen und Edellaubhölzer in größerem Umfange anbaute (SCHEIFELE 1962; VOGEL 1969). Auf Kiesrücken wurden schon 1860 erste Kiefernbestände gesät (BÄRTHEL 1965). Auf den trockenen fallenden Flächen siedelten sich in natürlicher Sukzession Erlen und Weiden an, systematische Aufforstungen begannen, die Waldfläche stieg an (SCHULTE-MÄTER 1938).

Bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts wich das Grundwasser vollständig aus dem Wurzelbereich der Bäume. Dies führte schließlich zu einem großflächigen Zusammenbruch der Rheinauwaldungen (vgl. BARNER 1952). Nach dem 2. Weltkrieg entließ die Forsteinrichtung den größten Teil der Wirtschaftsfläche wegen völliger Ertraglosigkeit aus dem forstlichen Verband, es entstanden die Lebensräume der sog. „Trockenaue“ (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 2000).

Angesichts zunehmender Grundwasserabsenkung wurde bereits nach dem Jahr 1923 der forstliche Anbau der Kiefer stark ausgedehnt, insbesondere auf gemeindeeigenen Grundflächen (Tab. 3). Im südlichen Forstbezirk Breisach wurden auf den schwemmlehmvergüteten Böden bis 1938 etwa 70.000 zweijährige Kiefern, daneben 40.000 junge Buchen und 30.000 Laubholzheister gepflanzt. Eine kurze Episode nahmen 1950 bis 1953 die Versuche einer Bestandesbegründung mit sog. „Trockenpappeln“ ein, von denen jedoch bereits in den ersten 4 Jahren 2/3 wieder eingingen (VOGEL 1969).

In den 60er Jahren erfolgten auf der Grundlage staatlicher Zuschüsse weitere Aufforstungen mit Kiefern (VOGEL 1969). Vollumbruch des Bodens, später auch vollflächiges Fräsen, Vergiften der Engerlinge durch "Hortex", anfänglich Zäunung, Bestandesbegründung durch Pflanzung sowie anfänglich intensive Jungwuchspflege zur Goldrutenbekämpfung erschienen erforderlich (VOGEL 1969). Die Kiefernkulturen wurden damals mit 14.000 bis 18.000 Pflanzen/ha (VOGEL 1969) in übergroßer Dichte begründet. Daher war das Wachstum der Kiefernkulturen bereits nach wenigen Jahren stark rückläufig. Wuchsstockung aufgrund zu hoher Baumzahlen (REINING 1991), sowie Schädlingskalamitäten des Triebwicklers (*Evetria buoliana*; bereits 1965 mit DDT bekämpft, VOGEL 1969) führten zu hohen Kosten (REINING 1991).

Tab. 2: Entwicklung der „Trockenaue“ nach Beendigung der Rheinkorrektur

Tab. 2: Development of the dry alluvial site (Trockenaue) after the Rhine river bed was modified

Jahr	Zustand der „Trockenaue“
1857	2/3 Weiden und 1/3 Erlen, Eichen, Ulmen und "Dornen"
1890	- Weiden, Erlen und Pappeln wachsen noch "ausgezeichnet" - Im heute trockensten Teil bereits "Partien trockener Kiesrücken" sichtbar
1903	Grundwasserspiegelsenkung spürbar. Bestockungsverbesserung der Laubwälder gescheitert
1913	Boden hat "nicht mehr die natürliche Feuchtigkeit"
1913-1923	Flächenweiser Ausfall der Ulmen, dann Eschen, Erlen, Eichen, Ahorne, Zusammenbruch der Hartholzaue. Dürholzanteil diktiert Hiebsatz. Entwicklung eines "lichten Buschwalds"
1920er Jahre	Weitere "Devastierung" durch Kahlschlag, Austrocknung
1931	Gleichmäßige Behandlung der Standorte nicht mehr möglich. Laubholz-, Kiefern-, Halbwirtschaftsflächen
bis 1935	Entnahme einer "ungeheuren Menge" an Grasstreu
1948	Waldzerfall weiter fortgeschritten. 67% arB-Fläche, 33% "anbauwürdige Wirtschaftsfläche". Frischere Feinlehmstandorte: Eichen- und edellaubholzreiche Bestände erhalten
1975-80	Ulmensterben

Tab. 3: Geschichte der forstlichen Eingriffe

Tab. 3 History of forestry practices

• Auf Kiesrücken schon 1860 erste Ansaat von Kiefern • ca. 1890: Anbau von Eichen und Edellaubhölzern • Nach 1923 Ausdehnung des Kiefernanbaues • Dazu Buchen, andere Laubhölzer • Robinie von der Flußbaubehörde am Rhein eingebracht • 1950-53 Bestandesbegründungen mit Trockenpappeln • Danach weitere Aufforstungen mit Kiefern: - Vollumbruch des Bodens - Vollflächiges Fräsen - Vergiften der Engerlinge durch "Hortex" - Pflanzung (14.000 bis 18.000 Pflanzen/ha) - Zäunung - Intensive Jungwuchspflege zur Goldrutenbekämpfung - Wuchsstockungen! - Kalamitäten des Triebwicklers mit DDT bekämpft - Laubholzstreifen wegen Feuergefahr - Auskiesen von Löschteichen • Anbau von Douglasie und Roteiche gescheitert • Auf den besseren Böden Pflanzung von Spitzahorn

Die kiesigen Altrheinarme bei Breisach sowie großflächige Kiesstandorte weiter südlich (z.B. Rheinwald von Neuenburg, heute NSG) wurden von Aufforstungen ausgespart und der natürlichen Sukzession überlassen (SCHULTE-MÄTER 1938; VOGEL 1969). Heute sind sie von Gebüsch- und Rasenstadien bewachsen. Die Goldrute (*Solidago gigantea*) begann vor allem auf lehmigen Sanden große Flächen zu erobern, sie bildet heute auf waldfreien Schwemmlehren Dominanzbestände, "manche Aufforstung wurde zu einem Problem der Goldrutenbekämpfung" (SCHEIFELE 1962).

2.3. Das „Integrierte Rheinprogramm“ (IRP)

2.3.1. Retention als Kompensation der Hochwasserverschärfung (von Jörg Lange, Regiowasser Freiburg)

Durch die verschiedenen Maßnahmen der Begradigung und Kanalisierung sind am südlichen Oberrhein seit dem 19. Jahrhundert über 90 Prozent der ehemals vorhandenen Auen und Überflutungsräume beseitigt worden (<http://www.restrhein.de/home.shtml>; Zugriff 4.2.2013). Im begradigten Flussbett bewegt sich die Hochwasserwelle jetzt fast doppelt so schnell auf Straßburg und Karlsruhe zu. Und noch fataler: Durch die Laufzeitbeschleunigung der Hochwasserwelle im Oberrhein ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Hochwasserwellen von Rhein und Neckar bei Mannheim/Ludwigshafen zeitgleich zusammenstoßen, deutlich angestiegen. Ein Hochwasseresaster für die beiden Städte, einschließlich der BASF und dem wenig stromabwärts gelegenen Worms ist vorprogrammiert.

Um die Hochwassersicherheit von Straßburg bis Mainz/Wiesbaden wieder annähernd herzustellen, sind Frankreich, Baden-Württemberg und Hessen verpflichtet, anstelle der beseitigten Rheinauen ersatzweise neuen Rückhalteraum zu schaffen. Während sich früher die Hochwasserwelle in den ausgedehnten Rheinauen „totlaufen“ konnte, soll der Spitzenabfluss jetzt gezielt in ein Dutzend Polder zwischen Breisach und Karlsruhe geleitet werden. Im Rahmen des „Integrierten Rheinprogramms“ (IRP) versucht Baden-Württemberg in diesen Poldern die Hochwasservorsorge und den Naturschutz zu vereinen (<http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1188090/index.html>). In Poldern soll bereits bei kleineren Hochwässern durch sogenannte „ökologische Flutungen“ die Vegetation wieder an wechselfeuchte Bedingungen angepasst werden. Mit den „ökologischen Flutungen“ wird angestrebt, wieder eine auenähnliche Vegetation heranzuziehen, die bei Extremhochwässern im Retentionsfall auch längere Überflutungen weitgehend schadlos übersteht (GEWÄSSERDIREKTION SÜDLICHER OBERRHEIN/HOCHRHEIN 2001).

2.3.2. Die Tieferlegung des südbadischen Rheinvorlandes (von Jörg Lange)

Die nördlich von Breisach vorgenommene Rückverlegung von Dämmen ist am südbadischen „Restrhein“ für eine Hochwasserretention nicht zielführend. Denn auf Grund der früheren Rheinbegradigungen hat sich der Rhein seit dem 19. Jahrhundert streckenweise um über 10 Meter in seinen kiesigen Untergrund eingeschnitten. Durch die geplante und teilweise bereits realisierte Tieferlegung des Rheinvorlandes kann sich der Rhein im Hochwasserfall bis zu 700 m landeinwärts wieder ausdehnen. Auf den durch Entnahme von 50 Millionen Tonnen Kies entstehenden „Abtragsflächen“ stellt sich sofort eine autotypische Vegetation aus Weiden und Pappeln ein. Ein dichter Bestand aus Weiden und Pappeln ist essentiell, er soll die Hochwasserfluten so stark verlangsamen, dass es rechnerisch südlich von Breisach zu einem Hochwasserrückhalt von 25 Millionen Kubikmetern (Äquivalent) kommt. Damit

wird der Ablauf der Hochwasserwelle aus Basel im Wesentlichen zeitlich verzögert, die Hochwasserspitze gekappt.

Der Rückhalteraum wird durch Geländeabtrag bis im Durchschnitt 50 cm über den mittleren niederen Grundwasserstand abgetieft. Dabei wird die Sohle nicht planeben, sondern im Dezimeterbereich schwankend modelliert. Die Unregelmäßigkeit wird durch die Anlage flacher Rinnen ("Schluten") sowie von Wällen in Fließrichtung erreicht. Durch das unregelmäßige Relief finden angeflogene oder angeschwemmte Samen bei unterschiedlichen Wasserständen stets geeignete Keimbedingungen. Die nach der Tieferlegung anstehenden offenen Kiesflächen sind zunächst empfindlich gegen Erosion bei Hochwasser. Bis zu einer Besiedelung durch Pflanzen müssen die Kiesflächen in den jeweiligen Abbaubereichen vorübergehend vor einem direkten Strömungsangriff geschützt werden. Hierzu bleibt der Leinpfad entlang des Restrheins - insbesondere an Fließstrecken mit starkem Strömungsangriff - zunächst in der bestehenden Form als Damm erhalten. Erst nach dem Aufkommen einer „strömungsresistenten“ Vegetation wird der Leinpfad völlig geöffnet werden, um eine Überströmung der dann vegetationsbestandenen Abtragsflächen zu ermöglichen.

Begonnen wurde mit den Arbeiten im Süden an der Kanderermündung. Der Flusslauf der Kander wurde über mehrere 100 Meter parallel zum Rheinverlauf mäandertartig modelliert und im Jahr 2010 wieder an den Rhein angeschlossen. Bereits ein Jahr nach der Maßnahme waren große Flächen mit Jungpflanzen von Weiden und Pappeln wieder bestockt (Abb. 1). Insgesamt werden 18 Teilflächen mit insgesamt 420 Hektar der sog. „Trochenaue“ bis etwa zum Jahr 2025 „ausgekiest“ werden.



Abb. 1. Schwarzpappelverjüngung (*Populus nigra*) auf neuer Auskiesungsfläche. – Autobahnausfahrt Efringen-Kirchen, 24.8.2012.

Fig. 1. Regeneration of black poplar (*Populus nigra*) in a new gravel pit. – Near highway exit Efringen-Kirchen, 24.8.2012.

3. Rezente Rheinauen – menschliche Eingriffe, Vegetation und Standorte

Nach erneuter Absenkung des Rheinwasserspiegels als Folge des Baus des Rheinseitenkanals entstanden in den letzten 60 Jahren im Bereich der Bühnenfelder südlich von Breisach auf etwa 200 Hektar neue Auwälder durch natürliche Sukzession. Wie Luftbildauswertungen zeigen, können innerhalb von etwa 25 Jahren geschlossene Gehölzbestände einer neuen Weichholzaue mit neu aufgelandetem Substrat entstehen (SPÄTH et al.1997).

Zwischen den Bühnen kam es schon vor dem Bau des Rheinseitenkanals zu Anlandungen mit Kiesbänken und Flachwasserzonen. Alte LUFTBILDER des Jahres 1944 zeigen beispielsweise erste Anlandungen im Bereich des „Kapellengrien“ bei Rheinweiler und des „Schneckenköpfe“ bei Hartheim. Heute liegen diese höchstgelegenen Flächen zwischen 2,5 und 5 Meter über Niedrigwasser und werden nur noch von Spitzenhochwässern überflutet.

Auf der deutschen Rheinseite führt die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes regelmäßig stärkere Auslichtungen durch. Dadurch soll der Treibholzexport bei Hochwasser reduziert und die Sicherheit der Schifffahrt gewährleistet werden. Hierbei entstehen parkartige Gebüschgruppen, durchsetzt mit Pionierrasen, Goldruten-, Brennessel- und Kratzbeerengruppen.

Auf der französischen Rheinseite verlief die Sukzession wenigstens auf Teilflächen von Beginn an ungestört und wird in jüngerer Zeit gänzlich sich selbst überlassen. Dies führt zu einer ausgeprägteren bestandesstrukturellen Zonierung, zu dichteren Strauchweidenbüschen und Naturwäldern aus Silberweiden und Pappeln, die heute ein Alter von etwa 60 Jahren, eine Höhe von 20 bis 30 m und Brusthöhendurchmesser von 30 bis 90 cm aufweisen.

3.1. Standort

Substratdynamik, Höhe und Dauer der Überflutungen sowie mechanische Belastungen differenzieren die Vegetation rezenter Auen (ELLENBERG 1996). Erst der durch Hochwasser freigelegte Mineralboden ermöglicht den Weiden und Pappeln die Ansamung, somit die Entstehung von Weichholz-Pionier- und Auenwäldern. Wichtig sind weiterhin extreme Hochwässer während der Vegetationsperiode, da hierdurch die nicht überflutungsresistenten Arten absterben (CARBIENER 1974; CARBIENER & SCHNITZLER 1990; DISTER 1983).

Wasserhaushalt

Abflussmessungen ergeben einen Mittelwert von 1053 m³/sec (Basel, Zeitraum 1891 – 2003), mit Extremwerten von etwa 500 m³/sec bis knapp 5000 m³/sec. Der Rheinseitenkanal nimmt bis zu einem Abfluss von 1400 m³/sec die Hauptwassermenge des Rheins auf.

