


# Risikoanalyse Wald

 Praxisorientierter Leitfaden

## **Impressum**

<b>Herausgeber</b>	<b>Regierungspräsidium Freiburg Abteilung Umwelt, Referat 53.3 (IRP) Bissierstr. 7 79114 Freiburg <a href="http://www.rp-freiburg.de">http://www.rp-freiburg.de</a></b>
<b>Koordination</b>	<b>Michael Rickes (GwD SOR/HR) Alexandra Muley (ILN)</b>
<b>Redaktion</b>	<b>Dr. Ulrike Pfarr (RP Freiburg) Michael Rickes (GwD SOR/HR)</b>  <b>Dr. Volker Späth Alexandra Muley Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN) Sandbachstr. 2 77815 Bühl</b>  <b>Dr. Hans-Gerd Michiels Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) Wonnhaldestr. 4 79100 Freiburg</b>
<b>Gestaltung</b>	<b>Maerzke Grafik Design, Leonberg</b>
<b>Bildnachweis</b>	<b>Alle Fotografien Regierungspräsidium Freiburg</b>
<b>Gefördert</b>	<b>Im Rahmen Interreg III/B, NWE Nr. B039: FOWARA</b>
<b>Layout</b>	<b>Regierungspräsidium Freiburg, Referat 53.3</b>
<b>1. Auflage Nachdruck</b>	<b>Alle Rechte, insbesondere das der Vervielfältigung, der Verbreitung, der auch nur auszugsweisen Wiedergabe und Speicherung in Datenbanken vorbehalten.</b>
<b>Schutzgebühr</b>	<b>EURO 15,-</b>

**Freiburg, Dezember 2007**

## INHALT

<b>1</b>	<b>Einleitung und Aufgabenstellung</b>	<b>.4</b>
<b>2</b>	<b>Charakterisierung und Darstellung des Untersuchungsgebietes</b>	<b>.6</b>
2.1	Charakterisierung des Gebietes	.6
2.2	Beschreibung der Waldbestände und Baumarten	.6
<b>3</b>	<b>Material und Darstellung</b>	<b>.8</b>
3.1	Material	.8
3.2	Vorgaben aus der Planung	.9
3.3	Kartografische Darstellung	.9
<b>4</b>	<b>Methode</b>	<b>.10</b>
4.1	Klassifizierung der Überflutungshöhen	.10
4.2	Definition von 5 Schadstufen für Baumarten	.10
4.3	Definition der Risikoklassen der Bestände	.12
4.4	Annahme höherer Schäden	.13
<b>5</b>	<b>Ermittlung der Risikoklassen für die Waldbestände</b>	<b>.14</b>
5.1	Auswirkungen bei Retention	.14
5.2	Zusätzliche Wirkungen durch Ökologische Flutungen	.15
5.2.1	Grundsätzliche Aspekte	.15
5.2.2	Vorgehensweise	.16
5.2.3	Bestände, die nicht durch Ökologische Flutungen erreicht werden	.20
5.3	Zusätzliche Wirkungen durch binnenseitigen Grundwasseranstieg	.20
5.3.1	Grundsätzliche Aspekte	.20
5.3.2	Methodische Vorgehensweise	.20
5.4	Zusammenfassende Darstellung	.21
<b>6</b>	<b>Waldbauliche Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Waldbestände</b>	<b>.22</b>
6.1	Grundsätzliche Aspekte	.22
6.2	Waldbauliche Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Waldbestände	.22
6.3	Verwendete Bestockungstypen in Anlehnung an die regionalen Waldentwicklungstypen (RWET)	.24
<b>7</b>	<b>Fazit</b>	<b>.27</b>
<b>8</b>	<b>Literatur und Quellen</b>	<b>.28</b>
<b>9</b>	<b>Verzeichnisse</b>	<b>.30</b>
9.1	Tabellenverzeichnis	.30
9.2	Abbildungsverzeichnis	.30
<b>10</b>	<b>Anhang</b>	<b>.31</b>

# 1 Einleitung und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Integrierten Rheinprogramms (IRP) Baden-Württemberg sind an 13 Standorten auf der badischen Seite des Oberrheins großflächige Gebiete als Rückhalteräume für den Hochwasserschutz geplant. Für die erforderlichen Genehmigungsverfahren ist an jedem dieser Standorte eine Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) zu erstellen. Da diese Gebiete zu fast 70 % mit Wirtschaftswäldern bestockt sind, ist für jeden Rückhalteraum eine detaillierte Untersuchung der Auswirkungen des zukünftigen Betriebes auf die Waldbestände erforderlich.

Mit dem Betrieb von Hochwasserrückhalteräumen ergeben sich Veränderungen abiotischer Standortfaktoren. Hierbei lassen sich drei betriebsbedingte Wirkfaktoren unterscheiden. Die im Abstand von mehreren Jahren episodisch auftretenden Retentionseinsätze sind durch relativ kurze Überflutungen mit großen Überflutungshöhen charakterisiert. Die regelmäßigen Ökologischen Flutungen haben in Abhängigkeit vom Rheinabfluss hinsichtlich Überflutungsdauer und -höhe eine große Varianz. Bei Retention und bei langen Ökologischen Flutungen kann binnenseits Grundwasseranstieg in Senken und Schluten ein weiterer, zusätzlicher Wirkfaktor sein.

Die vorhandenen Baumarten können Überflutungen hinsichtlich Dauer und Höhe nur in einem bestimmten Umfang tolerieren. Werden bestimmte Toleranzwerte überschritten, so kommt es zu Rinden- und Kambiumschäden an den überfluteten Stammkörpern oder zum Absterben von Individuen. Bei kurzen aber hohen Überflutungen kommt es zu Schädigungen in Abhängigkeit von der Überflutungshöhe. Bei flachen aber lang anhaltenden Überschwemmungen kann auch die Überflutungsdauer zu Bestandsschäden führen.

Schäden an Waldbäumen werden durch Überflutung hervorgerufen, indem die Sauerstoffzufuhr zwischen Rinde und Holz unterbrochen wird. Hierdurch können die für das Dickenwachstum der Bäume notwendige Kambiumschicht und das für die Energieversorgung der Wurzel zuständige Leitbastsystem geschädigt werden. Länger andauernde Überflutungen oder Staunässe führen bei den meisten Baumarten außerdem zu Sauerstoffmangel im Wurzelbereich und daraus resultierend zum Absterben von Wurzelteilen (insbesondere der baumphysiologisch wichtigen Feinwurzeln). Hierdurch werden die Wasser- und Nährstoffaufnahme sowie die Transpirationsrate verringert. Als Sekundärfolgen davon können Totäste, Stamm- und Wurzelfäulen entstehen.

Schädigungen durch Überflutung lassen sich durch frühzeitigen Laubfall, Abplatzen der Rinde und Wurzelbeeinträchtigungen erkennen. Die Schäden können zum Absterben von Einzelbäumen bis zum flächigen Ausfall von Einzelbeständen führen. Deutlich erkennbar sind solche Schäden bereits im jeweiligen Jahr der Überflutung,

die maximale Ausprägung zeigt sich jedoch meist erst im Folgejahr. Das Nachlaufen der Schäden kann mehrere Jahre dauern.

Die einzelnen Baumarten unterscheiden sich sehr stark hinsichtlich ihrer Fähigkeit, Überflutungen zu tolerieren. Von den Schäden sind vor allem wenig überflutungstolerante Baumarten betroffen. Besonders empfindliche Baumarten wie Rotbuche, Kirsche und Spitzahorn zeigen daher i.d.R. Stammschäden und Ausfälle.

In Abhängigkeit von den heute vorhandenen Waldbeständen und Baumartenmischungen ist für die Waldbesitzer daher mit unterschiedlichen Betriebsrisiken zu rechnen. Um diese Risiken einschätzen zu können, werden die Daten der Bestandesfeinkartierung mit den Daten der geplanten Überflutungsbedingungen verschnitten. Als Ergebnis liefert die Risikoanalyse die zu erwartende flächenmäßige Schadensverteilung und den zu erwartenden Schadensumfang gegliedert nach Baumarten und Beständen. Im Rahmen der Risikoanalyse werden die Wirkungen von Retentionseinsätzen, Ökologischen Flutungen und binnenseitigem Grundwasseranstieg auf Waldbestände und Baumarten ermittelt und bewertet.

Regelmäßige Überschwemmungen führen durch kontinuierliche Selektions- und Anpassungsprozesse zur Entwicklung in höherem Maße überflutungstoleranter Auenwaldgesellschaften. Diese Prozesse verhindern die Entwicklung hochwasserempfindlicher Naturverjüngungen und begünstigen die Ausbildung hochwassertoleranter Bestände. Die immer wiederkehrenden negativen Auswirkungen der Retentionsflutungen werden vermieden bzw. gemindert, indem durch regelmäßige Flutungen des Rückhalteraumes (in Abhängigkeit der Abflüsse im Rhein und entsprechend der Steuerung am Einlaufbauwerk) die standörtlichen Voraussetzungen zur Entwicklung überflutungstoleranter Waldbestände entsprechend der mit der Forst- und Naturschutzverwaltung abgestimmten Auenwaldstufen geschaffen werden.

Aufgabe der UVS ist es darüber hinaus zu beurteilen, ob ökologisch wirksame Schäden am heutigen Wald auf Grund lang anhaltender Ökologischer Flutungen in den ersten Betriebsjahren auftreten können. Sollte die Prognose dies ergeben, ist im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie abzuwägen, ob in den ersten Jahren des Betriebes Einzelereignisse lang andauernder Ökologischer Flutungen zeitlich zu begrenzen sind (Extremwertbegrenzung von Einzelereignissen).

Inwieweit im Einzelfall Schäden eintreten, die zur Erreichung der Ziele des Integrierten Rheinprogramms (IRP) in Kauf genommen werden müssen, ist in den einzelnen Rückhalteräumen zu klären.

## 2 Charakterisierung und Darstellung des Untersuchungsgebietes

Bei der Beschreibung des Untersuchungsgebietes (UG) sind die Rückhalteräume (RHR) bzgl. ihrer geographischen Lage, ihrer Gesamtfläche und im Hinblick auf Besonderheiten bei Flächenzu- und -abgängen zu beschreiben. Zur Veranschaulichung ist die Lage und Abgrenzung des jeweiligen RHR in einem Kartenausschnitt der Topographischen Karte darzustellen.

Bei einer Verteilung der Waldflächen auf verschiedene Eigentümer sind die Flächengrößen, die Anzahl der Bestände und die Waldorte der einzelnen Waldeigentümer detailliert zu dokumentieren.

### 2.1 CHARAKTERISIERUNG DES GEBIETES

Für die Charakterisierung des Untersuchungsgebietes sind Daten zur Gesamtbetriebs-, zur Holzboden- und Nichtholzbodenfläche anzugeben.

Die **Gesamtbetriebsfläche** setzt sich zusammen aus:

- der forstlichen Betriebsfläche (getrennt nach Holzboden und Nichtholzboden) und
- sonstigen Flächen.

Zum **Holzboden** gehören alle zur Holzerzeugung vorgesehenen Flächen:

- Flächen des Wirtschaftswaldes,
- Flächen im außerregelmäßigen Betrieb (arB),
- Wege mit weniger als 5 m Gesamtbreite,
- Schneisen mit weniger als 5 m Gesamtbreite,
- Gräben mit weniger als 5 m Gesamtbreite und
- Wasserläufe mit weniger als 5 m Gesamtbreite.

Der **Nichtholzboden** umfasst alle nicht zur Holzerzeugung bestimmten Flächen:

- Wege mit 5 m Gesamtbreite und mehr,
- Schneisen mit 5 m Gesamtbreite und mehr,
- Bannwälder (MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LÄNDLICHEN RAUM (MLR) 2002),
- Holzlagerplätze, Parkplätze.

### 2.2 BESCHREIBUNG DER WALDBESTÄNDE UND BAUMARTEN

Die folgenden Angaben sind einer aktuellen Bestandesfeinkartierung zu entnehmen und gegebenenfalls entsprechend den hier geforderten Arbeitsschritten aufzubereiten. Die Gliederung der Waldbestände erfolgt durch die Zuordnung zu Bestandestypen sowie zu Verjüngungs- und Naturverjüngungsbeständen.

#### BESTANDESTYPEN

Die Bestandestypen sind nach der führenden Baumart benannt, die Bezeichnungsbaumart bestimmt dabei die weitere Bestandesentwicklung. Da sich die Zuordnung in baumartenreichen und standörtlich stark variierenden Mischbeständen bei der Vielfalt und dem raschen Wechsel möglicher Erscheinungsformen als schwierig gestalten kann, soll in den Fällen in denen keine führende Baumart zu erkennen ist, eine Entwicklungstendenz unterstellt werden.

Die Ausweisung und Definition der Bestandestypen erfolgt in Anlehnung an die von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg (FVA) entwickelte Bestandestypenübersicht für den Rheinauenwald (s. Tabelle 1).

**TABELLE 1: BESTANDESTYPENÜBERSICHT NACH FVA, PRÄZISIERT AM BEISPIEL DES RHR BREISACH/BURKHEIM**

Bestandestyp Nr.	Bestandestyp
Bestandestyp 1:	Altbestände mit hohem Anteil an autochthonen Pappeln
Bestandestyp 2:	Pappelbestände (Wirtschaftspappeln) ohne Unterstand
Bestandestyp 3:	Pappelbestände (Wirtschaftspappeln) mit Unterstand
Bestandestyp 4:	Altbestände Eiche (Stieleiche)
Bestandestyp 4/8:	Altbestände Eiche in Verj. mit bergahornreichen Blbbest.
Bestandestyp 5:	Jüngere Eichenbestände (Stieleiche)
Bestandestyp 6:	Altbestände Esche
Bestandestyp 6/8:	Altbestände Esche in Verj. mit bergahornreichem Blbbest.
Bestandestyp 7:	Eschenreiche Buntlaubholzbestände
Bestandestyp 8:	Bergahornreiche Buntlaubholzbestände
Bestandestyp 9:	Schwarznußbestände
Bestandestyp 10:	Buchenbestände
Bestandestyp 11:	Birkenbestände
Bestandestyp 12:	Strauchholzreiche Laubholzbestände
Bestandestyp 13:	Weidenbestände
Bestandestyp 14:	Spitzahornbestände
Bestandestyp 15:	Schwarzkiefer- und Kiefernbestände
Bestandestyp 16:	Sonstige Nadelholzbestände
Bestandestyp 17:	Erlenbestände
Bestandestyp 18:	Altbestände Bergahorn
Bestandestyp 19:	Hainbuchenbestände
Bestandestyp 20:	Robinienbestände
Bestandestyp 21:	Kirschenbestände

Die standörtliche und waldbauliche Vielfalt des jeweiligen Rückhalteraaumes lässt sich auf der Basis der in der Bestandesfeinkartierung behandelten Bestandestypen weitestgehend erfassen. Um regionalen waldbaulichen Besonderheiten gerecht zu werden, sind bei Bedarf zusätzlich zu den hier aufgeführten 21 Bestandestypen in den einzelnen RHR weitere Spezifikationen notwendig.

Bei der Beschreibung der einzelnen Bestandestypen sind folgende Punkte darzustellen:

- Anteile der vorkommenden Baumarten (in %),
- Verjüngungsanteile bzw. Naturverjüngungsvorräte,
- flächenmäßige Ausdehnung,
- waldgeschichtliche Entstehung,
- Standortsspektrum,
- sukzessionale Stellung und
- mögliche Gefährdungen z. B. durch klimatische Einflüsse, Wild, Insekten, Pilze etc.

Ergänzend sind, um den standörtlichen und waldbaulichen Besonderheiten gerecht zu werden, Aussagen zur geeigneten waldbaulichen Behandlung möglich.

#### **WALDVERHÄLTNISSE**

Für die Darstellung der Waldverhältnisse sind die vorkommenden Bestandestypen tabellarisch mit ihren jeweiligen Flächenanteilen (in ha und %) aufzuführen (s. Anhang Tabelle A 1).

#### **BAUMARTENANTEILE**

Aus der Übersicht der Bestandestypen sind für die Gesamtwaldfläche die Flächenanteile der vorkommenden Baumarten abzuleiten und tabellarisch aufzuführen (s. Anhang Tabelle A 2).



# 3 Material und Darstellung



## 3.1 MATERIAL

Folgende Grundlagen und Arbeitsschritte sind für die Erstellung der Risikoanalyse erforderlich und werden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

- ▶ Abgrenzung des Bearbeitungsgebietes,
- ▶ digitale Kartengrundlagen für die Darstellung,
- ▶ Befliegungskarte mit Geländehöhen,
- ▶ aktuelle digitalisierte Bestandesfeinkartierung,
- ▶ forstliche Standortskarte,
- ▶ Wasserspiegellagen im Rückhalteraum bei prognostizierter Retention im Gelände,
- ▶ Strömungskarten mit Angaben zu Fließgeschwindigkeiten bei Retention und ggf. Abflüssen im Rhein,
- ▶ Angaben über die prognostizierte Einsatzhäufigkeit/Jährlichkeit der Retentionen,
- ▶ geplante mittlere Überflutungshöhen und Überflutungsdauern in der Vegetationsperiode bzw. im Jahr bei Ökologischen Flutungen,
- ▶ Flurabstandskarten für binnenseitige Flächen.

Die eigentliche Risikoanalyse umfasst die im Folgenden aufgeführten Arbeitsschritte:

Analyse der Auswirkungen der Retentionseinsätze in der Vegetationszeit:

- ▶ Einschätzung der Überflutungssituation bei Retention,
- ▶ Interpretation der Auswirkungen,

Analyse der zusätzlichen Wirkungen durch Ökologische Flutungen:

- ▶ Darstellung der Bestände, die aufgrund von Ökologischen Flutungen in der Umstellungsphase zusätzliche Wirkungen erwarten lassen,
- ▶ Darstellung der Bestände, die nicht durch Ökologische Flutungen erreicht werden.

Analyse der zusätzlichen Wirkungen durch Grundwasser auf der Binnenseite.

Die Kenntnisse einschlägiger Fachliteratur, insbesondere folgende Beiträge, werden als bekannt vorausgesetzt:

- ▶ Auswirkungen des Hochwassers im Rheinauenwald (BIEGELMAIER 2002),
- ▶ Hochwassertoleranz von Waldbäumen in der Rheinaue (SPÄTH 2002a),
- ▶ Forstliche Standortsgliederung in der badischen Rheinaue (MICHIELS & ALDINGER 2002).





### 3.2 VORGABEN AUS DER PLANUNG

Die im jeweiligen Retentionsraum zu erbringenden Volumina liegen aufgrund des Wirksamkeitsnachweises fest und sind Bestandteil des Kabinettsbeschlusses zum Integrierten Rheinprogramm (MINISTERRATSBESCHLUSS vom 29.01.1996). Aufgrund der erforderlichen Volumina und der aus Gründen der Umweltverträglichkeit angestrebten maximalen Überflutungshöhen im Bereich von Abschluss- und Querdämmen ergeben sich für den Retentionseinsatz definierte maximale Überflutungshöhen im gesamten Rückhalteraum. Die Zuordnung der Auenwaldstufen zu den bei Retention auftretenden Überflutungshöhen und damit die Ableitung der mittleren Überflutungsdauern für Ökologische Flutungen erfolgt daraufhin auf Basis des Auenstufenpapiers (MICHIELS & ALDINGER 2002).

### 3.3 KARTOGRAFISCHE DARSTELLUNG

#### Bestandesfeinkartierung

Soweit die Bestandesfeinkartierung nicht digital vorliegt, hat zunächst die Digitalisierung zu erfolgen. Die Ergebnisse sind als **Karte 1** im Maßstab 1:5.000 darzustellen (s. Karte 1 im Anhang). Die anzuwendende Legende erfolgt in Anlehnung an die Bestandestypenübersicht der FVA (s. Tabelle 1 S. 6).