Zwischen dem Stauwehr Märkt und Breisach ist die Wasserführung des „Restrheins“ daher durch lang anhaltende Niedrigwasserperioden bestimmt. Diese sind für die Ausprägung und Zonierung der Bühnenfeld-Vegetation bestimmend. An etwa 300 Tagen im Jahr floss bis zum Jahr 2010 nur die Mindestwassermenge von winterlichen 20 und sommerlichen 30 m³ Wasser/sec ab. Nach Neuverhandlungen im Rahmen der Konzessionsverlängerung mit den Betreibern der Wasserkraftwerke, der EDF, wurde aus Naturschutzgründen diese Restwassermenge seit dem Jahr 2011 auf 150 m³/sec angehoben.

Erst bei Überschreitung dieser Wassermenge wird der „Überschuss“ am Stauwehr Märkt in den Rhein abgeleitet. Bei größeren Hochwässern kann es zu einem sehr raschen Anstieg des Wasserspiegels und hochreichenden Überflutungen der Bühnenfelder kommen. Bis zu

einem Abfluss von über 4000 m³/sec (HÜGIN 1981) werden Wasserstände in der Größenordnung von 4 bis 6 Metern über dem Niedrigwasserstand erreicht.

Bodenbildung und Geländemorphologie

Während der relativ kurzzeitigen Hochwasserperioden finden auch heute noch Sedimentverlagerungen statt. Stärker überströmte Bereiche unterliegen der Erosion, hier bilden grobe Schotter bei Niedrigwasser einen Rohboden (Kalk-Rambla), der von schütterer Vegetation sporadisch mit einem grünen Schleier überzogen wird. An Prallufern legt die Strömung die Blockpackungen der Buhnen und Dämme frei. An Gleitufeln und auf den Buhnenfeldern werden vor allem Mittel- und Feinsande abgelagert. Humusanreicherung durch die Vegetation lässt hier eine Kalk-Paternia entstehen.

Seitlich der stets wasserführenden Niedrigwasserrinne werden bei Hochwasser länglich geformte Uferwälle geschüttet, die durch Weiden und Pappeln besiedelt und weiter aufgelandet werden. Zwischen den Uferwällen und dem Leinpfad entstand so ein System aus terrassenförmigen Ablagerungen, unterbrochen von Flutrinnen und -mulden. In diesen kann das Wasser bei ablaufendem Hochwasser für längere Zeit stagnieren, im Extremfall erfolgt hier der Übergang zu dauernassen Gleyböden.

Modifiziert werden diese Effekte durch das System der teilweise noch das Gelände überragenden Buhnen. Flussaufwärts einer Buhne erfolgt verstärkte Auflandung. Unterhalb findet eine Auskolkung statt, lehmige Geländesenken und Tümpel entstehen.



Abb. 2. Umgelagerte Gerölle, Sandbänke, von der Strömung deformierter Weichholz-Auenwald. - Kapellengrien, 10.2.2008

Fig. 2. Deposited pebbles, sand bars, floodplain softwoods deformed by the current - Kapellengrien, 10.2.2008

Substratverlagerung und ihre Bedeutung für die Vegetation

Aufgrund der langen Niedrigwasserperioden gewinnt die **Substratverlagerung** und die damit einhergehende Erhaltung sowie Neuentstehung fast vegetationsfreier Kies- und Sandflächen gegenüber dem Faktor der Überflutungsdauer sehr an Bedeutung.

- Bei starken Hochwässern mit Abflußgeschwindigkeiten von 3 bis 4 Metern pro Sekunde werden starke mechanische Kräfte wirksam. Diese deformieren selbst niedrige Weiden und Pappeln und entwurzeln größere Baumindividuen (Abb.2). Vor allem im stromaufwärtigen Bereich der Bühnenfelder entstehen bis zu 2 Meter tiefe Rinnen.

Das ständige Vorhandensein neu entstehender Bodenoberflächen begünstigt Pionierarten und Arten mit starkem vegetativem Regenerationsvermögen.

Das Hochwasserereignis von 1999

Nach einem schneereichen Winter und regenreichen Frühling 1999 waren die Alpenrandseen weit überdurchschnittlich gefüllt und wurden zu Verursachern eines lang anhaltenden Sommerhochwassers. Zwischen Mai und Juli 1999 war die rezente Rheinaue randvoll, das Wasser trat stellenweise bereits in die „Trockenaue“ über. Die größte Hochwassermenge mit 4900 m³/sec am Pegel Rheinfelden wurde am 12.5.1999 gemessen, was in etwa das 10fache der Niedrigwassermenge von Trockensommern entspricht. Nur durch das Glück eines nicht sehr regenreichen Julimonats blieb der Oberrhein damals von einer größeren Flutkatastrophe verschont. Erst im August 1999 fielen die Wasserstände langsam. Bereits im Oktober 1999 fanden sich auf feinsandigen Auflandungen große Bestände mit Sämlingen von Weiden (*Salix alba*, *S. x rubens*) und Pappeln (v.a. *Populus nigra*) von etwa 20 cm Höhe und einer bis zu 60 cm tiefen Pfahlwurzel. Besonders reichlich war die Salicaceen-Verjüngung auf dem Niveau der Hartholzaue, da hier das Hochwasser früher zurückwich. Zugleich bildeten sich im Spätsommer auf abgelagerten Feinsanden großflächig annuelle Knöterich-Fluren heraus.

3.2. Vegetation (Tab. I)

Die Vegetation des Rheins ist heute durch wasserbauliche Maßnahmen stark verändert (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 2000). Feuchteliebende Nitrophyten, Rohrglanzgras und aufkommende Weidenarten prägen das Bild. Im unmittelbaren Uferbereich kommen initiale Weidengebüsche mit Silber-, Rötel-, Purpur- und Lavendelweide auf. Weiden und Pappeln können erst oberhalb von etwa 60 cm über der Niedrigwasserlinie überleben, dort wachsen sie zu den Pionierwäldern der rezenten Weichholzaue heran. Schöne Bestände überflutungsgeprägter Weichlaubholz-Wälder finden sich am Oberrhein auf französischer Seite (Ottmarsheim, Chalampé, Fessenheim), da dort eine natürliche Sukzession seit mehreren Jahrzehnten toleriert wurde, während auf deutscher Seite aus wasserwirtschaftlichen Gründen eine Entnahme der großen Bäume (Vermeidung von Treibholz im Hochwasserfall) die Bildung von Weidenwäldern bislang stark beeinträchtigte.

3.2.1. Krautige Pioniergesellschaften

Die Pioniervegetation der tiefen Weichholzaue wird durch einjährige Arten sowie stickstoffliebende, ausläuferbildende Gräser und Kräuter gebildet. Flächenmäßig bedeutend sind

die Flutrasen mit dominierendem Kriechstraußgras (*Agrostis stolonifera*) und Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*).

Wasserkressen-Kriechstraußgras-Flutrasen

Noch heute finden sich im Bereich des Rheins lokal großflächige Kiesbänke, welche die Situation der früheren Furkationszone widerspiegeln. Bei Rheinweiler sind nach starken Hochwässern die groben Gerölle mit Durchmessern von etwa 20 cm entsprechend der Flutrichtung dachziegelartig eingeregelt. Während der langdauernden Niedrigwasserperioden stellt sich etwa 10 cm oberhalb der Wasserlinie eine schütterere Pioniervegetation ein, die der Wasserkressen-Kriechstraußgras-Flutrasen (*Rorippo-Agrostietum prorepentis*; Tab. I/1-4; Abb. 3) bei OBERDORFER (1983) entspricht und in vielen Auengebieten Europas auftritt. Die Vorkommen nitrophytischer Arten wie Stumpfbblätteriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*), Klebkraut (*Galium aparine*) und vereinzelte Brennesseln (*Urtica dioica*) weisen auf die Eutrophierung durch den Rhein hin. Begleitet werden diese Arten von Nässezeigern wie Wasserdarm (*Myosoton aquaticum*), Roß-Minze (*Mentha longifolia*), Behaartes Weidenröschen (*Epilobium hirsutum*) und Knotige Braunwurz (*Scrophularia nodosa*) sowie Pionierarten wie Weiden-Keimlinge, Knöterich-Arten, Straußgras (*Agrostis stolonifera*) und Schwarzfrüchtiger Zweizahn (*Bidens frondosa*). Entlang der Niedrigwasserlinie können sich nach einem Jahr mit überdurchschnittlichem Hochwasser üppige Bestände des Barbarakrautes (*Barbarea vulgaris*) entwickeln.



Abb. 3: *Agrostis stolonifera*-Flutrasen. – Fessenheim, 28.6.2007

Fig. 3: *Agrostis stolonifera*- flood-meadow. – Fessenheim, 28.6.2007

Rohrglanzgras-Flußröhricht

Mit zunehmender Entfernung von der Hauptrinne sowie im Schutz von Bühnenfeldern verringert sich die Strömungsgeschwindigkeit im Falle eines Hochwassers. Dies führt bei ablaufendem Hochwasser zu Auflandung mit mehrere Dezimeter mächtigen Ablagerungen feinsandigen Materials. Es bilden sich Uferwälle und Terrassen heraus, die oberhalb von etwa 80 cm über der Niedrigwasserlinie von Beständen des Rohrglanzgrases (*Phalaris arundinacea*) beherrscht werden. Dieses Rohrglanzgras-Röhricht (Tab. I/5-13) wird durch Sommerhochwässer häufig überflutet und niedergedrückt. Es ist durchsetzt von einzelnen deformierten Weidenindividuen, die der Strömung des Wassers nur bis zu einer bestimmten Größe zu trotzen vermögen.

Knickfuchsschwanz-Flutrasen

Der Knick-Fuchsschwanz (*Alopecurus geniculatus*) bildet an der Uferlinie von Tümpeln und strömungsberuhigten Rändern von Auskolkungen schmale, manchmal nur handbreite Rasen.

Annuelle Pioniervegetation

Auf tiefliegenden, häufig überfluteten kies- und schotterreichen Uferbänken bilden der Milde Knöterich (*Polygonum mite*), Ampfer-Knöterich (*Polygonum lapathifolium*) und indisches Springkraut (*Impatiens glandulifera*) während spätsommerlicher Niedrigwasserperioden flächendeckende Pionierbestände. Im Kontakt hierzu stehen Flutrasen mit Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*). Eine ähnliche Knöterich-Pioniervegetation beschreibt Philippi (1984) von Schwemmböden an Rhein und Ill.

Als besonders lehrreich erwies sich das extreme Sommerhochwasser des Jahres 1999. Die ausdauernden, wenig überflutungsfesten Rhizompflanzen Brennessel und Goldrute sowie die Brombeeren starben großflächig ab. Selbst die Rohrglanzgras-Röhrichte der tiefen Weichholzaue wurden stark geschädigt.

An vielen Stellen sorgte Überschotterung und Übersandung für neue Oberflächen. Auf diesen entwickelten sich bis zum Spätsommer hochwüchsige Therophytenbestände mit Knöterich-Arten (*Polygonum lapathifolium*, *P. mite*), Fuchsschwanz-Arten (*Amaranthus bouchonii*, selten *A. lividus*, *A. albus*, *A. cruentus*), Schwarzem Nachtschatten (*Solanum nigrum*), Wasserdarm (*Myosoton aquaticum*) und Vielblütigem Gändefuß (*Chenopodium polyspermum*).

Brunnenkressen-Bestände

In der unmittelbaren Uferzone bei Istein sowie in strömungsberuhigten Kolken kommt die Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*) in kleinen, jeweils nur wenige dm² großen Beständen vor. Begleitende Arten sind Wasser-Ehrenpreis (*Veronica catenata*), Bach-Bunge (*Veronica becca-bunga*) und Arten der Flutrasen.

3.2.2. Wälder und Gebüsche der rezenten Aue

Silber- (*Salix alba*) und Rötelweiden (*Salix x rubens*) sowie Pappeln prägen die Wälder der rezenten Aue (Tab. I/14-43). Vor allem in Feinerdetaschen zwischen den Geröllen finden die Salicaceen-Samen zusagende Keimbedingungen. Sie können sich zu flächigen Gebüschinitialen mit Silber-Weide, der am Oberrhein sehr häufigen Rötel-Weide und der Purpur-Weide (*Salix purpurea*), selten auch Korb-Weide (*Salix viminalis*), Schwarz-Weide

(*Salix nigricans*) und Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*) weiterentwickeln. Die beiden Pappelarten (*Populus nigra*, *P. alba*) sind stellenweise beigemischt. Vor allem die Schwarzpappel setzt sich auf sommertrockenen, kiesigen Uferwällen durch. Unterschiede in Entwicklungszeit, Dauer und Höhe der Überflutung ermöglichen eine standörtliche, floristische und bestandesstrukturelle Differenzierung. Synsystematisch sind die Gehölzbestände der Weichholzaue der Klasse der *Salicetea purpureae* zuzuordnen, vertreten durch das *Salicetum albae* Issler 1926, das *Salicetum eleagni* Hag. 16 ex Jenik 1955, sowie die ranglose *Salix purpurea*-Gesellschaft (OBERDORFER 1992, 1994).

Tiefe Weichholzaue: Silberweiden-Wald

An Flußabschnitten mit trockenfallenden, flächigen Schotterbänken können aus dem Wasserkressen-Kriechstraußgras-Flutrasen junge, niedrigwüchsige Silberweiden-Gebüsch-Stadien mit einer lückigen Krautschicht entstehen (Tab. I/14-19; Abb. 4). Die Bestände sind bei Hochwasser starken Strömungen ausgesetzt und haben oftmals eine nur sehr kurze Lebensdauer. Kommt die Substratverlagerung zur Ruhe, entstehen nahe der Niedrigwasserlinie in wenigen Jahren pionierartige, strömungsgeformte Silberweidenwälder mit 4 bis 6 Metern Wuchshöhe und einer lückigen Krautschicht.



Abb. 4: Silberweiden-Wald, vor etwa 50 Jahren entstanden in natürlicher Sukzession auf neuer Anlandung nach dem Schluss des Dammes im Zuge des Weiterbaus des Rheinseitenkanals. - Fessenheim, 14.3.2007

Fig. 4: Silver willow forest, established about 50 years ago through natural succession on accumulated sediment after a dam was closed during the construction of the Rhine River side canal. - Fessenheim, 14.3.2007

Schließlich wachsen die Jungweiden zu **gleichaltrigen** Gebüsch und Wäldchen heran. Sie tragen ihrerseits zur weiteren Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit bei. Folge hiervon sind schnelle Auflandung mit Feinsanden und Ausbreitung von Rohrglanzgras, es entsteht der Silberweiden-Auwald in der Rohrglanzgras-Ausbildung (Tab. I/20-29). Die große Brennessel (*Urtica dioica*) sowie die Arten der hohen Weichholzaue treten hier wegen häufiger Überflutung noch zurück.