#### Risikoklassen der Waldbestände bei Retention

Die Ergebnisse der ermittelten Risikoklassen für die einzelnen Bestände sind in **Karte 2** darzustellen (s. Karte 2 im Anhang).

#### Mögliche zusätzliche Wirkungen durch Ökologische Flutungen

Bestände mit möglichen zusätzlichen Wirkungen durch Ökologische Flutungen bzw. Bestände, die nicht von Ökologischen Flutungen erreicht werden, sind in **Karte 3** farbig zu markieren (s. Karte 3 im Anhang).

#### Waldbauliche Empfehlungen

Hinweise für eine mögliche waldbauliche Weiterentwicklung der Waldbestände auf Grundlage der künftigen Auenzonen sind in **Karte 4** darzustellen (s. Karte 4 im Anhang).

# 4 Methode

Das methodische Vorgehen erfolgt in mehreren aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten. Grundlage für die Einschätzung der Risiken sind die 1999 – 2001 dokumentierten Hochwassertoleranzen der Waldbäume in der Rheinaue zwischen Basel und Mannheim: Eine Höhenklassifizierung in 6 Stufen berücksichtigt nach Überflutungen festgestellte Schadschwellen von Baumarten. Für Baumarten werden 5 Schadstufen, für Waldbestände 5 Risikoklassen beschrieben.

## 4.1 KLASSIFIZIERUNG DER ÜBERFLUTUNGSHÖHEN

Umfangreiche Untersuchungen im Nachgang zu dem langen Sommerhochwasser 1999 (INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (ILN) 1999a, 1999b, 1999c, 2000, 2001, 2002; unveröffentlicht) bilden die Datenbasis für Angaben zur Hochwassertoleranz bzw. für Schadensschwellen der am Oberrhein vorkommenden Baumarten. Eine zusammenfassende Analyse dieser Daten findet sich bei BIEGELMAIER (2002) und SPÄTH (2002a).

Ein für den Retentionseinsatz wesentliches Ergebnis dieser Auswertungen war, dass bereits bei kurzzeitigen Überflutungsereignissen mit 4-6 Tagen in der Vegetationsperiode die Schäden mit zunehmender Überflutungshöhe zugenommen haben. Bei Überflutungsereignissen von wenigen Tagen, d.h. für Retentionseinsätze, ist demnach die Überflutungshöhe der Schlüsselfaktor für den Schadumfang.

Diesen Erkenntnissen entsprechend werden die Überflutungshöhen gemäß den nach BIEGELMAIER (2002) und SPÄTH (2002a) am häufigsten verwendeten Schwellenwerten in 6 Stufen gegliedert (s. Tabelle 2):

**TABELLE 2: KLASSIFIZIERUNG DER ÜBERFLUTUNGSHÖHEN NACH FESTGESTELLT HÄUFIG AUFTRETENDEN SCHADSCHWELLEN**

Höhenstufe	Bezeichnung
< 130 cm	u
131 cm – 170 cm	v
171 cm – 210 cm	w
211 cm – 250 cm	x
251 cm – 280 cm	y
> 280 cm	z

## 4.2 DEFINITION VON 5 SCHADSTUFEN FÜR BAUMARTEN

In Anlehnung an die nach dem Sommerhochwasser 1999 ermittelten Schadensrisiken der Baumarten, gegliedert nach den einzelnen Höhenstufen (s. Angaben bei BIEGELMAIER 2002 und SPÄTH 2002a), wurden baumartenspezifisch folgende 5 Schadstufen klassifiziert.

### Schadstufe 1 (Schäden ≤ 2,5 %):

Unterhalb der angegebenen baumartenspezifischen Überflutungshöhen sind nur sehr geringe Einzelschäden und kein waldbauliches Risiko zu erwarten.

### Schadstufe 2 (Schäden > 2,5 % bis < 15 %):

Werden die einzelnen Baumarten 30 – 50 cm höher überflutet als die angegebenen Schwellenwerte, so weisen bis zu 15 % der Individuen Schäden auf. Abgestorbene Bäume können einen Anteil bis zu 5 % ausmachen.

### Schadstufe 3 (Schäden bei 15 – 40 %):

Werden die Bäume nochmals 30 - 40 cm höher überflutet, so liegt das Schadensprozent bei 15 – 40 %. Abgestorbene sind hiervon 5 – 10 % der Bäume. Der Schadensumfang ist forstlich bereits als kritisch und ökologisch als erheblich zu bewerten. Es entstehen Zuwachs- und Qualitätsverluste und die Bestandessicherheit bzw. Bestandeslebensdauer wird deutlich herabgesetzt.

### Schadstufe 4 (Schäden bei 41 – 75 %):

Eine weitere Zunahme der Überflutungshöhe um 20 – 30 cm bewirkt einen Anstieg des Schadensanteils auf 41 – 75 %, wobei ein Anteil von 15 – 25 % auf abgestorbene Bäume fällt. Die Schäden sind aus forstlicher Sicht sehr problematisch. Neben beträchtlichen Zuwachs- und Qualitätsverlusten wird die Bestandesstruktur weitgehend aufgelöst und die Bestandessicherheit ist nicht mehr gewährleistet.

**Schadstufe 5 (Schäden > 75 %):**

Bei Überflutungshöhen über 280 cm kommt es beim Buntlaubholz bei über 75 % der Individuen zu Schäden. Der Anteil abgestorbener Bäume macht bis zu 30 % aus. Schäden an über 75 % der Individuen eines Bestandes bedeuten für den Forstbetrieb den waldbaulichen Totalverlust des Bestandes.

In der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 3) werden die für die einzelnen Baumarten zu verwendenden Schadklassen in Abhängigkeit von der Überflutungshöhe gezeigt.

Für die nicht in Tabelle 3 aufgeführten Baumarten liegen aus den Hochwasserereignissen 1999 keine beobachte-

ten Toleranzwerte in Bezug auf die Überflutungshöhe vor; diese sind daher im Rahmen der Risikoanalyse bei größeren Vorkommen gutachterlich einzuschätzen. Unberücksichtigt bleibt das Strauchholz, das aber nach den Erfahrungen in den Poldern Altenheim (ILN 1999b) und dem Forstbezirk Rastatt (SPÄTH 1999, 2002b) bei einer Überflutungsdauer von 4 – 6 Tagen unabhängig von der Überflutungshöhe nur sehr geringe Einzelschäden erwarten lässt.

**TABELLE 3: ZUORDNUNG VON BAUMARTEN ZU SCHADSTUFEN JE NACH ÜBERFLUTUNGSHÖHE**

Höhenstufen	Werte der Höhenstufe	Baumarten									
		We	Pa	Ei-Alth	FAh	Kie	Bi	Pla	Ei-Stgh	SNu	WNU
u	< 130 cm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
v	131 – 170 cm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
w	171 – 210 cm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	211 – 250 cm	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2
y	251 – 280 cm	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
z	> 280 cm	1	1	1	2	2	2	2	4	4	4

Höhenstufen	Werte der Höhenstufe	Baumarten									
		Hbu	Li	SER	Rob	RKa	BAh	Es	Bu	SAh	Kir
u	< 130 cm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
v	131 – 170 cm	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
w	171 – 210 cm	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4
x	211 – 250 cm	2	3	3	3	3	3	3	4	4	5
y	251 – 280 cm	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5
z	> 280 cm	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5



#### 4.3 DEFINITION DER RISIKOKLASSEN DER BESTÄNDE

Zur Darstellung des Schadensumfangs in den Waldbeständen wurden die folgenden fünf Risikoklassen gebildet. Die Klasseneinteilung erfolgte dabei in Form von Rahmenwerten für das Ausmaß der zu erwartenden Bestandesschäden bei Überflutung unter Einbeziehung der forstlichen Bedeutung für die weitere Bestandesbehandlung bzw. Bestandesentwicklung. Die sich aus der Baumartenzusammensetzung ergebende Schadstufe des Bestandes wird wie folgt (Tabelle 4) klassifiziert und ist kartographisch darzustellen (s. Karte 2 im Anhang):

**TABELLE 4: RISIKOKLASSEN FÜR WALDBESTÄNDE**

Risikoklasse	Schädigung	Schadensausmaß	Durchschnittliches Schadprozent
5	sehr stark	Bestandesschäden auf über 75% der Bestandesfläche	87,5%
4	Sehr stark bis stark	Bestandesschäden auf 41-75% der Bestandesfläche	58%
3	Stark bis mäßig	Bestandesschäden auf 15-40% der Bestandesfläche	27,5%
2	Gering	Bestandesschäden auf < 15% der Bestandesfläche	7,5%
1	Sehr gering	Sehr geringe Bestandesschäden	< 2,5%

Als Erheblichkeitsschwelle ist ein Wert von 15 % der geschädigten Bäume auf der Bestandesfläche festgelegt. Unabhängig vom Anteil abgestorbener Bäume kann bei einem Schadanteil von mehr als 15 % davon ausgegangen werden, dass die Lebenserwartung des Bestandes durch Folgeschäden deutlich herabgesetzt wird. Die forstliche Bedeutung der Bestandesschäden ist im Einzelnen wie folgt definiert:

##### Risikoklasse 1

Waldbestände der Risikoklasse 1 sind überwiegend schadfrei, vereinzelt können dennoch Bäume ausfallen (bis max. 2,5 % der Bestandesfläche). Diese Einzelausfälle von Bäumen sind waldbaulich nicht bedeutsam und werden i. d. R. durch die weitere Bestandesentwicklung ausgeglichen.

##### Risikoklasse 2

Bestandesschäden auf 2,5 – 15 % der Bestandesfläche sind waldbaulich noch tragbar und werden i. d. R. durch weitere Maßnahmen und in der weiteren Bestandesentwicklung ausgeglichen.