In vielen Bodenprofilen der Aue weisen meterdicke Sandschichten über Kies auf die veränderten Sedimentationsbedingungen hin. Besonders starke lehmige Auflandungen zeigen sich in den schwächer durchströmten Buchten an einer ehemaligen Ausleitung des Rheins bei Fessenheim. Der Weiterbau des Rheinseitenkanals reduzierte dort die Strömung im Bereich der vormaligen Einmündung des Rheinseitenkanals in das Rheinbett. Der durch den Weiterbau des Rheinseitenkanals erfolgte Dammschluss im Jahre 1959 führte dort zur Bildung eines heute etwa 50-jährigen Silberweidenwaldes mit einem dichten Unterwuchs von Nitrophyten, insbesondere Brennessel (Abb. 4).

Ungleichaltrige Silberweiden-Wäldchen mit einer mosaikartigen Struktur können durch wiederholte Sedimentation aus Rohrglanzgras-Röhricht unter Bildung niedriger Uferbänke entstehen. Lokale Übersandungen im Gefolge von Hochwasser werden vor allem im Winterhalbjahr von Rispengras (*Poa trivialis*, *P. palustris*) besiedelt. Im Frühsommer können sich bei günstigen Witterungsbedingungen Weiden ansamen. Bei derart entstandenen Wäldern wurde eine Altersspanne der Bäume von bis zu 15 Jahren festgestellt.

Hohe Weichholzaue: Weiden- und Pappelwälder

Im Bereich größerer Bestände und stärkerer Stabilität der Stämme sind die Weiden in der Lage, die Strömungsgeschwindigkeit zu reduzieren. Folge ist eine Ablagerung von Feinsand und Schluff. Im Laufe der Zeit führt dies zu weiteren Auflandungen. In vielen Beständen werden die Stämme in nur wenigen Jahren etwa ein bis zwei Meter tief einsedimentiert. Auf diese Weise entsteht die hohe Weichholzaue. **Baumhöhen von über 20 Metern** sowie **Veränderungen der Bodenflora** weisen auf die günstigeren Wuchsbedingungen hin.

Etwa zwei Meter über der Niedrigwasserlinie gewinnen Brennessel (*Urtica dioica*) und Indisches Springkraut (*Impatiens glandulifera*) aufgrund der meistens nur mehr kurzen Überflutungsperioden an Konkurrenzkraft. Im Unterwuchs treten Kratzbeere (*Rubus caesius*) und zerstreut Gundermann (*Glechoma hederacea*) auf. Das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) kommt nur mehr vereinzelt oder gruppenweise vor. Die Kriechende Quecke (*Elymus repens*), Rohrschwengel (*Festuca arundinacea*), Efeublättriger Ehrenpreis (*Veronica hederifolia* ssp. *lucorum*), Sumpfkresse (*Rorippa palustris*, *R. austriaca*) und vereinzelt Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*) treten hinzu. Eine Ansamung von Weiden ist aus Konkurrenzgründen nicht mehr möglich. Allerdings vermögen abgebrochene, geworfene und übersandete Bäume wieder auszutreiben und Polykormone zu bilden. Die Bodenoberfläche weist Treibholzfelder, Geschwemmselbänke aus organischem Feinmaterial und Mineralbodenbereiche auf, garniert mit angeschwemmtem Plastikmüll und Styropor. In den Ästen hängen Gräser und zerfetzte Plastikfolien.

Je nach dominierender Baumart können Silberweiden-Wälder (häufig) und Schwarzpappel-Wälder (nur lokal vorkommend) unterschieden werden.

Silberweidenwälder: Höhere Uferwälle und Terrassen sowie die kolkartigen Vertiefungen direkt stromabwärts der Buhnen werden von hochgewachsenen, galerieartig bis flächig ausgebildeten Silberweidenwäldern mit Kratzbeere besiedelt (Tab. I/37-43). Im Unterstand können Silber- und Graupappel (*Populus alba*, *P. x canescens*) vorkommen.

Randlich kann die Purpurweide (*Salix purpurea*) Mantelgebüsche bilden, selten tritt hier die Korbweide (*Salix viminalis*) hinzu.

Schwarzpappel-Wälder: Hochwüchsige Schwarzpappel-Wälder besiedeln die hohen Uferterrassen nahe des Leinpfades (Tab. I/44-47), so bei Istein, Rheinweiler, Bamlach, Kembs (Rhein-km 183), Ottmarsheim (Rhein-km 192), beim Golfplatz Entengrund (Rhein-km 203) und bei Fessenheim (Rhein-km 208). In der Baumschicht dominiert fast stets die Schwarzpappel (*Populus nigra*). In älteren Beständen erreicht sie Oberhöhen zwischen 12 und 25 Metern. Die Lavendelweide (*Salix eleagnos*) kann als unterständige Baumart beige-mischt sein. Weitere Begleiter sind Grau- und Silberpappel (Abb. 15), seltener Esche, Rötel-, Silber- und Bruchweide oder andere Baumarten.

Südlich von Neuenburg sind auf mitteltiesigen, zum Leinpfad hin zurückversetzten Uferwällen Pionierwälder mit 5 bis 7 Meter hohen Schwarzpappeln (*Populus nigra*) und lückiger Krautschicht ausgebildet. Die Bestände liegen deutlich (0,7 bis 2,5 m) über der Niedrigwasserlinie, so dass bei ausbleibender Überflutung spätsommerlicher Trockenstress eintritt. Bezeichnenderweise tritt als Begleiterin nur die Purpurweide auf, austrocknungsempfindlichere Gehölze wie Silber- und Rötelweide fehlen.

Die Pappelwälder in den Bühnenfeldern auf der deutschen Rheinseite sind bezüglich Alter, Bestandesstruktur und Bestockungsdichte sehr unterschiedlich. Ursache sind häufige Ausholungen von Seiten der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung. Vor allem am Fuße des Leinpfades wird über weite Strecken eine Abflußrinne gehölzfrei gehalten. Als Ersatzgesellschaften entstehen hier Dominanzbestände von Brennessel (Tab. I/76-77), Rohrglanzgras und Klebkraut (*Galium aparine*).

Eine besondere Erscheinung linksrheinischer Bühnenfelder sind aus Anpflanzung hervorgegangene Robinien-Wäldchen mit Grau- und Schwarzpappel auf hohen, leinpfadnahen Flussterrassen. Im Unterstand kommen Lavendelweide, verwilderte Birne (*Pyrus communis*) und Berberitze (*Berberis vulgaris*) vor.

Gebüsche mit Purpur- und Lavendelweide

Purpurweiden-Gebüsche finden sich lokal im Bereich der Bühnenfelder. Die Strauchschicht wird nahezu ausschließlich von *Salix purpurea* gebildet (Tab. I/48-69). In der Krautschicht dominieren die Brennessel und das Gewöhnliche Rispengras (*Poa trivialis*). Dank ihrer Anpassungsfähigkeit besiedelt die Purpurweide ufernahe, nasse und von starker Strömung geprägte Standorte und bildet auf uferferneren, höher gelegenen Terrassen eigene Gebüschgesellschaften aus. Stellenweise sind diese als Waldmäntel, an anderer Stelle als Ersatzgesellschaften nach flächigen Rodungen der hochwüchsigen Weiden und Pappeln zu interpretieren.

Nur selten kommen Korbweide (*Salix viminalis*) und Mandelweide (*Salix triandra*) vor. Die Lavendelweide (*Salix eleagnos*) besiedelt vor allem kiesige Standorte (Tab. I/70-75). Sie bildet direkt unterhalb der Isteiner Schwellen einen am südlichen Oberrhein wohl einmaligen Pionierbestand.

Initiale Hartholzaue

In Strömungsschutz etablierter Wälder erfolgt eine Auflandung, schließlich wird eine Ansiedlung von Arten der Hartholzaue möglich (DISTER 1983; SPÄTH 1988). Auf 2,5 bis 5 (im Süden bei Neuenburg sogar bis zu 7) Meter über dem Niedrigwasserniveau gelegenen sandigen Anlandungen der Bühnenfelder sind sehr lokal und kleinflächig initiale Hartholz-Auenwälder ausgebildet. Bestände finden sich bei Bamlach (Rhein-km 187,5), Rheinweiler

(Rhein-km 185), Istein (Rhein-km 178,5), Hartheim (Schneckenkopf) sowie linksrheinisch im Bühnenfeld Chalampé (Rhein-km 203).

Luftbilder aus der Zeit vor dem Bau des Rheinseitenkanals zeigen ufernahe Insel- und Uferbankbildungen, auf denen heute mehrere Bestände stocken, die Hartholz-Auenwäldern ähneln. Nach dem Bau des Rheinseitenkanals erfolgte eine Absenkung des Wasserspiegels um mehrere Meter. Hinzu kamen Rodungen und Ausholungen. Daher ist eine Rekonstruktion des Sukzessionsablaufes schwierig. Aus Kroatien ist bekannt, dass innerhalb von 60 bis 80 Jahren aus einem Silberweidenwald ein Ulmen-Eschenwald entstehen kann (DISTER 1988).

In den meisten Fällen bildet die Schwarzpappel als Sukzessionsrelikt die obere Baumschicht. Die reduzierte Überflutungsdauer begünstigt die Einwanderung von Feldulme (*Ulmus minor*), selten auch Stieleiche (*Quercus robur*), Esche, Traubenkirsche (*Prunus padus*), Schwarznuß (*Juglans nigra*), Apfel (*Malus sylvestris*) und Birne (*Pyrus communis*). Schlehe (*Prunus spinosa*), Liguster (*Ligustrum vulgare*), daneben Pfaffenhütchen (*Euonymus europaea*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Hasel (*Corylus avellana*) und Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*) werden Bestandteile der Strauchschicht. Goldrute (*Solidago gigantea*), Brennessel, Kratzbeere und Gundermann beherrschen die Krautschicht. Behaarte Kardendistel (*Dipsacus pilosus*), Waldzwenke (*Brachypodium sylvaticum*), Verjüngung von Esche und Feldulme sowie die Agriophyten Indisches Springkraut, Spitzblättriger Knöterich (*Polygonum cuspidatum*) und Topinambur (*Helianthus tuberosus*) treten auf. Arten wie Bärlauch (*Allium ursinum*), Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*), Goldnessel (*Lamium galeobdolon*) und Aronstab (*Arum maculatum*) zeigen floristisch die Zugehörigkeit zum Hartholz-Auwald an.

Weidenbestände an Kiesgruben

Bemerkenswert ist die Ansiedlung der Silberweide in Kiesgruben (Tab.I/78-82, Gündlingen). In Trockensommern fällt der vom Grundwasser überstaute Kiesboden trocken und wird von Silberweiden und „Teichbodenpionieren“ wie Nadelbinse (*Eleocharis acicularis*), Plathalm-Binse (*Juncus compressus*), Ampfer-Knöterich (*Polygonum lapathifolium*) und Zypergras-Arten (*Cyperus flavescens*, *C. fuscus*) besiedelt. Aufgrund nachfolgender Überflutung wird die Weiterentwicklung zum Wald jedoch unterbrochen.

3.2.3. Vertikale Zonierung der rezenten Auenwaldvegetation

Obwohl das TULLA'sche Rheinbett zwischen Märkt und Breisach hydrologisch im Wesentlichen nur noch die Funktion einer Hochwasser-Abflussrinne erfüllte, bildete sich in den Bühnenfeldern seit 1952/1959 (Bühnenfeld Isteiner Schwellen seit 1932) eine vertikale Zonierung von Weichholz- und Hartholz-Auenwäldern heraus (Tab. 4). Die initialen oder in verschieden fortgeschrittener Sukzession befindlichen Weiden- und Schwarzpappel-Wälder zwischen dem Niedrigwasserspiegel und etwa 2 Metern darüber sind dabei der Weichholzaue zuzuordnen. Im Bereich der höheren Weichholzaue treten pappelreiche Auenwälder auf, in denen zur herrschenden Schwarzpappel einzelne Individuen von Silber- und Graupappel (*Populus alba*, *P. x canescens*) sowie Esche hinzutreten und bereits den Übergang zur Hartholzaue andeuten. Die eigentlichen Hartholz-Auenwälder entwickeln sich jedoch erst ab etwa 3 Metern über dem Niedrigwasserspiegel.

- Bei auflaufendem Hochwasser werden zunächst Flutrasen, Flußröhrichte und die tiefegelegenen Initialstadien der Silberweiden-Bestände überflutet. Es folgen die Silberweiden-Wälder der Rohrglanzgras-Ausbildung in der tiefen Weidenaue.
- Ab etwa **600 m³/sec** überspült die Flut die Uferwälle und den Silberweidenwald der **hohen Weidenaue**.

- Ein Abfluss von etwa 680 m³/sec im verbliebenen Rheinbett ergab im Mittel von 14 untersuchten Querprofilen durch die Aue einen Anstieg des Wasserspiegels um 2,30 m über Niedrigwasser (Schwankungsbereich der 14 Profile: 1,20 m bis 3,00 m).
- Ab etwa **700 m³/sec** wird der zwischen den Uferwällen und dem Leinpfad am Auenrand stockende Auenwald überflutet, was im Mittel an 5 Tagen während der Vegetationsperiode eintritt. In einzelnen Jahren kann die Überflutung jedoch wesentlich länger anhalten.
- Für die Jahre 1953 bis 1993 wurde ein Höchstwert von 48 Tagen Überflutungsdauer rekonstruiert.
- Bei einem Abfluss oberhalb von etwa **1.000 m³/sec** werden auch hochgelegene Bühnenfeldbereiche mit **initialen Hartholzauenwäldern** überschwemmt.

Die Hartholzaue wird nur mehr bei seltenen, unregelmäßigen Hochwasserereignissen überflutet. Bei einem Abfluss von 1600 m³/sec steigt der Wasserspiegel durchschnittlich um etwa 4,30 m an (Auswertung von 14 Querprofilen; Schwankungsbereich: 3,00 bis 5,00 m).

Tab. 4: Höhenlage von Auenwäldern über dem „normalen“ Niedrigwasserstand des Rheins im Bereich zwischen Istein (Rhein-km 178) und Hartheim (Rhein-km 217). Bezugswert ist der 24.11.1998 bei etwa 30-55 m³/sec Abfluss im Rheinbett.

Tab. 4: Height/elevation/level of alluvial forests above the „normal“ low water level of the river Rhine in the area between Istein (Rhein-km 178) and Hartheim (Rhein-km 217). Reference value from 24.11.1998 of about 30-55 m³/sec waterflow in the Rhinebed.