##### Risikoklasse 3

Bestandesschäden auf 15 – 40 % der Bestandesfläche sind forstlich bereits als kritisch zu betrachten. Es entstehen Zuwachs- und Qualitätsverluste, zusätzlich wird die Bestandessicherheit deutlich herabgesetzt. Ausfälle in diesem Ausmaß sind eventuell noch durch waldbauliche Maßnahmen ausgleichbar. Treten Retentionsereignisse wiederholt in kurzen Intervallen auf oder zu ungünstigen Zeiten (z. B. direkt nach einer Durchforstung), können die Schadwirkungen deutlich ungünstiger ausfallen.

##### Risikoklasse 4

Bestandesschäden auf 41 – 75 % der Bestandesfläche sind aus forstlicher Sicht sehr problematisch. Neben beträchtlichen Zuwachs- und Qualitätsverlusten ist die Bestandesstruktur weitgehend aufgelöst, die Bestandessicherheit nicht mehr gewährleistet und das angestrebte Betriebsziel nicht mehr realisierbar. Je nach Altersphase und Entwicklungsmöglichkeit des verbleibenden Restbestandes ist zu entscheiden, ob durch waldbauliche Maßnahmen ein intakter Bestandaufbau noch herstellbar ist oder ob der Bestand als Totalverlust einzustufen ist.

##### Risikoklasse 5

Bestandesschäden auf über 75 % der Bestandesfläche bedeuten forstwirtschaftlich den Totalverlust des Bestandes.

##### Abgrenzung von Teilbeständen

Bei stark unterschiedlichen Überflutungshöhen innerhalb eines Bestandes ist die Abgrenzung von Teilbeständen mit einer einheitlichen Höhenstufe durch Grenzziehung entlang von Geländekanten sinnvoll. Hierbei sollte die Höhenstufe  $u$  ( $< 130$  cm, sehr geringe Schäden) möglichst genau abgrenzt werden. Grundsätzlich sollte eine Abgrenzung jedoch nur bei flächigem Auftreten einer Höhenstufe erfolgen. Schmale, lineare Strukturen (z. B. schmale Schluchten) sowie punktuelle Senken sind nicht abzugrenzen.

Bei kleinräumig wechselnden Höhenstufen innerhalb eines Bestandes ist eine Mittelwertbildung der Überflutungshöhe z. B. durch Auszählen der Höhenpunkte in der Karte durchzuführen.



#### 4.4 ANNAHME HÖHERER SCHÄDEN

Folgende Randbedingungen können in Einzelfällen dazu führen, dass gutachterlich eine um eine Stufe höhere Schadstufe zu prognostizieren ist.

##### **Pflanzung statt Naturverjüngung**

Junge Bäume aus Pflanzung scheinen nach den Ergebnissen der o. g. Erhebungen während der Anwuchsphase anfälliger gegen Überflutung zu sein als solche aus Naturverjüngung. Zudem benötigen junge Bäume aus Pflanzung eine Anwuchszeit von mehreren Jahren, um sich im Boden ausreichend fest zu verankern. In dieser Phase besteht bei stark strömenden Überflutungsverhältnissen die Gefahr, dass die Pflanzen umgedrückt oder aus dem Boden gerissen werden; dies gilt besonders für Pappelkulturen. Kulturen können bei der Beurteilung des Bestandesrisikos daher mit einem gutachterlichen Risikozuschlag belegt werden (Einstufung in die nächst höhere Schadstufe). Da Eichen-Jungbestände eine deutlich geringere Hochwassertoleranz aufweisen als Eichen-Altbestände (SPÄTH 2002a) findet bei der Stieleiche in allen Jungbeständen die Schadklasse für Eichen-Stangenhölzer Verwendung.

##### **Zu geringe Fließgeschwindigkeiten**

Eine weitere gutachterliche Korrektur kann für einzelne Bestände erforderlich werden, wenn zukünftig sehr geringe Strömungsverhältnisse zu erwarten sind. Abhängig von der Örtlichkeit und des Mosaiks des Abflusses variiert die Strömungsgeschwindigkeit während eines Retentions-einsatzes meist in einem Bereich von 0,01 m/s bis 0,1 m/s. Besonderes Augenmerk liegt bei der Beurteilung der Bereiche, in denen eine Strömungsgeschwindigkeit unter 0,02 m/s auftritt. Hier ist zu prüfen, ob eine um eine Stufe höhere Schadklasse angenommen werden sollte. Insbesondere in Flächen, die bei niedrigen Überflutungshöhen aufgrund geringer Fließgeschwindigkeiten oder relativ hohen Grundwasserständen stagnierende Verhältnisse aufweisen, ist zu prüfen, ob das Risiko für die gegen Stagnation empfindlichen Baumarten (Bergahorn, Spitzahorn, Buche, Esche, Kirsche und Linde) um eine Risikostufe höher einzuschätzen ist.

# 5 Ermittlung der Risikoklassen für Waldbestände

## 5.1 AUSWIRKUNGEN BEI RETENTION

Zur Ermittlung der Risikoklassen ist das Schadensrisiko der Waldbestände durch die Verschneidung der vor Ort geplanten Überflutungshöhen mit den Bestandesdaten (Alter, Struktur, Baumartenanteile und Baumartenmischung) sowie mit der Hochwassertoleranz der vorkommenden Baumarten herzuleiten. Die Überflutungstoleranz der einzelnen Baumarten (s. SPÄTH 2002a; BIEGELMEIER 2002) bestimmt dabei wie oben unter Punkt 4.2 dargestellt das Ausmaß der Bestandeschäden. Aufgrund der bei Retention im RHR auftretenden Überflutungshöhen ergibt sich damit anhand der Baumartenzusammensetzung der einzelnen Bestandestypen (s. auch Tabelle A 1 im Anhang) die jeweilige Zuordnung zu den Risikoklassen.

Ein Beispiel für die Vorgehensweise zur Ermittlung der Risikoklasse ist im Folgenden dargestellt:

**TABELLE 5: BEISPIEL FÜR DIE VORGEHENSWEISE BEI DER ERMITTLUNG DER RISIKOKLASSE EINES BESTANDES**

Bestandestyp 8	BAh	Es	Bu	Kir	SAh	Li
1. Überflutungshöhenstufe (cm)	171-210					
2. Flächenanteile der Baumarten (%)	30	20	15	15	10	10
3. Schadstufe	2	2	3	4	3	2
4. Durchschnittliches Schadprozent der Stufe (%)	7,5	7,5	27,5	58	27,5	7,5
5. Schadanteil der Baumart (%)	2,25	1,5	4,125	8,7	2,75	0,75
6. Schadprozent des Bestandes (%)	20,075					
7. Risikoklasse des Bestandes	3					

Das Produkt aus dem Flächenanteil der Baumarten (Zeile 2) und dem angenommenen durchschnittlichen Schadprozent (Zeile 4) der Schadstufen 1 – 5 (Zeile 3) dividiert durch 100 ergibt den Schadanteil der jeweiligen Baumart (Zeile 5). Die Summe der Schadanteile der Baumarten des betrachteten Bestandes ergibt das Schadprozent des Bestandes (Zeile 6) und damit seine Risikoklasse (Zeile 7):

**TABELLE 6: FLÄCHENANTEILE DER RISIKOKLASSEN JE BESTANDESTYP AUFGRUND DER EINSTAUHÖHEN BEI RETENTION**

Bestandestyp	Fläche [ha] je Risikoklasse					Summe
	1	2	3	4	5	
1						0,00
2						0,00
3						0,00
4						0,00
4/8						0,00
5						0,00
6						0,00
6/8						0,00
7						0,00
8						0,00
9						0,00
10						0,00
11						0,00
12						0,00
13						0,00
14						0,00
15						0,00
16						0,00
17						0,00
18						0,00
19						0,00
20						0,00
21						0,00
<b>Gesamtsumme</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Schritt 1:

$$\frac{\text{Flächenanteil der Baumarten} \times \text{Schadprozent der Schadstufe}}{100} = \text{Schadanteil der jeweiligen Baumart}$$

Schritt 2:

$$\text{Summe der Schadanteile der Baumarten} = \text{Schadprozent des Bestandes} \Rightarrow \text{Risikoklasse}$$

Bei Altbeständen mit Naturverjüngungsanteilen sind die Überflutungsrisiken jeweils getrennt für das Altholz und die Verjüngung zu berechnen. Als Ergebnis wird der Gesamtbestand (Altholz inklusive Verjüngungsanteile) gutachterlich einer einzigen Risikoklasse zugeteilt.

Nach erfolgter Berechnung der Risikoklassen für alle vorkommenden Bestände ist eine Übersicht zu erstellen, aus der hervorgeht, welche Risiken für die einzelnen Bestandestypen insgesamt zu erwarten sind (s. Tabelle 6). Im Ergebnis lässt sich somit eine summarische Prognose für die insgesamt für den jeweiligen Forstbetrieb zu erwartenden Bestandeschäden herleiten.

### Zusammenfassende Darstellung

Aus waldbaulicher Sicht ist es für den jeweiligen Betrieb sinnvoll, die fünf Risikoklassen zusammenzufassen. In den Klassen 1 und 2 wird von weniger als 15 % Bestandeschäden ausgegangen, in den Klassen 3 bis 5 werden Schäden an den Beständen mit so großem Ausmaß (> 15 %) erwartet, dass waldbaulich zu reagieren sein wird. Dementsprechend ist das Gesamtergebnis der Risikoanalyse wie in folgender Tabelle (s. Tabelle 7) darzustellen.

**TABELLE 7: ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE DER RISIKOANALYSE**

	Fläche in ha
Bestände mit geringen Schadensrisiken (< 15 %)	
Bestände mit hohen Schadensrisiken (> 15 %)	

Kartografisch sind die Ergebnisse der Risikoanalyse für alle Klassen bestands-scharf im Maßstab 1:5.000 darzustellen (s. Karte 2 im Anhang).

## 5.2 ZUSÄTZLICHE WIRKUNGEN DURCH

### ÖKOLOGISCHE FLUTUNGEN

#### 5.2.1 GRUNDSÄTZLICHE ASPEKTE

Im Rahmen der Risikoanalyse sind ebenfalls die Wirkungen von Ökologischen Flutungen auf Waldbestände und Baumarten zu ermitteln und zu bewerten. Die Ökologischen Flutungen sind erforderlich, um erhebliche Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes (insbesondere der Vegetation und der Fauna) durch Retentionsflutungen zu vermeiden bzw. zu mindern. Die gemäß § 21 NatSchG erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung erheblicher Beeinträchtigungen sind nicht disponibel und nicht der Abwägung zugänglich.

Die immer wiederkehrenden negativen Auswirkungen der Retentionsflutungen werden durch Ökologische Flutungen vermieden und gemindert. Diese regelmäßigen Flutungen des RHR werden in Abhängigkeit von den Abflüssen im Rhein über die Einlaufbauwerke gesteuert. Sie schaffen die standörtlichen Voraussetzungen zur Entwicklung überflutungstoleranter Waldbestände entsprechend der mit der Forst- und Naturschutzverwaltung abgestimmten Auenwaldstufen (s. Tabelle A 3 im Anhang) geschaffen werden.

Ohne regelmäßige Ökologische Flutungen wären zyklisch wiederkehrende Beeinträchtigungen durch Retentionsflutungen am Waldbestand zu erwarten. Solche ca. alle 10 Jahre wiederkehrenden Schädigungen würden sowohl die Naturverjüngung (die auf zu tief gelegenen Standorten stockt) als auch die Baumarten der Hartholzauere betreffen. Sowohl für Naturverjüngung wie auch für Baumarten der Hartholzauere können genetische und morphologische Anpassungen infolge regelmäßiger Flutungen angenommen werden (SIEBEL 1998 zitiert in SPÄTH 2002a). Der Herstellung möglichst auenähnlicher Standortbedingungen durch regelmäßige Ökologische Flutungen kommt daher eine Schlüsselstellung für die dauerhafte Etablierung hochwassertoleranter Bäume zu.

Bei Inbetriebnahme eines Rückhalteraumes ist je nach den örtlichen Gegebenheiten von einmaligen, zusätzlichen Wirkungen durch Ökologische Flutungen in der Umstellungsphase auszugehen. Aufgrund von Geländemorphologie und Wasserverteilung im Raum sind die Höhen-Dauer-Relationen der Auenwaldstufen (s. Tabelle A 4 im Anhang) nicht in der ganzen Fläche herstellbar. Das den Auenwaldstufen entsprechende Regime für die Ökologische Flutungen ist an Bereichen ausgerichtet, die bei künftigen Retentionsflutungen am stärksten belastet werden, d. h. an allen sehr hoch überfluteten Flächen (im Oberwasser von Querriegeln, Engstellen u. ä.). Um die geforderte Auenzonierung dort zu ermöglichen, ist eine der Überflutungshöhe entsprechende Überflutungsdauer auf diesen Standorten erforderlich. Die hierfür erforderlichen Einleitungswassermengen können an anderen Stellen des RHR, insbesondere auf niedriger überfluteten Flächen, zu längeren Überflutungsdauern führen, als sie aufgrund der Überflutungshöhe bei Retention eigentlich erforderlich wären.

Der hierdurch in der Umstellungsphase entstehende Umbaubebedarf kann örtlich über dem liegen, der durch den Retentionseinsatz allein (kürzere Flutungsdauer bei größerer Überflutungshöhe) verursacht werden würde. Für diese Bereiche ergibt sich folglich in der Umstellungsphase ein zusätzlicher einmaliger Umbaubebedarf der Waldbestände allein oder insbesondere aufgrund von Ökologischen Flutungen. Letztendlich wird durch den einmaligen Umbau und die Einführung von Ökologischen Flutungen vermieden, dass nach jeder Retentionsflutung erneut Schäden auf bedeutender Fläche auftreten.

### 5.2.2 VORGEHENSWEISE

Neben der Überflutungshöhe kann auch die Überflutungsdauer zu Hochwasserschäden an nicht ausreichend toleranten Baumarten führen. Nach SPÄTH ist die Varianz der tolerierten Überflutungstage im Sommer allerdings innerhalb der Baumarten relativ groß, so dass nicht mit festen Schwellenwerten wie bei der Überflutungshöhe gearbeitet werden kann (SPÄTH 2002a). Zur Abschätzung des zusätzlichen Risikos für Waldbestände ist daher die folgende Vorgehensweise zu wählen:

#### VERGLEICH DER ÜBERFLUTUNGSHÖHEN BEI RETENTION MIT DEN ÜBERFLUTUNGSDAUERN BEI ÖKOLOGISCHEN FLUTUNGEN

Zur Erfassung der Bestände, die durch Ökologische Flutungen einen zusätzlichen waldbaulichen Handlungsbedarf erfordern, werden die Überflutungshöhen bei Retention mit den geplanten Überflutungsdauern bei Ökologischen Flutungen verglichen. Als Beurteilungsmaßstab für die Einschätzung des Risikos sind die Angaben der Auenwaldstufen Tabelle heranzuziehen (s. Tabelle A 4 im Anhang).

#### ERMITTLUNG MÖGLICHER WIRKUNGEN DURCH ÖKOLOGISCHE FLUTUNGEN:

In einem ersten Schritt sind diejenigen Bestände zu ermitteln, deren Überflutungshöhen/-dauer-Relation nicht mit der Auenwaldstufentabelle übereinstimmt bzw. deren Standortverhältnisse aufgrund der geplanten Überflutungsdauern zukünftig einer anderen Auenwaldstufe zuzurechnen sind. So sind alle Bestände, die bedingt durch die regelmäßigen Ökologischen Flutungen einer tieferen Auenwaldstufe zugeordnet werden müssen, als dies aufgrund der Überflutungshöhen der Fall ist, weitergehend zu untersuchen.

Ist ein Bestand bedingt durch Ökologische Flutungen einer tieferen Auenwaldstufe zuzuordnen, als dies aufgrund der Überflutungshöhen bei Retention der Fall ist, muss in einem zweiten Schritt überprüft werden, ob die aktuelle Baumartenzusammensetzung die für die jeweilige Auenwaldstufe geeigneten Baumarten enthält.



**TABELLE 8: FÜR DIE AUENWALDSTUFEN GEEIGNETE BAUMARTEN**

Auenwaldstufe	Mittlere Überflutungsdauer in der Vegetationsperiode (01.04. bis 30.09.) vor Ort	Geeignete Baumarten
Weichholzaue	> 60 Tage	Silberweide
Übergangsaue	33 – 60 Tage	Autochthone Pappel, Wirtschaftspappel
Tiefe Hartholzaue	15 – 33 Tage	Stieleiche, Feldahorn, Wildobst, Birke
Mittlere Hartholzaue	4 – 15 Tage	Esche, Robinie, Hainbuche, Linde, Kiefer, Schwarznuss, Walnuss
Hohe Hartholzaue	1 – 4 Tage	Bergahorn
Oberste Hartholzaue	< 1 Tag	Buche, Spitzahorn
Oberste Hartholzaue/ Retention	<< 1 Tag	Buche, Spitzahorn

Methodisch erfolgt eine Abschätzung des waldbaulichen Handlungsbedarfs auf Grundlage der Zuordnung der Baumarten zu den durch die Überflutungsdauern geprägten Auenwaldstufen (s. Tabelle 8). Ein Bestandesumbau oder waldbauliche Sondermaßnahmen sind dann notwendig, wenn sich der Bestand aus nicht geeigneten, hochwasserempfindlichen Baumarten zusammensetzt. Dabei erfolgt eine Worst-Case-Betrachtung, d.h. die nicht den Auenwaldstufen entsprechenden Baumarten mit ihren Flächenanteilen sind mittel- bis langfristig als geschädigt (100 %) zu werten.

Die Wirkungen der Ökologischen Flutungen bleiben auf der Bestandesebene jedoch ohne forstliche Folgen, wenn für die jeweilige Auenwaldstufe standortsgerechte (s. Tabelle 12) und hochwassertolerante Baumarten vorherrschen.

Als Ergebnis ist für jeden Bestand gutachterlich die Betroffenheit einzuschätzen (Schadprozent Bestand). Hierzu bietet sich eine Klassifizierung in zwei Stufen an:

- Betroffenheit 15 bis 40 % der Bestandesfläche:  
Das Gesamtschadprozent des Bestandes liegt über 15 %. Das bedeutet, dass eine der Hauptbaumarten in größerem Maße Stammschäden und Ausfälle erleidet, oder ein Großteil der vorkommenden Baumarten in gleichem Maße von Stammschäden betroffen ist.
- Betroffenheit > 40 % der Bestandesfläche:  
Bei einem Schadprozent von über 40 % für den Gesamtbestand fallen eine oder mehrere Baumarten aus, bzw. die Hauptbaumarten erleiden im hohen Maße Stammschäden.

Eine direkte rechnerische Ableitung ist nicht möglich.

In der Karte 3 „Zusätzliche Wirkungen durch Ökologische Flutungen – Flächen ohne Ökologische Flutungen (s. Anhang)“ werden Flächen dargestellt, für die durch Ökologische Flutungen von Schäden auszugehen ist. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Beständen ohne Risiko bei Hochwassereinsatz jedoch mit einem zusätzlichen Risiko bei Ökologischen Flutungen und Beständen mit Risiko bei Hochwassereinsatz und einem zusätzlichen Risiko bei Ökologischen Flutungen (Risiko-Klassensprung).

Wenn große Auswirkungen auf großer Fläche zu erwarten sind kann der Gutachter prüfen, ob eine Extremwertbegrenzung bei langen Überflutungen im Sommerhalbjahr sinnvoll ist. Nach Auenzonen differenzierte maximale Zeitdauern für Überflutungs-Einzelereignisse können empfohlen werden.

Begrenzungsempfehlung für Ökologische Flutungen während der Vegetationsperiode:

- in der Hohen Hartholzaue (Bergahorn) im Einzelereignis auf ca. 10 Tage,
- in der Mittleren Hartholzaue (Esche) im Einzelereignis auf ca. 20 Tage (in der Mitte der Zone) und
- in der Tiefen Hartholzaue (Stieleiche) auf ca. 40 Tage im Einzelereignis.