Vegetation N = Anzahl der erfassten Bestände	Mittlere Untergrenze in m über dem Niedrigwasserspiegel (Medianwerte)	Mittlere Lage in m über dem Niedrigwasserspiegel (Medianwerte)	Mittlere Obergrenze in m über dem Niedrigwasserspiegel (Medianwerte)
Initialer Silberweiden-Wald: Weidenverjüngung in Flutrasen und Flußröhricht (n = 5)	0,13	0,25	0,49
Silberweiden-Pionierwald (n = 1)	0,00	0,16	0,32
Silberweiden-Auenwald, Rohrglanzgras-Ausbildung (n = 4)	0,35	0,60	0,95
Silberweiden-Auenwald, Rispengras-Ausbildung (n = 6)	1,00	2,01	2,62
Schwarzpappel-Pionierwald (n = 2)	1,31	1,60	1,89
Schwarzpappel-Auenwald (n = 4)	1,85	2,35	2,85
Hartholz-Auenwald (n = 5)	3,15	4,18	4,98

Im Zeitraum zwischen 1953 und 1993 nimmt das Sommerhochwasser von 1987 mit 3 bis 12 Tagen den Spitzenplatz der Überflutungsdauer der höchstgelegenen Bühnenfeldbereiche

ein. Übertroffen wird es nur vom Hochwasser des Jahres 1999. Besonders lehrreich war die Situation bei Bamlach (Rhein-km 187,5). Dort konnten sich wenig überflutungsfeste Arten wie Hainbuche, Vogelkirsche, Berg- und Spitzahorn sowie Schwarzer Holunder in der Hart-holzaue ansiedeln und über viele Jahre heranwachsen. Das Extremhochwasser des Sommer 1999 führte zu ihrem Absterben, während die vergesellschafteten Stieleichen, Feldulmen sowie Pappeln und Weiden überlebten. Eschen überlebten damals nur auf den Uferwällen, in Flutmulden mit zeitweise stagnierendem Wasser starben sie ab.

4. „Trockenaue“

Das Gebiet der „Trockenaue“ umfasst die ehemaligen Auebereiche des Rheins vor der TULLA'schen Rheinkorrektur, also westlich des Hochgestades bis hin zur rezenten Aue am sog. „Restrhein“ sowie auf Flächen im Elsass östlich des Rheinseitenkanals. Das Gebiet endet im Norden bei Breisach, im Süden reicht es bis zur Kanderamündung südlich Neuen-burg.

4.1. Standorte

Im Bereich der in den letzten 100 Jahren infolge der Sohlenerosion des Rheins trocken-gefallenen Aue zwischen dem Leinpfad und dem Hochgestade überwiegen heute flächenmä-ßig die sandigen bis kiesigen Böden mit einer nutzbaren Feldkapazität von etwa 60 mm, insbesondere im Wald (HÄDRICH 1979; HÄDRICH & STAHR 2001). Auf diesen Böden ent-steht für die Vegetation während des Sommers oftmals großer Trockenstress (vgl. BOGEN-RIEDER & HÜGIN 1978; REIF 1996; STEINER & BOGENRIEDER 1989). Keine Baumart findet hier optimale Wuchsbedingungen vor. In mehreren Trockensommern zwischen 1991 und 2003 waren an vielen Pflanzen Welkeerscheinungen sichtbar, Pappeln und Eichen wurden wipfeldürr, und sechs Meter hohe Birken vertrockneten.

Strömungsberuhigte Oberflächen wurden während der letzten Hochwässer von teilweise mehrere Dezimeter mächtigen Schluffsanddecken überlagert. Auf diesen werden bei hoher Feldkapazität stellenweise gute Wuchsleistungen erreicht.

Folgende Substrattypen können unterschieden werden (VOGEL 1969):

- (1) Feine bis mittlere Kiese, mit einer kompakten, geschlossenen Kiesdecke und wech-selndem Sandanteil; mäßig trocken bis trocken; sehr geringe Wuchsleistungen.
- (2) Mittel- bis Grobsande; geringes Wasserspeichervermögen, trocken, geringe Lei-stungsfähigkeit.
- (3) Lehmiger Sand ("Sandschlick"); mäßig frisch, mittlere Leistungsfähigkeit.
- (4) Schluffreicher Lehm bis schluffreicher lehmiger Sand ("Lehmschlick"); nährstoff-reich, frisch bis sehr frisch, mit ausreichender Wasserkapazität; leistungsfähiger Standort. Lokal werden auf tiefgründigen Feinsanden ebenfalls hohe Werte erreicht.

4.2. Vegetation der „Trockenaue“ (Tab. II, III)

Im Bereich der Trockenaue haben sich in den letzten 150 Jahren „Xerothermlebensräume aus Menschenhand“ mit einer Vielzahl bemerkenswerter Arten (Tab. 5) herausgebildet. Eine Zusammenfassung über Flora und Fauna findet sich in LANDESANSTALT FÜR UMWELT-SCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 2000).



Abb. 5: Dingel-Orchis (*Limodorum abortivum*) im NSG Neuenburger Rheinwald, 15.5.2007

Fig. 5: Violet Limodore (*Limodorum abortivum*) in NSG Neuenburger Rheinwald, 15.5.2007



Abb. 6 / 7: Schweizer Alant (*Inula helvetica*) auf einer mittelwaldartigen Pflegefläche mit Stieleiche im NSG Neuenburger Rheinwald, 20.7.2010

Fig. 6 / 7: Swiss Inula (*Inula helvetica*) in a woodland managed in a coppice with standards system with pendunculate oak in NSG Neuenburger Rheinwald, 20.7.2010

Tab. 5: Wärme- und trockenheitsliebende Arten der „Trockenaue“

Tab. 5: Heat- and drought tolerant species of “dry alluvial sites (‘‘Trockenaue’’)

Rezent vorkommend	Selten und nur lokal
<i>Ajuga chamaepitys</i> (Gelber Günsel)	<i>Minuartia hybrida</i> (Feinblättrige Miere)
<i>Anemone sylvestris</i> (Großes Windröschen)	<i>Orchis apifera</i> (Bienen-Ragwurz)
<i>Carex alba</i> (Weiß-Segge)	<i>Orchis fuciflora</i> (Hummel-Ragwurz)
<i>Carex ornithopoda</i> (Vogelfuß-Segge)	<i>Orobanch amethystina</i> (Amethyst-Sommerwurz)
<i>Centaurea rhenana</i> = <i>C. stoebe</i> (Rispen-Flockenblume)	<i>Prunus mahaleb</i> (Steinweichsel)
<i>Dictamnus albus</i> (Diptam)	<i>Quercus pubescens</i> (Flaumeiche)
<i>Erucastrum nasturtiifolium</i> (Stumpfkantige Hundsrauke)	<i>Scrophularia canina</i> (Hunds-Braunwurz)
<i>Inula helvetica</i> (Schweizer Alant)	<i>Viola alba</i> (Weißes Veilchen)
<i>Limodorum abortivum</i> (Dingel-Orchis)	<i>Tamus comunis</i> (Schmerwurz)
<i>Linum austriacum</i> (Österreichischer Lein)	<i>Teucrium montanum</i> (Berg-Gamander)
	<i>Trifolium scabrum</i> (Rauer Klee)

4.2.1. Vegetation naturnaher Wälder

Neben Flächen mit lockerer oder aufgelöster Baumschicht kommen geschlossene Bestände vor, in denen die Stieleiche (*Quercus robur*) in der Baumschicht mitherrschend ist (Tabelle II). Daneben spielt die Hainbuche (*Carpinus betulus*) heute eine wichtige Rolle, viele Bestände sind daher dem Carpinion zuzuordnen oder befinden sich in der Sukzession dorthin. In der Baumschicht kommen Silber- und Schwarz-Pappeln als Sukzessionsrelikte vor. Die Winterlinde (*Tilia cordata*) ist mit mittleren Stetigkeiten vertreten und verweist auf

die stattfindende Sukzession hin zum Weißseggen-Lindenwald (*Carici albae-Tilietum cordatae* MÜLLER & GÖRS 1958). Durch das Zusammenbrechen überalterter Pappeln entstehen Bestandeslücken, von denen vor allem Ahornverjüngung und Gebüscharten profitieren. An manchen Stellen findet sich die Robinie (*Robinia pseudacacia*) in der Baumschicht - ein Hinweis auf frühere Versuche des Bestandesumbaus.

An etwas grundfrischeren, zumeist auch schwemmlehmvergüteten Standorten der Trockenaue haben sich Folgebestände des Hartholzauwaldes (Alno-Ulmion) und Eichen-Hainbuchen-Waldes (Carpinion) mit stellenweise sehr schönen Waldbildern erhalten. Auffällig ist die Häufigkeit des Wurzelkletterers Efeu (*Hedera helix*) und der Liane Waldrebe (*Clematis vitalba*), auch die Schmerwurz (*Tamus communis*) kommt lokal vor.

Gebüscharten wie Liguster, Weißdorn, Wolliger Schneeball, Heckenkirsche, Kreuzdorn, Roter Hartriegel und Berberitze bilden eine reiche Strauchschicht, es sei denn, sie wurden durch Pflegemaßnahmen zurück gedrängt. Auf etwas weniger trockenen Standorten ist die Hasel (*Corylus avellana*) verbreitet, sie wurde bis in die 60er Jahre hinein als begehrtes Büschelholz im Mittelwald mit Schlagordnung genutzt (KÜBLER/Grißheim 1998, pers. Mitt.).

Die Krautschicht ist geprägt durch Waldarten der mittleren und basenreichen Standorte wie Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*), Mandelblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia amygdaloides*), Salomonsiegel (*Polygonatum multiflorum*), Wald-Veilchen (*Viola reichenbachiana*), Hasel-Wurz (*Asarum europaeum*) und Wald-Trespe (*Bromus ramosus*). Seltene Trockenheitszeiger sind Maiglöckchen (*Convallaria majalis*), Finger-Segge (*Carex digitata*) und im Süden Vogelfuß-Segge (*Carex*

ornithopoda). Der Efeu (*Hedera helix*) ist für die Krautschicht stellenweise aspektbestimmend. Eine Moosschicht ist kaum entwickelt.

Heute können im Bereich der Trockenaue drei Waldtypen unterschieden werden, die wohl alle erst nach der Rheinkorrektur durch Pflanzung entstanden sind. Dennoch entsprechen sie in etwa einem früher überflutungsgeprägten, feinlehmreichen Auwald (*Quercus-Ulmetum*, *Pruno-Fraxinetum*) sowie dem trockener stehenden Eichen-Hainbuchen-Wald (*Carpinion*). Floristisch werden ein trocken stehender Weißseggen-Linden-Wald (*Carici-Tilietum*; Tab. II/1-23), ein grundfrischer Eichen-Hainbuchen-Wald (*Stellario-Carpinetum*; Tab. II/24-50) von Fragmenten eines Stieleichen-Ulmen-Waldes (*Quercus-Ulmetum*; Tab. II/51-59) unterschieden. Lokal im Versickerungsbereich der Hühlerheimer Runs ist ein Eichen-Hainbuchen-Wald von Nitrophyten überprägt (Tab. II/60-65).

Weißseggen-Linden-Wald

Auf kiesigeren, trockenen Standorten mit einer weniger mächtigen Feinlehm-Deckschicht steht der nur fragmentarisch ausgebildete Weißseggen-Linden-Wald (*Carici albae-Tilietum cordatae*). In der Baumschicht kümmern die apfelbaumartigen, niedrigwüchsigen Exemplare mit ihren weit ausladenden Kronen. Im Gebiet des Kapellengriens kommen Flaumeichen (*Quercus pubescens*) und ihre Hybriden vor, Esche und Bergahorn treten zurück.

Die Strauchschicht ist gut entwickelt, sie wird vor allem von Liguster, Heckenkirsche, Weißdorn und Hartriegel aufgebaut. Bei Istein tritt die Steinweichsel (*Prunus mahaleb*) hinzu. Im Unterwuchs ist das Fehlen der Frische- und Feuchtezeiger auffällig. Die Weißsegge (*Carex alba*) wird zur häufigen und faziesbildenden Art. Das Perlgras *Melica uniflora* ist hochstet.

Bei weiter abnehmender Wasserspeicherfähigkeit des Bodens wird die Baumschicht zunehmend lückig, es erfolgt der Übergang zum Sanddorn- bzw. Liguster-Schlehen-Gebüsch bei Zurücktreten von Efeu und vieler Unterwuchsarten des Laubwaldes.

Eichen-Hainbuchen-Wald

Im Bereich länger andauernder Grundfrische haben sich an wenigen Stellen bis heute hochwüchsige Bäume aus Beständen des früheren Hartholz-Auwaldes (*Quercus-Ulmetum*) in mittelwaldartigen Beständen gehalten. In der Baumschicht dieser Sukzessionsstadien dominieren Eschen (*Fraxinus excelsior*) und Stieleichen (*Quercus robur*). Reliktäre Silberpappeln (*Populus alba*) erinnern an die frühere Auesituation. Vermutlich später "eingewandert" sind der lokal vorkommende Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und die Hainbuche (*Carpinus betulus*), wofür in einigen Beständen die geringen Stammdurchmesser und Höhe sowie die Seltenheit von Stockausschlägen hinweisen.

Wichtige Trennarten grundfeuchterer Bedingungen des Eichen-Hainbuchen-Waldes sind Traubenkirsche (*Prunus padus*) und Wasser-Schneebeere (*Viburnum opulus*). Die Bodenflora verweist mit Arten wie Bärlauch (*Allium ursinum*), Aronstab (*Arum maculatum*), Seidelbast (*Daphne mezereum*), Wald-Segge (*Carex sylvatica*) und Einbeere (*Paris quadrifolia*) auf eine (zumindest früher) gute Nährstoff- und Wasserversorgung. Viele dieser Arten sind wohl relikitär und im Rückgang begriffen. Nur an sehr wenigen Standorten in diesem Waldtyp kommen Blaustern (*Scilla bifolia*), Gelbes Windröschen (*Anemone ranunculoides*), Geißfuß (*Aegopodium podagraria*) und Schuppenwurz (*Lathraea squamaria*) vor.

Stieleichen-Ulmen-Wald (*Quercu-Ulmetum*)

Bestände eines Stieleichen-Ulmen-Waldes finden sich lokal und kleinflächig auf grundfeuchten Standorten, so am Fuß des Hochgestades und im Versickerungsbereich von Seitenbächen (Hügelheimer Runs). Möglicherweise wurden sie erst durch Pflanzung gegen Ende der Rheinkorrektur begründet.

Esche und Stieleiche bilden die Baumschicht (Tab. II/51-59). Waldrebe, seltener wilder Hopfen (*Humulus lupulus*) und Zaunrübe (*Bryonia dioica*) vertreten die Wuchsform der Lianen. Aufgrund der Bodenfeuchte ist der Schwarze Holunder (*Sambucus nigra*) in der Strauchschicht häufig. Die Stachelbeere (*Ribes uva-crispa*) konnte sich nur hier halten. Die üppige Krautflora wird im Mai von Bärlauch, später von Nitrophyten wie Brennessel oder Klebkraut beherrscht. Östlich des Gewanns des "Plönle" bei Zienken ist die Behaarte Karde (*Dipsacus pilosus*) lokal häufig.

An den periodisch überfluteten Versickerungsstellen der Hügelheimer Runs bei Zienken hat sich eine eigenartige Mischung von Arten der Eichen-Hainbuchen-Wälder mit Nitrophyten im Unterwuchs eingefunden (Tab. II/60-65). Das Kleine Springkraut (*Impatiens parviflora*) hat hier seinen Schwerpunkt im Gebiet. Kulturgüter wie eingeschwemmter Müll, insbesondere Flaschen und Styropor, überprägen die Versickerungsstellen.