Unter Berücksichtigung dieser Extremwertbegrenzung von Einzelereignissen besteht die Möglichkeit, Risikoklassen für einzelne Bestände neu zu ermitteln. Anhand errechneter Schwellenwerte aus den Staubereichen der Rheinaue zwischen Sasbach und Iffezheim von 1999 (s. Tabelle A 3 im Anhang) und unter Berücksichtigung der Extremwertbegrenzung lassen sich für einzelne Baumarten neue Schadstufen ermitteln (s. Tabelle 9).

**TABELLE 9: SCHADSTUFEN DER BAUMARTEN NACH ÜBERFLUTUNGSDAUERN**

Schadstufe	1	2	3	4	5
Baumart	(< 2,5%)	(< 15%)	(15-40%)	(40-75%)	(>75)
Kirsche	8 Tage	9-10 Tage	*	11-17 Tage	>17 Tage
Buche	8 Tage	8-11 Tage	*	12-22 Tage	>22 Tage
Spitzahorn	14 Tage	15-17 Tage	*	18-29 Tage	>29 Tage
Bergahorn	16 Tage	17-24 Tage	*	25-32 Tage	>32 Tage
Esche	15 Tage	16-23 Tage	*	24-35 Tage	>35 Tage

*\*Klasse 3 kommt nicht vor, da die Schäden nach den Beobachtungen aus den Jahren 1999-2001 in den Beständen bei zunehmender Überflutungsdauer sprunghaft angestiegen waren.*

Durch eine Extremwertbegrenzung bei langen Überflutungen im Sommerhalbjahr können die zusätzlichen Wirkungen der Ökologischen Flutungen reduziert werden. Zum Beispiel ist die geeignete Auenwaldstufe der Baumart Buche die Oberste Hartholzaue. Kommt diese nun eine Auenwaldstufe tiefer, in der Hohen Hartholzaue vor, ergibt sich unter Berücksichtigung des Extremwertes die neue Schadstufe 2, d. h. der Schadensanteil liegt bei < 15% und nicht wie oben eingeschätzt bei 100% (vgl. Tabellen 9 und 10). Zwei Stufen tiefer, in der Mittleren Hartholzaue liegt die Extremwertbegrenzung bei 20 Tagen und somit der Schadensanteil der Buche in der Schadklasse 4 (40 bis 75%). Mit der Extremwertbegrenzung ergeben sich daher für die Baumarten Buche, Spitzahorn, Bergahorn und Esche wesentlich günstigere Schadstufen (s. Tabelle 10).

**TABELLE 10: EINSTUFUNG VON ZU TIEF STOCKENDEN BAUMARTEN IN SCHADSTUFEN ANHAND ÜBERFLUTUNGSDAUERN**

Lage/ Baumart	geeignete Auen- wald- stufe	1 Auenwaldstufe tiefer		2 Auenwaldstufen tiefer	
		Extrem- wert	Schad- stufe	Extrem- wert	Schad- stufe
Buche	oberste HHA	10	2	20	4
Spitzahorn	oberste HHA	10	1	20	4
Bergahorn	hohe HHA	20	2	40	5
Esche	mittlere HHA	40	4	120	5

Die Begrenzung der maximalen Überflutungsdauern erfolgt durch Steuerung der Einlassbauwerke und wirkt somit auf der gesamten Überflutungsfläche. Nachdem die Begrenzung das untere Niveau der Tiefen Hartholzaue erreicht hat, soll eine Ruhezeit von 20 Tagen einsetzen. Besteht hiernach noch ein ausreichender Abfluss im Rhein kann erneut mit Ökologischen Flutungen entsprechend dem noch aktuellen Rheinabfluss begonnen werden.

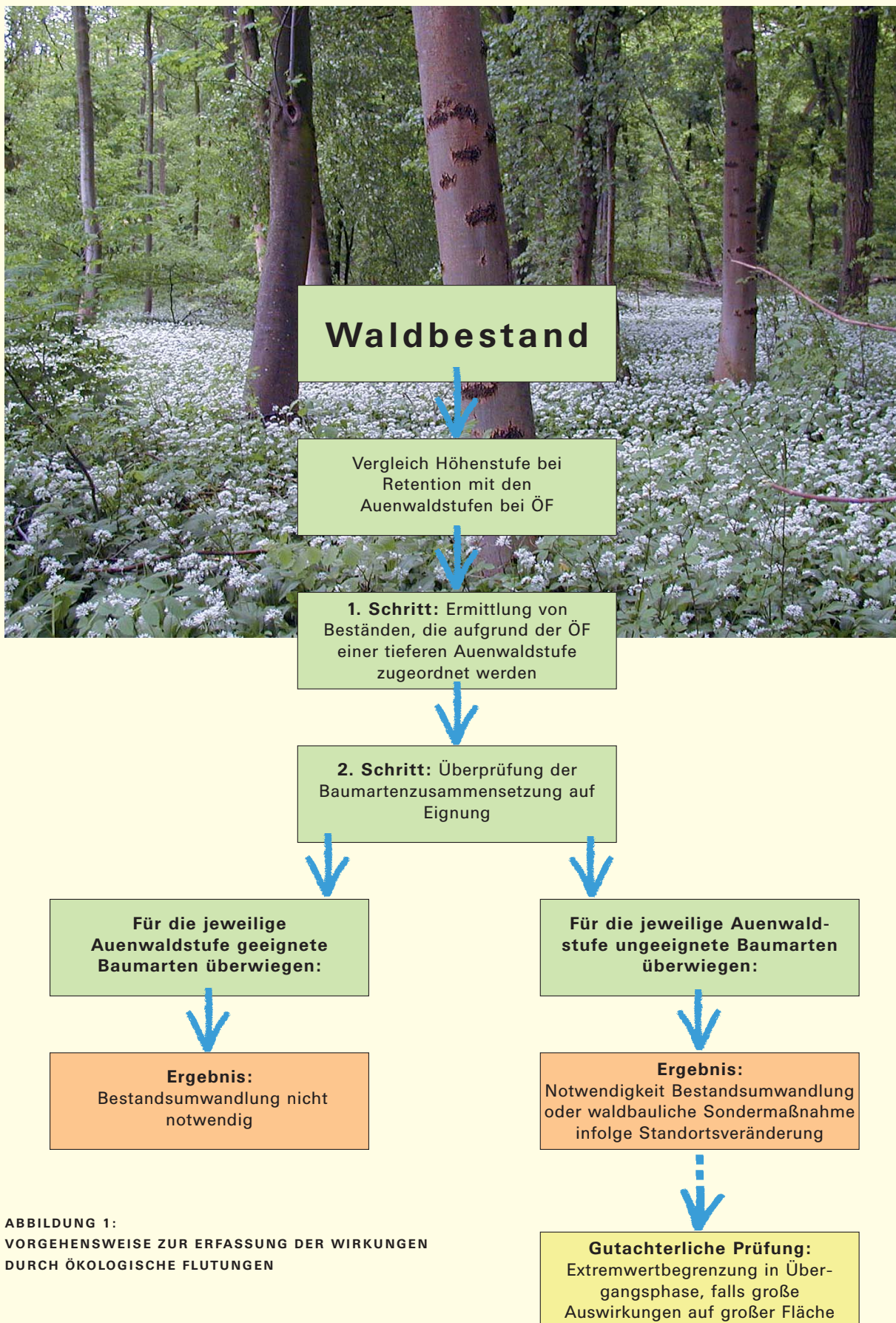


ABBILDUNG 1:  
VORGEHENSWEISE ZUR ERFASSUNG DER WIRKUNGEN  
DURCH ÖKOLOGISCHE FLUTUNGEN

### **5.2.3 BESTÄNDE, DIE NICHT DURCH ÖKOLOGISCHE FLUTUNGEN ERREICHT WERDEN**

Einige hoch gelegene Bestände werden nicht durch die Ökologischen Flutungen erreicht. Sie sind ebenfalls in Karte 3 (s. Anhang) darzustellen.

## **5.3 ZUSÄTZLICHE WIRKUNGEN DURCH BINNENSEITIGEN GRUNDWASSERANSTIEG**

### **5.3.1 GRUNDSÄTZLICHE ASPEKTE**

Im Rahmen der Untersuchungen sollen die Wirkungen durch Grundwasseranstieg auf Waldbestände und Baumarten binnenseitig ermittelt und bewertet werden.

Waldbestände, die an Rückhalteräume angrenzen, können von Überstauungen durch austretendes Grundwasser betroffen sein. Das hierbei aufsteigende Wasser hat einen erheblichen Teil der Bodenluft verdrängt, tritt an der Bodenoberfläche aus und steht oft nur wenige Zentimeter bis Dezimeter über dem Boden. Im Sommer erfolgt eine rasche Erwärmung und es wird sauerstoffarm. In den betroffenen Flächen (zumeist abflusslose Schluten und Senken) bleibt es meist längere Zeit stehen, da es in dem vorerst mit Wasser gesättigten Boden wieder versickern muss. Unter diesen Gegebenheiten können sich meist nur Weiden, Pappeln oder Schwarzerlen behaupten.

Der Einfluss von Grundwasser auf die Entwicklung der Waldbestände wurde im Forstbezirk Rastatt (SPÄTH 1999, 2002b) sowie im Ichenheimer und Meißener Rheinwald (ILN 1999c) untersucht. Diese Untersuchungen und Erfahrungen nach dem Hochwasser 1999 ergaben, dass bei flächiger Vernässung bzw. flächigem Austritt von Grundwasser in Waldbeständen an Bergahorn und Esche keine Schäden festgestellt werden konnten solange es nur zu fla-

chen Überflutungen kam. Die Kirsche, teilweise auch der Spitzahorn, nehmen dagegen bei flachen Überstauungen (< 10 cm) Schaden. In Schluten, in denen das Wasser länger und höher steht, überleben nur Weiden, Pappeln, Grauerlen und vereinzelt Eschen, so dass man in Schluten von einer starken Selektion durch Grundwasser ausgehen kann.

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass die Höhe der Überflutungen durch Grundwasser eine wichtige Rolle spielt. Je höher ein Baum überflutet wird, desto größer wird das Schädigungspotenzial. Als kritische Grenze zur Beurteilung von Auswirkungen durch Grundwasser werden daher ca. 30 cm über der Geländeoberkante (GOK) angenommen.

Innerhalb der Rückhalteräume spielt diese Fragestellung im Vergleich zu oberflächlichen Überströmungen bei Retention und den damit verbundenen Überflutungshöhen nur eine untergeordnete Rolle. Daher werden nur die Senkenbereiche binnenseitig des Rückhalteraaumes untersucht.

### **5.3.2 METHODISCHE VORGEHENSWEISE**

In Bereichen, in denen durch den Betrieb des RHR während der Vegetationsperiode über mehrere Tage flache Überflutungen durch austretendes Grundwasser erwartet werden, ist für die Baumarten Kirsche, Spitzahorn und Buche ein Schadensrisiko anzunehmen. Bilden sich durch das Druckwasser über mehrere Tage mehr als 30 cm hohe stagnierende Vernässungs- oder Flachwasserbereiche aus, so ist für alle Baumarten außer Pappel, Weide, Grauerle und ältere Eiche ein erhöhtes Schadensrisiko zu berücksichtigen. Dabei soll angenommen werden, dass die betroffenen Baumarten mit ihren Flächenanteilen mittel- bis langfristig als geschädigt (100 %) zu werten sind (Worst-Case-Betrachtung).

Die durch veränderte Grundwasserstände zu erwartenden Risiken für die Waldbestände ergeben sich aus der Differenz zwischen dem Planungszustand und dem Ist-Zustand.

Auf Basis von Flurabstandskarten erfolgt zunächst die Beurteilung des Ist-Zustandes. Die Beschreibung des Planungszustandes erfolgt durch Prognosevarianten mit einem Betrieb des RHR incl. aller geplanten Schutzmaßnahmen.

Bei erheblichem Umfang an Flächen mit vorhabensbedingten Überflutungen durch austretendes Grundwasser ist eine kartographische Darstellung sinnvoll. Weitere Detailierungen sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

#### 5.4 ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG

Mit dem Betrieb von Hochwasserrückhalteräumen ergeben sich Veränderungen abiotischer Standortfaktoren. Hierbei lassen sich drei Wirkfaktoren unterscheiden:

- die episodisch auftretende Retention
- die regelmäßigen Ökologischen Flutungen
- der binnenseitige Grundwasseranstieg

Die Wirkungen auf die Waldbestände können demnach zusammenfassend wie folgt beschrieben werden:

- Waldbestände, die nur bei Retention geschädigt werden,

- Waldbestände, die bei Retention geschädigt werden, die durch die zusätzlichen Wirkungen der Ökologischen Flutungen aber in eine höhere Risikoklasse eingestuft werden (Klassensprung),
- Waldbestände, die einmalig durch Wirkungen der Ökologischen Flutungen betroffen sind und
- binnenseitige Waldbestände mit Wirkungen durch Grundwasseranstieg.

Der Umfang der prognostizierten Schäden bei Retention und die Fläche mit waldbaulichem Handlungsbedarf aufgrund zusätzlicher Wirkungen durch Ökologische Flutungen sind entsprechend der Tabelle 11 darzustellen. Die Zeile mit den „Schäden durch Retention“ verdeutlicht, wie groß die zu erwartende Waldfläche sein wird, auf der ohne regelmäßige Ökologische Flutungen mit periodisch wiederkehrenden erheblichen Beeinträchtigungen zu rechnen ist. Mit Einführung Ökologischer Flutungen werden diese erheblichen Schäden gemindert bzw. vermieden. Hierbei entsteht ein einmaliger zusätzlicher waldbaulicher Handlungsbedarf dessen Fläche ebenfalls aus Tabelle 11 ersichtlich wird.

**TABELLE 11: ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER WIRKUNGEN (MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN)**

Bestände mit Risiko > 15% Bestandesschäden	Fläche in ha	Prozent
Schäden durch Retention (ca. alle 10 Jahre)		
Schäden durch Hochwasserrückhaltung mit zusätzlichen Wirkungen durch Ökologische Flutungen (Klassensprung)		
Einmalige zusätzliche Wirkungen durch Ökologische Flutungen in der Umstellungsphase		
Optional: Einmalige, zusätzliche Wirkungen durch Ökologische Flutungen in der Umstellungsphase mit Extremwertbegrenzung		
Wirkungen durch binnenseitigen Grundwasseranstieg		

# 6 Waldbauliche Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Waldbestände

## 6.1 GRUNDSÄTZLICHE ASPEKTE

Die Auswirkungen eines Hochwassers auf Waldbestände sind in starkem Maße abhängig von den standörtlichen Gegebenheiten, die in einer Aue oftmals kleinräumig variieren. Als Beurteilungsgrundlage der derzeitigen Standortverhältnisse ist die forstliche Standortkartierung heranzuziehen, die in den Rückhalteräumen des Integrierten Rheinprogramms seit 2003 durchgeführt bzw. aktualisiert wird. Neben den vorhandenen Standortfaktoren hängt die Empfindlichkeit von Auenwäldern bzw. von Waldbäumen der Aue auch von den Überflutungsmerkmalen und der Hochwassertoleranz der Baumarten ab. Über die Hochwassertoleranz der Waldbäume entlang des Rheins liegen umfangreiche Erkenntnisse vor.

## 6.2 WALDBAULICHE MÖGLICHKEITEN ZUR WEITERENTWICKLUNG DER WALDBESTÄNDE

Als Folge von prognostizierten Schäden bei der Retention (erheblich geschädigte Bestände der Risikoklassen 3 – 5 auf Basis der Überflutungshöhen) und aufgrund von Standortveränderungen durch die Ökologischen Flutungen (Auenwaldstufen auf Basis von Überflutungsdauern) werden für die betroffenen Waldflächen Vorschläge zur künftigen waldbaulichen Behandlung aufgezeigt.

Grundlage der weiteren Beurteilung sind die Zuordnung der Baumarten zu den einzelnen Auenwaldstufen für den Raum Iffezheim-Karlsruhe (s. Tabelle A 4 im Anhang), die Baumarteneignungstabelle nach Standorten für das jeweilige Wuchsgebiet (s. Tabelle 12), die regionalen Waldentwicklungstypen sowie die Angaben zur Hochwassertoleranz der Baumarten (SPÄTH 2002a). Innerhalb der jeweiligen Auenwaldstufe ist für die aufgeführten Baumarten in der freien Überflutungsaua im Rheinabschnitt Iffezheim-Karlsruhe von einer weitgehenden Unempfindlichkeit gegenüber Hochwasserschäden auszugehen (vgl. MICHIELS & ALDINGER 2002, SPÄTH 2002a).

Da sich die waldbauliche und standörtliche Vielfalt in den Rückhalteräumen nicht generell beschreiben lässt, ist eine Aussage zur geeigneten waldbaulichen Behandlung des

Einzelbestandes unter Berücksichtigung des Standortspektrums, der sukzessionalen Stellung und des Überflutungsgregimes nur vor Ort sinnvoll. Neben den Überflutungsverhältnissen ist auch die jeweilige Bodenart bei der Auswahl der Baumarten zu berücksichtigen.

Maßstab für die Wahl der Hauptbaumarten sind in erster Linie die Auenwaldstufen mit ihren mittleren Überflutungsdauern bzw. den zukünftigen Überflutungsdauern durch Ökologische Flutungen und die Baumarteneignungstabellen nach Standorten.

Für Flächen mit prognostizierten Bestandesschäden durch Retention von über 15% (Risikoklasse (3 – 5) wurde als zusätzliches Kriterium noch die Überflutungshöhe herangezogen (Punktwerte der Höhenstufenklassifikation). Im Einzelnen sind folgende weitere Maßgaben zu beachten:

- ▶ Im Bereich von Schluten und Senken sowie auf Flächen mit relativ großen Überflutungshöhen sollen i. d. R. überflutungstolerantere Bestockungstypen vorgeschlagen werden, als dies von der Auenwaldstufe her erforderlich wäre (als zusätzliche Absicherung gegenüber nicht erfassbarer Risiken wie Stauwasser- und Grundwasseranstieg).
- ▶ Für strauchholzreiche Bestände und Bestände mit autochthonen Pappeln sowie für flachgründige Standorte mit Kiefer, Robinie und Strauchholz mit relativ langen Überflutungsdauern sollte i. d. R. das Bestockungsziel Sukzession vorgeschlagen werden.
- ▶ Flächen, die relativ hohe Grundwasserstände oder bei niedrigen Überflutungshöhen geringe Fließgeschwindigkeiten aufweisen, können gesondert berücksichtigt werden.
- ▶ Bei Kulturen (< 10 Jahre), die bei der Beurteilung des Bestandesrisikos mit einem gutachterlichen Risikozuschlag belegt werden, kann auf die waldbauliche Empfehlung verzichtet werden. Kulturen weisen i. d. R. eine noch große Entwicklungsdynamik auf und können bis zum ersten Retentionseinsatz der kritischen Altersphase bereits entwachsen sein. Für diese Flächen sind konkrete Maßnahmenvorschläge nicht unbedingt erforderlich.