Reliktische Weichholz-Auwälder der Trockenaue

Im Bereich der früheren Weichholzaue finden sich auf Kiesböden bis heute Restbestände der früheren Lavendelweiden-Auwälder, des *Salicetum eleagni*. Krüppelig wachsende Individuen von Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*), Purpur-Weide (*S. purpurea*), Schwarz-Pappel (*Populus nigra*) und Weiß-Pappel (*P. alba*) bilden eine lückige und niedrige Baumschicht über dichten Sanddorn- und Liguster-Schlehen-Gebüsch und verbuschenden Säumen (REIF 1996). Die Vitalität dieser Weichholzbäume ist sichtlich reduziert, in Trockenjahren werden viele von ihnen wipfeldürr oder sterben ganz ab. Größere Schwarz-Pappeln sind von Misteln (*Viscum album*) befallen.

4.2.2. Vegetation naturferner Wälder

Kiefernforste

Als pflegeaufwendiger und teurer Mißgriff hat sich die Begründung der Kiefernbestände erwiesen, ihre Neuanlage wird heute nicht mehr verfolgt. Auf etwa 400 Hektar Fläche wurden vor 50 bis 30 Jahren Kiefernforste durch Vollumbruch und Pflanzung begründet (Tab. III/1-26) (GÄRTNER et al. 2008; REINING 1991; VOGEL 1969). Neben der vorherrschenden Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) wurde auch Schwarz-Kiefer (*Pinus nigra*) gepflanzt. Die jungen Kulturen mußten gegen Kaninchenfraß aufwendig gezäunt, Engerlingplagen chemisch bekämpft werden. Aufgrund sehr hoher Pflanzenzahlen entstanden in der Folgezeit labile, unterwuchsarme Dickungsstadien. In diese Bestände konnte die seltene Moderorchidee Netzblatt (*Goodyera repens*) einwandern (REINEKE 1983); sie verschwand erst 1996 nach Durchforstungen und Ausbildung eines dichten Unterwuchses (REINEKE 1998, pers. Mitt.). Das Perlgras (*Melica nutans*) erreicht heute hohe Stetigkeiten. Das Grünstengelmoos (*Scleropodium purum*) wurde mit hohen Deckungen zur prägenden Art. Diese Moospolster werden heute regelmäßig von Wildschweinen umgepflügt. Erwähnt sei ein auffälliger Schwerpunkt der Vorkommen des Tausendgüldenkrauts (*Centaureum erythraea*) im Bereich moosig-grasiger, gemulchter Rückewege und Wegränder im Bereich der Kiefernforste.



Abb.8: Pflegefläche der „Trockenaue“ unter Belassung eines lichten Oberstandes aus Stieleichen. - Neuenburger Rheinwald, 12.5.2006

Fig.8: Conservation area of the „Trockenaue“ where an open upper layer of pendunculate oak was retained. - Neuenburger Rheinwald, 12.5.2006

Die Mehrzahl der Kiefernbestände wurde viel zu spät durchforstet. Die Bäume wuchsen im Dichtstand heran, die Stammdurchmesser blieben angesichts der kleinen Kronenentwicklung gering, mitherrschende Kiefern begannen aufgrund intraspezifischer Konkurrenz abzustorben. Viele Flächen wurden jedoch in den 1990er Jahren durch reihenweise Entnahme sowie gleichzeitige Niederdurchforstung in den verbleibenden Reihen durch Harvestereinsatz kostenneutral gepflegt. Die Wüchsigkeit der Kiefern verbesserte sich nach Auflichtung etwas, auch die Strauchschicht mit Liguster und anderen Arten profitiert jedoch hiervon. Die sich mächtig entwickelnde Strauchschicht wurde stellenweise zeit- und kostenintensiv auf den Stock gesetzt, beispielsweise am Ruhkopf bei Hartheim.

Im Bereich der Kiefernforste zeigt keine Baumart eine nennenswerte Naturverjüngung. In vielen Beständen versuchte man mit geringem Erfolg, Laubhölzer unterzubauen. Am häufigsten wurde die standortsfremde Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*) gepflanzt, daneben Hainbuche und Rotbuche. Viele Individuen sind heute verbissen oder vertrocknet. Es ist zu erwarten, dass nach der Entnahme der letzten Kiefern großflächige Gebüschstadien entstehen, die forstwirtschaftlich unproduktiv sein werden und in die Winterlinde, Feldulme und einzelne Stieleichen nur sehr langsam einwandern werden.

An wenigen Standorten wurden Kiefern im Bereich reicherer Schwemmlöhme gepflanzt (Tab. III/15-26). Hier ist die Bodenflora reicher, und die Bestände sind von Lianen, vor allem Waldrebe (*Clematis vitalba*), Efeu und lokal von Schmerwurz (*Tamus communis*) überwuchert.

Weitere naturferne Forstgesellschaften

Im Bereich der günstigeren Schwemmlöhme wurden in den letzten Jahrzehnten zunehmend Pflanzungen mit Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*) angelegt (Tab. III/27-34). Die Bäume wurden geastet und zeigen recht gutes Wachstum. Im Unterwuchs sind Efeu und eine Reihe anspruchsvollerer Waldbodenarten anzutreffen. Kleinflächig kommen Pflanzungen von älteren Robinien (*Robinia pseudacacia*; Tab. III/35-42), lokal von jungen Blau-Fichten (*Picea pungens*) vor. An der feuchteren Versickerungsstelle des Sulzbaches wurde ein kleiner Kirschenbestand (*Prunus avium*) begründet (Tab. III/43). In der Nähe von Zienken stehen im Versickerungsbereich der Hühelheimer Runs Hybrid-Pappeln (Tab. III/44).

4.2.3. Gebüsch- und Mantelvegetation

Auf kiesigen Böden ist die Baumschicht fast völlig zusammengebrochen, und flächige Gebüschstadien mit nur sehr vereinzelt stehenden Bäumen überziehen große Flächen. Dominierende Gebüscharten sind Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und Liguster (*Ligustrum vulgare*), daneben Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*), Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*), Berberitze (*Berberis vulgaris*), Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*), Hunds-Rose (*Rosa canina*), Faulbaum (*Frangula alnus*) und stellenweise Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides*).

An einigen Stellen sind die Sträucher von einzelnen Bäumen licht überstellt. Allerdings ist deren Vitalität oftmals stark herabgesetzt, die größeren Individuen sind wipfeldürr und regenerieren durch Stockausschläge. Am häufigsten sind Stieleiche (*Quercus robur*), Feldulme (*Ulmus campestris*) und Schwarzpappel (*Populus nigra*). Zerstreut und vor allem im Bereich ehemaliger Rinnen finden sich Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*), Purpur-Weide (*S. purpurea*) und deren Hybriden sowie Weißpappel (*Populus alba*). An wenigen Stellen verweisen einzelne Grau-Erlen (*Alnus incana*) auf frühere wohl großflächigere Grauerlen-Bestände hin.

Der Unterwuchs der Gebüschstadien wird von den Moosen *Scleropodium purum* und *Rhytidiadelphus triquetrus* geprägt. An krautigen Arten erreichen Nickendes Perlgras (*Melica nutans*) und Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*) höhere Stetigkeiten.

Die beiden **Gebüschgesellschaften** Sanddornbusch (Salici-Hippophaëtum rhamoidis; Abb. 9/10) und Ligustergebüsch (Pruno-Ligustretum) gehören in die synsoziologische Ordnung des Berberidion, sie sind heute auf den gleichen Standorten zu finden (BOGENRIEDER & FRISCH 2000). Standortliche Unterschiede zwischen diesen beiden Assoziationen bestehen kaum, die lokale Ansiedlung und heutige Dominanz des Sanddornes ist auf die historische Auedynamik zurückzuführen (vgl. STEINER & BOGENRIEDER 1989).

Sowohl das Liguster-Schlehen-Gebüsch wie der Sanddornbusch sind sehr stabil (ECKMÜLLER 1940; STEINER & BOGENRIEDER 1989) und weisen praktisch keine Anzeichen einer "Unterwanderung" durch Jungpflanzen von Bäumen auf. Allerdings zeichnet sich seit Jahren ein Rückgang des Sanddorns ab, da die Standortsdynamik der ursprünglichen Rheinaue heute fehlt (STEINER & BOGENRIEDER 1989). Die Gehölze der Gebüsche bilden auch die **Mantelvegetation** an geschlossenen Rändern der Kiefernforste und Eichen-Linden-Wälder.



Abb. 9/10: Große Polykormone des Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*). - Altes Absetzbecken des elsässischen Kali-Abbaus auf der Rheininsel zwischen Seitenkanal und dem „Restrhein“, Fessenheim 4.10.2009

Fig. 9/10: Large polycorms of common sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). – Abandoned salt evaporating pond of the Alcase potash mining on the Rhine island between the side canal and the Rhine, Fessenheim 4.10.2009

4.2.4. Säume

Säume sind den Mänteln vorgelagert, beispielsweise im Bereich von Waldrändern, Gebüschlücken sowie an Wegrändern. Für ihre Offenhaltung sorgen heute Pflegemaßnahmen des Naturschutzes und von Jägern, an Wegrändern auch Auftragnehmer der Waldbesitzer. Obwohl alle Standorte heute durch große sommerliche Trockenheit geprägt sind, kommen verschiedene Saumgesellschaften vor. Hierbei sind die xerothermen Geranion sanguinei-Säume trotz des sommerwarmen Klimas nur fragmentarisch entwickelt, es überwiegen "mesophile" Trifolion medii-Saumstadien. Bestandsbildende Art der Säume ist die Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*). Wichtige differenzierende Saumarten sind Wilder Dost (*Origanum vulgare*), Bunte Kronwicke (*Coronilla varia*), Johanniskraut (*Hypericum perforatum*), Hügel-Baldrian (*Valeriana wallrothii*) und Veilchen (*Viola alba*, *V. hirta*). Ausgesprochene Seltenheiten sind der Schweizer Alant (*Inula helvetica*) und die Dingelorchis (*Limodorum abortivum*). Eine Strauchschicht bildet sich durch eine Liguster-, Weißdorn- und Feldulmen-Verjüngung und deutet die Sukzession zum Pruno-Ligustretum an.

An wechsellackenen Stellen sind Arten wie Weidenblättriger Alant (*Inula salicina*), Riesen-Straußgras (*Agrostis gigantea*), Tausendgüldenkraut (*Centaurium erythraea*), Odermennig (*Agrimonia eupatoria*), Spargel-Schote (*Tetragonolobus maritimus*), Purgier-Lein (*Linum catharticum*) und Sumpf-Kreuzblume (*Polygala amarella*) anzutreffen. An lückigen Stellen, so im Bereich sandiger Ablagerungen mit Kaninchenbauten oder im Randbereich von Schotterwegen, sind die Rasendecken der Säume lückig und Pionierarten verzahnen hier sich mit Saumarten.

An einer Stelle im NSG "Käfigecken" kann durch Vorkommen von Diptam (*Dictamnus albus*) ein fragmentarisches Geranio-Dictamnietum belegt und dem xerothermen Geranion sanguinei zugeordnet werden. Eine Ansalbung dieser Art ist nicht auszuschließen. In unmittelbarer Nachbarschaft zum Diptam-Saum gedeiht das Wald-Windröschen (*Anemone sylvestris*).

4.2.5. Halbtrocken- und Trockenrasen

Auf relativ großen, durch Mulchen oder Beweidung offen gehaltenen Flächen haben sich versaumende Halbtrockenrasen (Mesobromion), lokal im Übergang zum Trockenrasen (Xerobromion) eingestellt. Viele dieser Flächen wurden in den letzten 15 Jahren enthurstet, gemulcht, einige wurden und werden mit Schafen beweidet. Die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) wurde zur dominierenden Art. Hohe bis mittlere Stetigkeiten besitzen Arten wie Schaf-Schwengel (*Festuca ovina*), Kleiner Wiesenknopf (*Sanguisorba minor*), Thymian (*Thymus pulegioides*), Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*), Frühlings-Fingerkraut (*Potentilla tabernaemontani*), Sonnenröschen (*Helianthemum nummularium*) und eine Vielzahl weiterer Arten.

4.2.6. Pionier- und Ruderalvegetation

Auf den Mittelstreifen und an den Rändern der Schotterwege sowie an Störstellen kiesig-sandiglehmiger Böden ist die Vegetation niedrig und offen. Störungen durch Tritt oder Befahren verhindern das Aufkommen höherwüchsiger Arten. Die starke Besonnung des Bodens begünstigt trockenstresstolerante Gefäßpflanzen und Kryptogamen. Eine durchgehende Krautschicht ist nicht entwickelt. Annuelle Therophyten, wasserspeichernde Crassulaceen

und Moose von Xerothermstandorten leiten hier die Besiedlung ein. Der weitere Ablauf der Sukzession wird an vielen Stellen durch Betreten und Befahren stark verzögert oder ganz unterbrochen.

Eine optisch auffallende Besonderheit der Trockenaue ist die submediterrane, wärmeliebende Hunds-Braunwurz-Pioniergesellschaft (*Epilobio-Scrophularietum caninae*). Sie besiedelt offene Kiesböden, die schnell und stark austrocknen können. Kennzeichnende Arten sind die Hunds-Braunwurz (*Scrophularia canina*) und die Rispen-Flockenblume (*Centaurea rhenana* = *C. stoebe*). Weit verbreitet ist auch die Gesellschaft des Niederen Hornkrautes (*Cerastietum pumili*). An stärker sandigen Stellen stellt sich selten der Federschwingel-Rasen (*Filagini-Vulpietum*) und die Fingerhirsen-Liebesgras-Gesellschaft (*Digitario-Eragrostietum*) ein.

Auffallend in der „Trockenaue“ ist das Fehlen einer großen Zahl ansonsten weit verbreiteter Rudelalarten und Nitrophyten. Lediglich Goldrute (*Solidago gigantea*) und Kratzbeere (*Rubus caesius*) weisen höhere Stetigkeiten und Deckungsgrade auf. Stellenweise kommt die Graugrüne Quecke (*Elymus campestris*) zur Vorherrschaft. Ansonsten weit verbreitete frischeliebende Arten wie Brennnessel (*Urtica dioica*) oder Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) fehlen fast vollständig.

4.3. Entwicklungstendenzen der „Trockenaue“

Vor allem die Ökosysteme der Trockenaue, die von langlebigen Arten aufgebaut werden, konnten sich bislang noch nicht auf ein neues Gleichgewicht einstellen, sie befinden sich immer noch in Sukzession (SCHENKER 1992). Dies zeigt sich vor allem am Auseinanderklaffen der Anteile der jeweiligen Baumarten in der Verjüngung und im (sich wandelnden) Bestand.

Bemerkenswert ist der hohe Anteil an Straucharten im Unterwuchs sich auflichtender Wälder. Auf den Feinlehmen der früheren Hartholzaue verjüngen sich alle im Altbestand vorkommenden Baumarten. Die vermutlich bestandstragenden Baumarten werden auf lehmigen Standorten künftig wohl Bergahorn zusammen mit Esche, an trockenen Stellen Winterlinde werden. Vor allem die Stieleiche verjüngt sich viel zu wenig, um ihren Anteil halten zu können. Im Bereich der stärker kiesigen Standorte bzw. der früheren Weichholzaue haben sich sehr stabile Gebüschgesellschaften herausgebildet, in denen lediglich Feldulme, Winterlinde, zerstreute Individuen der Stieleiche sowie sehr selten Elsbeere und Wildbirne hochkommen.

Probleme bereitet der Umgang mit den eichenreichen ehemaligen Mittelwäldern. An manchen Stellen verbleibt nach der Nutzung hiebsreifer oder kränkelder Alteichen ein Grundbestand aus Hainbuche und anderen Arten. Eine Verjüngung der Eiche findet im Bestand praktisch nicht statt. Die Weiterführung hoher Eichenanteile ist bei dauerwaldartiger Nutzung nicht möglich. Erforderlich hierbei sind zumindest femelartige Lochhiebe. Bis vor kurzem wurden an mehreren Stellen Eichenkulturen auf kleineren Kahlschlägen erfolgreich, doch unter hohem finanziellem Aufwand begründet.

Auch die gepflanzten Forste unterliegen ständigen Änderungen der ökonomischen und forstpolitischen Rahmenbedingungen. Auf Feinlehmen und tiefgründigen Feinsanden ergeben edellaubholzreiche Waldentwicklungszieltypen eine Perspektive für eine langfristig produktive Bewirtschaftung. Hier wäre künftig zumindest lokal an eine verstärkte Beteiligung der Eiche zu denken. Auf den Kiesböden der Trockenaue ist eine rentable Holzproduktion langfristig jedoch kaum möglich. Spätestens nach Endnutzung der jetzigen Kieferngeneration werden Überlegungen zur Weiterführung im „außerregelmäßigen Betrieb“ an Raum gewin-

nen. Die resultierenden Gebüschstadien werden dann wohl vielerorts sich selbst überlassen werden, die Einnahmen aus der Jagdpacht werden dann möglicherweise zur zentralen wirtschaftlichen Nutzung.

4.4. Naturschutzfachliche Bedeutung der „Trockenaue“

Naturschutzfachlich ist die Trockenaue zwischen Hochgestade und „Restrhein“ heute gekennzeichnet durch ein Nebeneinander relativ geringwertiger und extrem hochwertiger Lebensräume. Relativ geringwertig sind die sehr intensiv genutzten landwirtschaftlichen Nutzflächen, die Infrastrukturanlagen (Autobahn, Siedlungen, Gewerbegebiete, Mülldeponie), oder die wenig naturnahen Wirtschaftswälder. Dem stehen auf kleineren Flächen Lebensräume von sehr hoher Wertigkeit gegenüber (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 2000). Diese umfassen vor allem Sukzessionsstadien ehemaliger Hutungen im Bereich der früheren Kiesflächen der „Furkationszonen-Aue“ sowie der zusammengebrochenen Auengebüsche und -wälder, doch auch Ränder von Wegen und Kiesgruben, Wildwiesen sowie Saumlebensräume entlang einer Kanaltrasse. Bemerkenswert ist die gute Naturverjüngung der Stieleiche in allen Größenklassen in mantel- und gebüschartigen Vegetationsstrukturen (Potenzial zur Entstehung naturnaher Eichenwälder).

Von großem Wert sind verschiedene Ausbildungen von eichenreichen Wäldern (Stieleichen-Ulmen-Wald, *Quercus-Ulmetum*; Linden-Eichen-Hainbuchen-Wald, *Carici-Tilietum cordatae*), von Gebüsch wie dem Liguster-Schlehen-Gebüsch (*Pruno-Ligustretum*) und insbesondere dem Sanddorn-Gebüsch (*Salici-Hippophaetum rhamnoidis*), Halbtrockenrasen, Säumen, Therophytengesellschaften und eine xerotherme Ruderalvegetation wie beispielsweise die Hunds-Braunwurz-Gesellschaft (*Epilobio-Scrophularietum caninae*) oder Bestände der Graugrünen Quecke (*Elymus campestris*) (REIF 1996).

Vor allem aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes wird der hohe entomologische Wert der offenen Xerothermstandorte herausgestellt. Eine umfassende Zusammenstellung des existenten Wissens findet sich in der Monographie „Vom Wildstrom zur Trockenaue. Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein“ (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 2000).

4.5. Pflegemaßnahmen und Empfehlungen

In den naturschutzfachlich bedeutenden Lebensräumen finden heute jährlich relativ umfangreiche Biotoppflegemaßnahmen zur Offenhaltung statt, beispielsweise Mulchen von Offenland und Säumen sowie ein Rückschnitt von Gehölzen. Auf einigen Flächen bei Neuenburg konnte von Seiten der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege eine Beweidung durch Schafe im Offenland wie auch in einigen angrenzenden Wäldern durchgeführt werden. Größter Widerstand kam hierbei von der Jägerschaft (GÄRTNER et al. 2008). Ein weiterer Beweidungsversuch innerhalb des existenten Naturschutzgebietes „Neuenburger Rheinwald“ scheiterte am Widerstand von Artenschützern („Schafe fressen Orchideen und *Inula helvetica*“).

An einer anderen Stelle zwischen Neuenburg und Zienken ermöglicht die Nutzung als Motocross-Gelände lokal die Offenhaltung und somit den Erhalt seltener Arten.



Abb.11: Pflegefläche zum Erhalt des Halbtrockenrasens mit dominierender Aufrechter Trespe (*Bromus erectus*) und Wiederaustrieb der Gehölze. – Neuenburger Rheinwald, 12.5.2006

Fig.11: Conservation area to preserve seasonally dry meadow dominated by meadow brome (*Bromus erectus*) and resprouting woody plants. – Neuenburger Rheinwald, 12.5.2006

Dennoch können durch die bislang praktizierten Maßnahmen die sukzessionalen Prozesse der Verbuschung mittelfristig nicht bzw. nur sehr lokal aufgehalten werden. Aus dieser Erkenntnis heraus wurde im Bereich des Naturschutzgebietes „Neuenburger Rheinwald“ (= „Käfigecken“) von Seiten der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege ein Experiment zur Oberbodenabschiebung gestartet, um Lücken- und Freiflächenpioniere zu fördern.

Weiterhin wurde die aktuelle Situation und die Zukunftsperspektiven der Kieferforste der „Trockenaue“ in einem DBU-Projekt untersucht (GÄRTNER et al. 2008 a, b). Es zeigt sich, dass auf den trockenen Böden nach der Ernte der Kiefern forstwirtschaftliche Folgenutzungen nicht mehr sinnvoll sind. Es bietet sich an, dort zukünftig großflächige naturschutzrechtliche Ersatzmaßnahmen vorzusehen.

Literatur

- BARNER, J. (1952): Waldbauliche und forstbotanische Grundlagen zur Frage des Anbaus trockenresistenter Pappeln auf grundwassergeschädigten Standorten. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg 42 (2): 149-220.
- BAUER, E. (1951): Die Überführung der Badischen Auewaldungen in Hochwald. 119 S., 17 Tab. - Verlag der Landesforstverwaltung, Freiburg, 119 S.
- BERNHARDT, CH. (2000): Die Rheinkorrektion. Die Umgestaltung einer Kulturlandschaft im Übergang zum Industriezeitalter. – Der Bürger im Staat 50 (2): 76-81.

- BOGENRIEDER, A. & FRISCH, A. (2000): Gebüsch, Pioniergesellschaften, Trockenrasen und Staudenfluren der „Trockenaue Südlicher Oberrhein“. - S. 51–116 in: LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg): Vom Wildstrom zur Trockenaue. Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein. Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher.
- BOGENRIEDER, A. & HÜGIN, G. (1978): Zustand des Waldes in der Rheinniederung zwischen Grifflheim und Sasbach - Region Südlicher Oberrhein - (1976). - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 11: 237-246.
- CARBIENER, R. (1974): Die linksrheinischen Naturräume und Waldungen der Schutzgebiete von Rhinau und Daubensand (Frankreich): Eine pflanzensoziologische und landschaftsökologische Studie. - In: LANDESSTELLE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (Hrsg): Das Taubergießengebiet. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 7: 438-535.
- CARBIENER, R. & SCHNITZLER, A. (1990): Evolution of major pattern models and processes of alluvial forest of the Rhine in the rift valley (France/Germany). - Vegetatio 88: 115-129.
- DISTER, E. (1983): Zur Hochwassertoleranz von Auenbäumen an lehmigen Standorten. - Verh. GfÖ 10: 325-336.
- DISTER, E. (1988): Ökologie der mitteleuropäischen Auenwälder. - Wilh.-Münker-Stiftung 19: 6-30.
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER, CH. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. - Ulmer, Stuttgart, 6. Aufl., 1095 S.
- FRAHM, I.-P. & FREY, W. (1983): Moosflora. UTB Ulmer, Stuttgart, 522 S.,
- GÄRTNER, S., NILL, M., PRINZ, J., ESSMANN & A. REIF (2008a): Transparenz in der Landschaftsplanung - Partizipation und Verwendung eines Entscheidungsunterstützungssystems am Beispiel xerothermer Lebensräume der „Trockenaue“ am Südlichen Oberrhein – Naturschutz und Landschaftsplanung 48 (8): 229-238.
- GÄRTNER, S., REIF, A., NILL, M., PRINZ, J. & ESSMANN, H. (2008b): Integration von Naturschutzzielen in die Landnutzung: Lösung von Zielkonflikten durch Partizipation und ein Entscheidungsunterstützungssystem - zum Erhalt der Flora und Fauna von Trockenstandorten durch Aufwertung von Kiefernwäldern in der so genannten "Trockenaue" am südlichen Oberrhein. - Shaker Verlag, Aachen, 180 pp.
- GALLUSER, W.A. & SCHENKER, A. (1992): Die Auen am Oberrhein. Les zones alluviales du Rhin supérieur. - Birkhäuser, Basel, 192 S.
- GEYER, O.F., NITSCH, E. & SIMON, TH. (2011): Geologie von Baden-Württemberg. – Schweizerbart, Stuttgart, 5. Aufl., 527 S.
- HENRICHFREISE, A. (1981): Zum Naturschutzwert der Wälder der badischen Rheinaue. - Natur und Landschaft 56: 359-362.
- HÜGIN, G. (1962): Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. - Beitr. z. Landespflege 1: 185-250. Stuttgart.
- HÜGIN, G. (1980): Die Auewälder des südlichen Oberrheintales und ihre Veränderung durch den Rheinausbau. - Colloques phytosociologiques IX: 678-706.
- HÜGIN, G. (1981): Die Auenwälder des südlichen Oberrheintals - ihre Veränderung und Gefährdung durch den Rheinausbau. - Landschaft und Stadt 13: 78-91.
- LAUTERBORN R (1917): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. II. Teil. - Sitz.Ber. Heidelb. Akad. Wiss., Math.-Nat.wiss. Klasse, Abt. B, 5, 1-70.
- OBERDORFER, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III. - G. Fischer, Stuttgart - New York, 455 S.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsch. - G. Fischer, Stuttgart - New York, 282 S. Textband, 580 S. Tabellenband.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - Ulmer, Stuttgart, 7. Aufl., 1050 S.
- PAUTOU, G., PEIRY, J.-L., GIREL, J., BLANCHARD, E., HUGHES, F., RICHARDS, K., HARRIS, T. & EL-HAMES, A. (1997): Space-time units in floodplains: the example of the Drac River upstream Grenoble (French Alps). - Global Ecol. and Biogeogr. Letters 6: 311-319.
- PHILIPPI, G. (1984): Bidentea-Gesellschaften aus dem südlichen und mittleren Oberrhein-Gebiet. – Tuexenia 4: 49-79.
- REIF, A. (1996): Die Vegetation der Trockenaue am Oberrhein zwischen Mühlheim und Breisach. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 84/85: 81-150.

- REIF, A. (1997): Zielkonflikte im Naturschutz - Kontroversen und ihre Ursachen am Beispiel der Diskussion um die oberrheinische Trockenaue bei Breisach. - *Naturschutz und Landschaftsplanung* 29: 101-107.
- REIF, A., ZIMMERMANN, R. & SPÄTH, V. (2000): Vegetation der Auwälder am südlichen Oberrhein. – S. 117 – 152 in: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg): Vom Wildstrom zur Trockenaue. Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein. Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher.
- REINEKE, D. (1983): Der Orchideenbestand des Großraums Freiburg i. Br. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 33: 1-128.
- REINING, F. (1991): Zum Wachstum der Kiefern im südlichen Oberrheintal. - *AFZ* 17/1991: 888-890.
- RIPLEY, S. (1998): Standorte, Vegetation und Strukturen von Silberweiden-Auenwäldern am südlichen Oberrhein. Unveröffentl. Diplomarbeit, Forstwiss. Fakultät der Universität Freiburg.
- SCHENKER, A. (1992): Etappen der Veränderung - Fallbeispiele. Petite Camargue Alsacienne - beharrliche Restnatur in Stadtnähe. - In: GALLUSER, W.A. & SCHENKER, A. (1992): Die Auen am Oberrhein. Les zones alluviales du Rhin supérieur: 83-91. Birkhäuser, Basel.
- SCHEIFELE, M. (1962): Die Grundwasserabsenkung am Oberrhein. - *AFJZ* 133: 204-213.
- SCHNEIDER, E. (1996): Pioniervegetation kurzlebiger Arten an der mittleren Loire und dem unteren Allier. - *Braunschweiger Geobot. Arb.* 4: 309-322.
- SCHNITZLER-LENOBLE, A. (1988): Typologie phytosociologique, Ecologie et Dynamique des Forêts Alluviales du Complexe Geomorphologique Ello-rhenan (Plaine Rhénane centrale d'Alsace). - 494 S. Dissertation, CEREG-CNRS Illkirch.
- SCHULTE-MÄTER, F. (1938): Beiträge über die geographischen Auswirkungen der Korrektur des Oberrheins. - Dissertation, Universität Freiburg, 84 S.
- SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (Hrsg) (1992): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bad 4: Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklasse Rosidae) Haloragaceae bis Apiaceae. Ulmer, Stuttgart, 7. Aufl., 1050 S.
- SEIBERT, P. (1958): Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet "Puplinger Au". - *Landschaftspflege und Vegetationskunde* 1, 79 S. München.
- SPÄTH, V. (1988): Zur Hochwassertoleranz von Auwaldbäumen. – *Natur u. Landschaft* 63: 312-315.
- SPÄTH, V. & REIF, A. (2000): Auenwälder am Oberrhein. - *Der Bürger im Staat* 50 (2): 99-105.
- SPÄTH, V., ZIMMERMANN, R. & SPENGLER, K.-H. (1997): Untersuchungen zur Entstehung und Entwicklungsdynamik von Auenwäldern auf Bühnenfeldern südlich Breisach.- unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Oberrheinagentur Lahr, 49 S.
- STEINER, L. & BOGENRIEDER, A. (1989): Zur Ökologie des Sanddornbusches am Südlichen Oberrhein. - *Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg i. Br.* 77/78: 49-66.
- TITTIZER, T. & KREBS, F. (Hrsg) (1996): Ökosystemforschung: Der Rhein und seine Auen. Eine Bilanz. - Springer, Berlin, 468 S.
- VOGEL, O. (1969): Bestockungsombau am Oberrhein. - *Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg* 26: 151 S. Stuttgart.
- VOLK, H. (1998): Die Auenwälder am Oberrhein – Beiträge für eine neue Naturschutzbewertung. - *Mitt. Bad. Landesver. f. Naturk. u. Naturschutz N.F.* 17: 9-28.
- VOLK, H. (1999): Grundlagen und Erfahrungen bei der Renaturierung von Rheinauenwäldern. – *Forst u. Holz* 54: 494-500.

[illegible]

(Fortsetzung 3 von Tab.I)

Spalte 1111 111111 2222222222 33333333334444 4444 44555555555566666666 777777 77 77888 888

1234 567890123 456789 0123456789 01234567890123 4567 8901234567890123456789 012345 67 89012 345

Trennarten der reliktsichen Lavendelweiden-Trockenaue

Salix eleagnos K 1..
Hypericum perforatum +RR
Fragaria vesca +1
Clematis vitalba K R,R

Weitere Gehölze

Betula pendula B 1
Betula pendula S 1,A
Betula pendula K 1
Ligustrum vulgare S A
Ligustrum vulgare K +1
Cornus sanguinea S 1
Cornus sanguinea K 1
Viburnum lantana S 1
Lonicera xylosteum S 1
Lonicera xylosteum K 1
Rhamnus catharticus S A
Rhamnus catharticus K +1
Hippophae rhamnoides S +
Hippophae rhamnoides K 1B
Frangula alnus S +
Frangula alnus K +
Quercus robur RR,R
Fraxinus excelsior R
Acer pseudoplatanus R
Juglans regia 4
Alnus glutinosa B 3
Robinia pseudoacacia B 3
Robinia pseudoacacia K R
Crataegus monogyna K R
Salix triandra S 1B
Salix viminalis S 3
Salix nigricans S A

1-23: Weißseggen-Linden-Wald (Carici-Tilietum)
24-50: Eichen-Hainbuchen-Wald (Stellario-Carpinetum)
51-59: Stieleichen-Ulmen-Wald (Querco-Ulmetum)
60-65: Hainbuchen-Wald (Carpinietum) im Versickerungs- und Überflutungsgebiet

Art mit Schwerpunkt im Weißseggen-Linden-Wald (Carici-Tilietum)			
Carex alba	33B35R33B4343B441B4B4AA	A+...M1.A.BB1.....311.4AB..	+...A...
Carex ornithopoda	RR+		
Convallaria majalis	+.....A..		
Arten mit Schwerpunkt im Eichen-Hainbuchen-Wald (Stellario-Carpinetum)			
Acer pseudoplatanus B1	33.....B.B..B..		
Acer pseudoplatanus B2	+B.....A1A..		
Acer pseudoplatanus S	+.+.BA.....+A..MB+A.B.+13..		
Acer pseudoplatanus K	++.M+.R.R1.11+.11+11.3B.M+.R..		
Prunus padus S	+.A+AA..1AA.A.+.		
Prunus padus K	1++R.+++..R.+.		
Viburnum opulus S	+.+.+.+.+.+.+		
Viburnum opulus K	R.+.R.+.+.+.+.R..		
Carex flacca	+.+.+.+.+.R.+.M+...+RA1++++3..+1+.R..		
Carex sylvatica	+.1..1..1.+1+.1MAM++1...+1+.A.....R..		
Paris quadrifolia	1..11.1.11+.1+++++11...1.1..+1+		
Daphne mezereum	+.+.+.R..		
D Hainbuchen-Wald (Carpinion)			
Carpinus betulus B1	...1.....B.B..3A..3..BB..B.B...A4.41.....B13..		...4.3
Carpinus betulus B2	...AA.....B.A.+4..B.A..	...BB.A.BA.B...34B.AAB..	...1.11
Carpinus betulus S	+.....+.+.+.+.A.....A.....		
Carpinus betulus K	...+.+.+.+.R+.R.....+.+.+.R..		
Tilia cordata B1	1.A.....4...+AB..A.....B.....4A.....3...B...		
Tilia cordata B2	11A.....B.....B.....A.....BB.A.....1A.1.....B...		
Tilia cordata S	...1A.....+.+.+.A+...1.B.....A.....3...		

Spalte

[illegible]

Stickstoffzeiger grundfeuchter Stieleichen-Ulmen-Wälder (Querco-Ulmetum)

Sambucus nigra S		A3ABAA1.B	1.....
Sambucus nigra K		.+.+.+.+	+++..R
Humulus lupulus S		A.....	
Humulus lupulus K		++.....	
Bryonia dioica S			+
Bryonia dioica K	...R.		+.
Urtica dioica	1	..13+...B+	33+...
Galium aparine	+. .	..1311.A+	B3++R.
Dipsacus pilosus		...A.....+	+
Ranunculus ficaria	...M.....	..BBM.....	
Aegopodium podagraria	...A1.....	1.....	
Geranium robertianum		..+++.+.1	A+1.+.
Poa trivialis	1.....	...RA.....	1+....
Geum urbanum	...R.....	..+++.+.1	1.A.....+
Veronica hederifolia		...A.....+	+
Melandrium rubrum		...1.....	...+. .
Lysimachia nummularia	...R.....	...+. .	.....
Arctium lappa		...+. .R+	11+...
Circaea lutetiana		1.....	+
Lamium maculatum	...+.....	...1.....+	.....
Alliaria petiolata	...+.....	...1A...11	BB++..R
Chelidonium majus		...+.....	+
Lamium album		...RA.....	.....

Arten im Überflutungs- und Versickerungsbereich

<i>Impatiens parviflora</i>	.....	4+5+++
<i>Moehringia trinerva</i>	.....	+ .M.+.

Arten des Stellario-Carpinetum und Querco-Ulmetum

Fraxinus excelsior B1	 BB.44333B.+B..B31.A1..A3BA.	4333A4..3
Fraxinus excelsior B2	1.1..... A1...AB.A..1..AA..	AA.1BA..A
Fraxinus excelsior S	+.+++.+++1.B..B..B..1+..	A.11.11..
Fraxinus excelsior K	R.....+.++M11+M1+.++.R..MM11.11+1+M1B+11+.MM	.11.+1... +R+++
Allium ursinum	 A45.55543BB1+R.R.	545+43..1 .+...
Arum maculatum	+.++.R1....+.+R+.+++..R.	+1++M1..++R

Laubwaldarten (0 Fagetalia, K Querco-Fagetea)

Quercus robur B1	A3AAB...B...B.3.AAAB3B	.A1...A3B1B.B...B3BA4BB3BB3	.A3.3.33A	B3B.B3
Quercus robur B2	..A1.13BA433..1B11..	B.....1.....	A....	A1.41.
Quercus robur S	...+.1+.....	.....	.....	.....
Quercus robur K	+...R.R+.++R...+.R.1.	R.....+.R.....R.....	.....	.....
Corylus avellana B2	.....	+...B4...1..1B...1..A...	.....	.....
Corylus avellana S	4.14+A1.1A..B.3.113B4.5	A.1.331.ABB3BB+1AA4+BBAAB...	1.....	.....
Corylus avellana K	..R.+.....+.+.+	...R+.R++R+.+++.+.+	.....	.....
Hedera helix B1	..+.1.....+.1+	1.1.....1.....1.....	1.1.1A...	.....
Hedera helix B2	+.+.1.1.	...+1+1.1.....+.1+	111.AA...	...+.+
Hedera helix S	..+.1.....+.+.+.+	+1.+1+1+...+.+.+.+	111A1A...	...+.+
Hedera helix K	3+B31+...3.B.BBMBBBB	M14+11A1A4A1A3AAAAA111RR	B3B13B.14	+++
Anemone nemorosa	.M.....+.B11A.1.	MAM.1M.AAA+AA3..AB1.1MMA.	.....	.....
Brachypodium sylvaticum	1.++A.....+11A+R3B++A.	..1+.+.+.+.+.AB.1.+.+	.1+.++1+	+1..R.
Euphorbia amygdaloides	+.1+.+.1.1+.1.11	++M+111+1.+1.1+1+.+1+++	.....	...+R
Polygonatum multiflorum	++.++.....+.R++R+.	++M+111+1.+1.1+1+.+1+++	.11..M..+	...R.
Viola reichenbachiana	++.+++.R+.1.1..M+M+	11RM.1R1+1.M111+++++11M+1++	.11..A..+	...+.
Stachys sylvatica	R.....	R.R...R...R.....	.....	...+.

Spalte

Polysilicium undated 11

Ligustrum vulgare S A3AA.A.3B3B311.3+1+..A. .A1..+.1A+.AA...A+..+.131 1A1.1.B3. ..13B1

[illegible]

Arten des historischen Weichenholz-Adwandes

Populus nigra B1	1	BB
------------------	---	----

Populus alba L. K.....

Agrostis gigantea A B

Saponaria officinalis

(Fortsetzung 3 von Tab. II)

Spalte

1111111112222 2222233333333334444444444 555555555 6666666
12345678901234567890123 456789012345678901234567890 123456789 012345

Gepflanzte Gehölze

Robinia pseudacacia B1	...1A.....1....1.1 ...+B.....11..... AA.1...A
Robinia pseudacacia B2	1....A.....+.1...11... ..1+.1...B.....+.11 1..1A...1
Robinia pseudacacia S	1.....1.....1.....
Robinia pseudacacia K	R.....
Tilia platyphyllos S	+.....
Tilia platyphyllos K	R.....

Stör- und Nährstoffzeiger

Glechoma hederacea	...+.+.1++R.11+R1A.R.B. +B.1.....1.....+.+... .AABAA11+ .3+11.
Rubus caesius	+...+.A1...11...R.+A1 +1.++..1+.1..+1.++..+R.1R. 11+...+. .+....
Solidago gigantea	..+RA+.1..A..... ..+.R.....+3...+.....
Cirsium arvense	...B.....
Symphytum officinale	R.R.....R.....
Calamagrostis epigeios	+.....

Sonstige Begleiter

Betula pendula B1	AA+... .1.....+.+.....
Betula pendula B2	.1...1+.1.+.....
Acer platanoides B1	1.....
Acer platanoides K	R..... ..R.....R.+...R.
Taraxacum officinale	R..... ..R..R..... ..R..R...RR
Pimpinella major	...R.....R..... ..R..R.....
Eurhynchium striatum M	V...V..... ..V.....3V VAV...V33 VV....
Eurhynchium swartzii M	V..... ..V..... ..B...V.V .V....
Fissidens taxifolius M	+. V..+ V.....
Euphorbia dulcis	+.+.+.
Scilla bifolia	B...+.+.
Anemone ranunculoides	1.....
Lathraea squamaria	+.....

Außerdem kommen in folgender Aufnahme-Nummer vor: Galium album 273:+, 278:R; Ulmus laevis B1 61:A, 313:+; Calystegia sepium 311:+, 348:R; Asparagus officinalis 247:R, 277:R; Valeriana officinalis 339:+, 336:+; Viscum album E 31:V, 124:+; Poa nemoralis 319:R, 339:+; Ranunculus auricomus agg. 319:M, 296:R; Dactylis glomerata 246:+; Eupatorium cannabinum 33:1; Hypericum hirsutum 38:+; Fragaria vesca 276:+; Galeopsis tetrahit 247:R; Aesculus hippocastanum^K 109:R; Lysimachia vulgaris 23:+; Plagiomnium affine 246:V, 328:V; Carex spec. 33:+; Campanula trachelium 34:+; Rhytidadelphus squarrosus M 278:V; Melica ciliata 246:A; Hylocomium splendens M 278:V; Polystichum aculeatum 104:R; Pulmonaria obscura 293:R; Thuidium spec. 278:+; Lapsana communis 328:+; Vinca minor 268:5; Filipendula ulmaria 319:+; Primula veris 293:R; Viola odorata 293:M; Lamium purpureum 307:+; Brachythecium spec. M 267:V; Rosa scabriuscula S 307:+; Mercurialis perennis 317:+; Carex tomentosa 317:1; Ribes rubrum 319:R; Orchis cf mascula 319:+; Chaerophyllum temulum 326:A; Heracleum sphondylium 326:+.

Tab. III: Forstbestände

1-26: Schwarzkiefern-, Waldkiefernforst
27-34: Spitzahorn-Forst
35-42: Robiniengehölz

43: Kirschen-Bestand
44: Hybridpappel-Bestand

Spalte	111111111122222222	22233333	33333444	4 4
Aufnahmenummer	12345678901234567890123456	78901234	56789012	3 4
	1 21211 1 2 2	32 21 33	3323333	2 3
	11291222339038912 31 2711	06961101	23192332	6 4
	93403023243888669115127159	83743890	67659017	6 3
Messtischblatt-Nr.	8888888888888888888888888888	88888888	88888888	8 8
	00000000001011100000000000	00000000	01111111	0 1
	1111111111111111111111111111	11111111	11111111	1 1
	1111111111111111111111111111	11111111	11111111	1 1
Quadrant	444444444411114444444444	44444444	41311111	4 1
Baumschicht 1 (Höhe in m)	1 1 1 111	1111	1121121	1 2
	-----5-----1---8---	8526----	-8838626	5 6
Baumschicht 1 (Deckung, %)	4 3 5	7777	5516545	0 0
	-----5-----5---0---	0050----	-0550000	0 0
Baumschicht 2 (Höhe in m)	1 1 11 111 11 1 111	1	1111	
	97790980-81088100-0080-000	8687098-	90020088	7 -
Baumschicht 2 (Deckung, %)	54446545 55275454 4464 564	896	3 19 1 2	
	00000050-50500505-0000-050	1333000-	05505050	1 -
Strauchschicht (Höhe in m)	2111 11 211121111121323211	21115124	32235555	4 -
Strauchschicht (Deckung, %)	11 5 11 6 24771	11 2 23	6 7 3662	6 0
	5085 83 533011550505000005	00320105	55550005	5 -
Krautschicht (Höhe in cm)	1		1 1	1
	54456134566453335643524296	33252231	75348660	7 6
	00000050000000500000050000	00505000	00000000	0 0
Krautschicht (Deckung in %)	23383121843 4 546942621499	97 88 19	29229999	9 9
	00505055000505050505000005	00500305	05055055	5 5
Dominierende Arten in den Kiefernforsten				
Pinus nigra B2	333.....			
Pinus sylvestris B1	3.....3....4...			
Pinus sylvestris B2	...34333.43843333.3343.333			
Pinus sylvestris S			+	
Scleropodium purum M	1435A55515455B545.4.B4BVAA		A.....	
Dominierende Arten in Edellaubholz-Pflanzungen				
Acer platanoides B1		A444.....		
Acer platanoides B2		...55A.	...1.....	
Acer platanoides S			B.....	
Acer platanoides K		1+M.+. .	00000000	
Tilia platyphyllos B1		4.....	+. .	
Tilia platyphyllos B2		+.+.+. .	.111.3.	
Tilia platyphyllos S		...+.+. .	+. .	+
Tilia platyphyllos K		+. .+. .		
Acer pseudoplatanus B2		A.....		
Acer pseudoplatanus S			B.....	
Acer pseudoplatanus K			A.....	
Baumart der Robinien-Bestände				
Robinia pseudacacia B1			.33A4333	
Robinia pseudacacia B2			31+31A1.	
Robinia pseudacacia S			+. .+. .A	
Robinia pseudacacia K		+. .R.....	+. .	
Baumart des Kirschen-Bestandes				
Prunus avium B1				3
Prunus avium S		...1.+. .+. .	...1	
Prunus avium K		...R.....	...R.....	
Baumart des Hybridpappel-Bestandes				
Populus x canadensis B1				3
Weitere gepflanzte Gehölze				
Corylus avellana B2		+. .		
Carpinus betulus S		...+. .	...+1	
Fagus sylvatica B2		+. .	+. .1.	
Fagus sylvatica S		+. .+. .	+. .+. .	

(Fortsetzung 1 von Tab. III)

Spalte 11111111112222222 22233333 33333444 4 4
12345678901234567890123456 78901234 56789012 3 4

Stör- und Nährstoffzeiger feuchter Standorte

Sambucus nigra S	 A.....	B44B	4	.
Sambucus nigra K	R..R....	R....	+.++1	.
Humulus lupulus B2	.....	.....	+	.
Humulus lupulus S	.....	.....+A.	A	.
Humulus lupulus K	.....	.....11.	A	.
Galium aparine	.....	.....+RB1A4	B	.
Lamium galeobdolon	.....	.....+.....ABBA	.	.
Urtica dioica	A..R....	AB.B	A	5
Geum urbanum	.....	.....+	+	.
Veronica hederifolia	.....	.....A.1	+	.
Melandrium rubrum	.....	.....+1	.	.
Lamium maculatum	.....	.....+	A	.
Alliaria petiolata	.....	.....R1	.	.
Ribes uva-crispa	.....	.....+1	.	.

Stör- und Nährstoffzeiger

Rubus caesius	1+1AR.++.R+11.R+ABA1A1.++AA	11+A++1.	+.+.+1.	B	.
Solidago gigantea	.AA.1++R53A.....+A+131..31	+.15	A5+...	.	.
Cirsium arvense	..++.....A.....AA	.R....	+	.	.
Symphytum officinale	..RR.....+R..R....	.R....	+	.	.
Calamagrostis epigeios	+.1...1.....++.....	+	+	.	.
Glechoma hederacea	+.1...++...+.1+1.A+1A...A	A.....	+.1.BBB+	3	.
Aegopodium podagraria	.....	1...+	A.....	3	.
Arten reicher Laubwälder	.....	.....	.....	.....	.....
Fraxinus excelsior B1	+.1.....	.....	.....AB.....	.	.
Fraxinus excelsior B2	.....	.....1.	1.1...+	.	.
Fraxinus excelsior S	...+.1.....+.....++...	.....	.....1.	.	.
Fraxinus excelsior K	R.....R.....+1R...11	++...	+	.	.
Acer pseudoplatanus S	+1+.....	+	+	.	.
Acer pseudoplatanus K	+R+.....	+.+.1	A.....	+	.
Prunus padus S	.....	.....+	1.....	.	.
Prunus padus K	.....	.....++	.....	.	.
Allium ursinum	.....	5..341.M	4554	R	.
Paris quadrifolia	...+.1.....	++1R+1.	+	.	.
Arum maculatum	.....	.....+	.....	+	.
Carex sylvatica	.....	+.1...+	1.....	.	.
Plagiomnium undulatum M	.....	.....	1VV.V...	.	.
Viburnum opulus K	R.....	.....	.....R.....	.	.

Arten der Laubwälder (Fagetalia und Querco-Fagetea)

Quercus robur B1	1.....	.....	.....	.	.
Quercus robur S	+.1.....	.....	.....	.	.
Quercus robur K	++R.R+.....+.....	.R...RR.	+	.	.
Carpinus betulus B2	.....	.....	.....	.	.
Carpinus betulus S	.....	.....	.....	.	.
Carpinus betulus K	+.1.....R...R.....	.....	.....	.	.
Tilia cordata B1	.....	.....	.....BA.....	.	.
Tilia cordata B2	.....	.....	.....14.....	.	.
Tilia cordata S	++1...+	.....	.....A.....	.	.
Tilia cordata K	+.1.....R...R.....	.....	.....A.....	.	.
Acer campestre K	R.....	R.....	.....	.	.
Corylus avellana S	...+.1.....+1A+11..	1.1B.1+	+	.	.
Corylus avellana K	.....++...++...	++.....	.....	.	.
Clematis vitalba B1	A.....	.....	.....1.....	.	.
Clematis vitalba B2	..++.....+A1+.AAA	.....	.....11.1	.	.
Clematis vitalba S	11AA11A+1A1	R.+.1.AA.1	+	.	.
Clematis vitalba K	...+.1.....R..R.M+41B.A++A.	+11R.+++	++...	+	.
Hedera helix B1	.....	.....	.....	+	.
Hedera helix B2	...+.1.....1.....+	.....	.....1.+.+	.	.
Hedera helix S	...+.1.....+.....+	.....	.....11+.+	.	.
Hedera helix K	...A+.1.....1A1.11++B.A	1B14+1++	BAA.	3	.
Tamus communis B2	.....	.....+1	.....	.	.
Tamus communis S	.....	.....+1+	.....	.	.
Tamus communis K	.....	.....+	.....	.	.
Prunus avium B2	.....	.....	.....1.....	.	.
Tilia platyphyllos S	.....	.....+1.....	1.1.....	.	.
Melica nutans	11AB1.111MA+A1A.1AA..+1.AA	+.3+	11.....	.	.
Carex alba	1AABA+1A1+A1B.3.B..+3AAA.A	3.R.1.	1.....	.	.
Polygonatum multiflorum	...+.1.....R.....R.....	+.1+++	R...++R.	1	.
Stachys sylvatica	...1...+.....11...+.....A3	1+.A...	+11.	B	.
Brachypodium sylvaticum	...1...+.....11.1+.1.1	+1++R1.	R.....	.	.

Spalte

111111111222222 22233333 33333444 4 4

12345678901234567890123456 78901234 56789012 3 4

Anemone nemorosa	+.+. . . . +. . . . R. . . +. +. . A. . . +. A.
Euphorbia amygdaloides	. . . +. +R. . . . +. +. +. 1.
Viola reichenbachiana	. . . +. . . +. +. +. 1. ++. +. . . +. +. . . .
Bromus ramosus	. . . +. +. +.
Scrophularia nodosa	 R.
Dryopteris filix-mas	. . . R. R. R.
Carex digitata	 +. +.
Hieracium sylvaticum	 +. +. +. R.

Arten der Gebüsche (Prunetalia)

Ligustrum vulgare S	AAA1.11.11+1++A.+B.+A3A1.	+A.....	314...++	.
Ligustrum vulgare K	.1..+++.+++++1..1R..+1..	+11..+1.	+BR.....	.
Crataegus monogyna S	1..+.1+.1++++1...A+AAB+	...R+A.	B.+...11	.
Crataegus monogyna K	++R.++++.+++.1+1++..+	.R+...+	+	.
Cornus sanguinea S	1+...+.++B..11++..11B+	..+...+	A.1.1+..	.
Cornus sanguinea K	+R.+...R+...1++R.....	+	A...+...	.
Viburnum lantana S	++...+...+1...+++A.11A+	.....	1+.....	.
Viburnum lantana K	R+...+.+++...+...+++	+.R..	1.....	.
Lonicera xylosteum S	+.1+.+.+.3+.1+.B.+A.3..	1++R.A+	+A.....	.
Lonicera xylosteum K	..+++.+.R1++++.....1..	+1....1.	.....	.
Ulmus minor B2	..+.....	.....	.....B	.
Ulmus minor S	+.1.....+++1++A++	.....	.....+A	.
Ulmus minor K	+++..+.....+.....+	.....	.....	.
Rhamnus catharticus S	+. 1+.....11..	.....	.....	.
Rhamnus catharticus K	R...+.....+	.....	.....R.....	.
Berberis vulgaris S	+.R..++.....+	.....	.....+	.
Berberis vulgaris K	.R+.R.....+.R.....	.....	.....	.
Prunus spinosa S	+.+1+1+B.+	.....	.....+1.1.	.
Prunus spinosa K	+.++.....	.R.....	R.R+	.
Rosa spec. K	R.....	.....	.....	.
Frangula alnus S	+..+.+.+++.R	.....	.....	.
Frangula alnus K	..+.....	.....	.....+ R.....	.
Euonymus europaeus S	.....+. ....+	.....	.....+A.11	.
Euonymus europaeus K	.RR.....+.R.....+. ....+	.....	.....+1.1.	.
Malus sylvestris S	.....	.....	.....+	.
Malus sylvestris K	R.....	.....	.....	.
Rhytiadelphus triquetrus	5.1+...1.....A.....	.....	.....3.1.....	.

Arten der wärmeliebenden Säume (Trifolio-Geranietea)

<i>Carex flacca</i>	A11B+111.A+.1.B.....	R.M1.++R.....
<i>Brachypodium pinnatum</i>	AAA.B1B.....A11B.+B.A.3+	A+.....
<i>Hypericum perforatum</i>	R.R.R.+.....+.....R	R.....
<i>Agrostis gigantea</i>	1.....A..R..R.....	.....
<i>Organum vulgare</i>	R.....R.....+.....R	.....
<i>Valeriana collina</i>	..R.....+.....	.....
<i>Viola hirta</i>	+.+.+1.....+.+.+. ....+R +.....	.....
<i>Sanguisorba minor</i>	..R.....R.....R.....	.....
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+++..+++..+.....+.....	.....
<i>Cynanchum vincetoxicum</i>	R.....R.....	.....

Arten des Wirtschaftsgrünlandes (Molinio-Arrhenatheretea)

Taraxacum officinale	..+RR.....+.+.R....	++.R.R.R.R.
Galium album	++..1..+.1+..1.A.M.1A...	..R.....
Vicia cracca	R.....R..R.....	
Dactylis glomerata		..R..+..+
Lathyrus pratensis	R....R.....	

Sonstige Begleiter

Populus nigra B1							A	
Populus alba B2			+					
Populus alba S				+				
Populus alba K					R			
Betula pendula B2						A		
Betula pendula S				+			+	
Betula pendula K					R			R
Deschampsia cespitosa	+	+			R			
Pimpinella major				++	+			
Calystegia sepium		+				++		R
Hypericum hirsutum							A	+
Fragaria vesca				+	R.1			
Juglans regia K			R.	R.		R.		
Asparagus officinalis			R.		R.		R.	R.
Lysimachia vulgaris	R.	R.	R.RR.	+			+	

(Fortsetzung 3 von Tab. III)

Spalte	111111111122222222	22233333	33333444	4	4
	12345678901234567890123456	78901234	56789012	3	4
Eurhynchium striatum M	V.....V...V.V	.....	..V.B..V	.	.
Eurhynchium swartzii M	.....	.....	..V.V... V	.	.
Phalaris arundinacea	R+...1.+.....+	.....	.....	.	.

Außerdem kommen vor: Juglans regia^S 24:+, 19:+; Plagiomnium affine 233:V, 19:1; Eupatorium cannabinum 21:A, 310:1; Agrimonia eupatoria 22:+, 1:R; Festuca ovina s.str. 13:1, 14:+; Ranunculus ficaria 327:A, 343:A; Geranium robertianum 1:R, 308:1; Bryonia dioica^S 15:+, 310:+; Dipsacus pilosus 97:R, 343:R; Inula conyza 14:R, 22:R; Saponaria officinalis 1:+, 2:+; Poa trivialis 331:+; Moehringia trinerva 295:R; Angelica sylvestris 35:R, 111:R; Inula salicina 14:+; Centaurium erythraea 263:+; Campanula rotundifolia 2:R; Lithospermum officinale 2:R, 97:R; Thymus pulegioides 1:+; Bromus erectus 22:+; Poa angustifolia 23:R; Senecio jacobaea 2:R; Euphorbia verrucosa 19:R; Silene vulgaris 1:+; Plantago major 263:R; Verbascum spec. 2:R; Stachys palustris 9:+; Ribes nigrum 1:R; Galeopsis tetrahit 1:+; Salix purpurea S 119:+; Epipactis helleborine 9:R; Thuidium delicatulum M 93:1; Fissidens taxifolius M 295:+; Cirsium vulgare 263:R; Valeriana officinalis 32:R; Carex spec. 198:+; Hieracium spec. 1:R; Vicia hirs./tetr. 2:R; Artemisia vulgaris 2:R; Rubus spec. 96:+; Senecio erucifolius 96:R; Aethusa cynapium cynapoides 96:R; Hylocomium splendens M 93:V; Arrhenatherum elatius 2:R; Achillea millefolium 310:R; Brachythecium rutabulum M 120:+; Poa nemoralis 119:R; Dryopteris dilatata 119:R; Dryopteris affinis 119:R; Carex ornithopoda 138:R; Solanum dulcamara 263:R; Carduus crispus 263:R; Lapsana communis 263:R; Euphorbia stricta 264:R; Carex montana 198:+; Thuidium tamariscinum M 233:V; Molinia caerulea agg. 186:+; Chaerophyllum temulum 343:R; Malus domestica^B2 327:1; Juglans nigra^B2 327:1; Adoxa moschatellina 327:+; Phragmites communis 93:+; Potentilla reptans 119:+; Calystegia sepium^S 21:+; Iris pseudacorus 22:R; Circaea lutetiana 266:A; Chelidonium majus 327:+; Lamium album 327:A; Helleborus foetidus 18:R, 330:+; Rosa arvensis 2:+; Ranunculus repens 331:R.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [BH_6_2013](#)

Autor(en)/Author(s): Reif Albert, Gärtner Stefanie, Zimmermann Reinhard, Späth Volker, Lange Jörg

Artikel/Article: [Auenentwicklung am südlichen Oberrhein – „Trockenaue“ und rezente Rheinaue 125-169](#)