TABELLE 12: BAUMARTENEIGNUNGSTABELLE FÜR DEN EINZELWUCHSBEZIRK 1/01 (FVA 2005)

Regionale Baumarteneignung	SWei	SPa	SiPa	StEi	FUI	FIUI	Es	FAh	BAh	SAh	Hbu	WLi	WNu	VKir	RBu
<b>Weichholzaue</b>															
Weidenaue	mb	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1213	2232	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Schilf-Weidenaue	m	m/w	w	w	b	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2222	2223	3222	3223	2233	2233	----	----	----	----	----	----	----	----	----
<b>Weich-/Hartholz Übergangsaue</b>															
Schlicke u. Sande d. Übergangsaue	g	g	w	m/w	b	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1211	2211	3222	2222	2232	1232	----	----	----	----	----	----	----	----	----
<b>Tiefe Hartholzaue</b>															
Schlick der tiefen Hartholzaue	m	g/m	g/m	m	b	b	w	w	-	-	-	-	-	-	-
	2212	2211	2211	2212	1232	1232	2233	2223	----	----	----	----	----	----	----
<b>Mittlere Hartholzaue</b>															
Schlick der mittleren Hartholzaue	m/w	g/m	g/m	g	b	b	mb	m	w/u	u	w	w/u	w	-	-
	3212	3211	2211	2211	1231	1231	1223	2211	2233	3233	3222	3222	3222	----	----
Sand der mittleren Hartholzaue	w	m	g/m	g	b	w	mb	m	w/u	u	w	w	w	-	-
	3222	2222	2211	2211	1232	2232	1223	2212	2233	3233	3222	3222	3222	----	----
Kies der mittleren Hartholzaue	w	m/w	m	m	b	w	w	m/w	u	u	u	u	w/u	-	-
	3223	2223	1222	1212	1232	3232	2223	2222	3233	3233	3223	3223	2223	----	----
<b>Hohe Hartholzaue</b>															
Schlick der hohen Hartholzaue	w	w	w	m	w	w	g	m/w	m	w	m	m/w	m	w	w
	3222	3222	3222	3211	2232	2232	1211	3211	1223	2223	2212	3212	3211	2232	2233
Sand der hohen Hartholzaue	w/u	w	w	m	w	w/u	g/m	m	m/w	m	g/m	g	m	w	w
	3223	3223	3222	2212	2232	2233	1212	2212	1223	2212	2111	1111	2212	2232	2233
mäßig trockener Sand	w/u	w	m	m	m/w	u	w	m	w	w	m/w	m/w	w	u	w
	3223	2233	2222	1223	1233	3233	2223	2222	2233	2233	2223	2223	2233	3233	2233
<b>Oberste Hartholzaue</b>															
Mäßig frischer Sand	w/u	w/u	m/w	m	w	w/u	m	m	m/w	m	g	g	m	m	g/m
	3223	3223	2222	2212	2232	2233	2212	2212	2222	2212	1211	1211	2212	2212	1212
Mäßig trockener Sand	w/u	w	m	m	m/w	u	w	m/w	w/u	w	w	mb	-	w	w
	3233	2223	2222	1213	1223	3233	3223	2213	3233	2223	2223	2213	----	3223	2223

**Ziffernfolge:** 1. Ziffer: Konkurrenzstärke; 2. Ziffer: Pfleglichkeit; 3. Ziffer: Sicherheit; 4. Ziffer: Leistung

**Zahlenwert:** 1 = überdurchschnittlich; 2 = durchschnittlich; 3 = unterdurchschnittlich

**Gesamtbewertung:**

**g = geeignet:** Die Baumart ist ohne oder nur mit geringfügigen Einschränkungen standortsgerecht, d.h. sie ist konkurrenzstark, erhält die Standortkraft und ist weitgehend unempfindlich gegen Schäden. Sie verspricht eine zumindest gute Ertragsleistung.

**m = möglich:** Die Baumart ist noch standortsgerecht, vorhandene Defizite können durch hohe Ertragsleistung oder durch hohe Pfleglichkeit, Sicherheit oder Konkurrenzstärke ausgeglichen werden.

**w = wenig geeignet:** Die Baumart weist schwerwiegende Defizite bezüglich der Standortgerechtigkeit auf, welche durch gute Ertragsleistungen nicht kompensiert werden können; oder die Baumart ist nur bedingt standortsgerecht und weist dabei eine geringe Ertragsleistung auf.

**u = ungeeignet:** Die Baumart ist standortswidrig.

**b = aus biologischen Gründen erwünscht:** Bei dieser Bewertung steht die günstige Wirkung auf den Standort im Vordergrund, die übrigen Kriterien sind von untergeordneter Bedeutung.

Grundsätzlich sollte auf zukünftig standortgerechte Naturverjüngung zurückgegriffen werden. Durch das Zusammenwirken von Retention und Ökologischen Flutungen wird dabei eine auengerechte Selektion der Baumindividuen erreicht.

Bei der Bestandesentwicklung mittels Pflanzung (Harthölzer und Pappel) bzw. Stecklingen (Weide) kommt der Verwendung von Pflanzmaterial mit Herkunft aus Auen hinsichtlich des genetisch fixierten Anpassungspotentials an Überflutungen eine große Bedeutung zu.

Mancherorts müssen hochwassertolerante Hartholzbaumarten (Auen-Provenienzen) gezielt durch Pflanzung eingebracht werden.

Eine Sicherung der Baumartenvielfalt wird durch gezielte Förderung der Mischbaumarten auf geeigneten Standorten erreicht. Grundsätzlich sollte jedoch eine stabile Bestockung, z.B. geringe Sturmwurfgefährdung, eine dauerhafte Sicherung der Schutzfunktionen gewährleisten, so dass ein Erhalt bzw. eine Entwicklung von naturnahen Waldgesellschaften mit standortstypischer Flora und Fauna möglich ist.

Waldbestände für die in Folge von prognostizierten Schäden durch Retention (erheblich geschädigte Bestände der Risikoklassen 3 – 5 auf Basis der Überflutungshöhen) und aufgrund von Standortveränderungen durch die Ökologischen Flutungen (Auenwaldstufen auf Basis von Überflutungsdauern) ein Bestandesumbau erforderlich wird, werden in Karte 4 (im Anhang) flächenhaft dargestellt.

In Orientierung an das bei der ersten Retention (in der Vegetationsperiode) zu erwartende Maß an Waldbestandesbeeinträchtigungen ergibt sich die Dringlichkeitsabfolge für einen Umbau der Waldbestände.

### **6.3 VERWENDETE BESTOCKUNGSTYPEN IN ANLEHNUNG AN DIE REGIONALEN WALDENTWICKLUNGSTYPEN (RWET)**

Für die waldbauliche Behandlung der Risikoflächen werden folgende Bestockungstypen vorgeschlagen:

#### **a) Weiden-Typen: tiefste Geländelagen und stagnierende Bereiche**

Der reine Weiden-Typ kann z. B. auf sehr tiefen Geländelagen in Bereichen mit Rückstau- und Stauwasserbildung zur Anwendung kommen. Auf etwas höher liegenden Standorten, zum Anbau von Blößen und in lückigen Pappel- und ehemaligen Edellaubholzbeständen könnte ein Weiden-Pappel-Typ aus Weide, Schwarz- und Silberpappel sowie Grauerle zur Anwendung kommen. Da i. d. R. die Bedingungen für eine natürliche Verjüngung der Weidenbestände nicht gegeben sind, müssen die Weidenbestände künstlich begründet und erhaltend gepflegt werden. Dabei hat sich die Anlage mittels „Setzstangen“ mit einer Höhe von 2,5 bis 3,0 m bewährt. Diese werden dann baumförmig wachsen gelassen.

Kleinräumig und lokal, in Tieflagen und Verlandungszonen entlang der Altrheinzüge und der Schluten mit langer Überflutungsdauer in Kombination mit hohen Wasserständen und bei hoher Strömungsgeschwindigkeit können ebenfalls Weidentypen zum Anbau kommen. In Bereichen mit stärkerem Wasserzug kann die Weide als Barriere dienen, um die Strömungsgeschwindigkeit zu mindern und nachgelagerte Bestände zu schützen (z. B. im Bereich von Einlassbauwerken).

#### **b) Pappel-Typen: Übergangsaue, Überflutungsdauer 33 - 60 Tage (R-WET: Pappel-Mischwald)**

Die Pappel kann im Bereich hoher und lang anhaltender Überflutungen und auf druckwassergefährdeten Standorten zum Anbau kommen. Um den hochwasserbedingten Veränderungen Rechnung zu tragen, könnte der Pappel-Typ in mehrere Varianten aufgeteilt werden. Auf mittel- bis tiefgründigen Standorten wird man als Regelfall den Pappel-Laubholz-Typ mit entsprechend geeigneten Beiholzarten wählen. Hauptsächlich kommen Schwarzpappelhybriden (sog. Altsorten) in Frage. Die Altsorte „Regenerata“ hat sich gut bewährt. Die weniger überflutungstoleranten Balsampappeln haben im Vergleich zu Schwarzpappelhybriden



geringere Ansprüche an den Wasserhaushalt ihres Standortes. Nach bisherigen Erfahrungen eignen sich Balsampappeln für Standorte mit einem frischen bis grundfeuchten Wasserhaushalt; auch auf wechselfeuchten bis anmoorigen Standorten oder bei sauerstoffärmerem Grundwasser sind sie den Schwarzpappelhybriden überlegen. In Bereichen mit Stau- und Druckwasser sind Balsampappeln (Rochester, Androscoggin) gut geeignet. Die gegenüber den Altsorten weniger lichtbedürftigen Balsampappeln könnten beispielsweise auch auf Blößen in lückigen Edellaubholzbeständen in weitem Verband eingebracht werden.

Die Verjüngung bzw. die Bestandesbegründung der Pappelbestände erfolgt i. d. R. durch Abtrieb und nachfolgender Pflanzung. Die Pappel wird als Heister im Verband 7 x 7 m bis 8 x 8 m gepflanzt. Zur Erweiterung der Artenvielfalt können in Abhängigkeit vom Standort Weide und Grauerle als Beiholzarten mit angepflanzt werden. Auch Eiche und Ulme sind durchaus vorstellbar wie Beispiele aus der rezenten Aue zeigen.

Auf bandförmig tieferen Lagen entlang der Altrheinzüge und entlang von Schluten, Mulden und in Senken ist ein Pappel-Weiden-Typ mit höheren Anteilen von Weide und Grauerle denkbar.

Stehen landschaftspflegerische Ziele oder Ziele des Naturschutzes im Vordergrund, könnte die Pflanzung autochthoner Pappel-Arten wie Schwarzpappel, Silberpappel, Graupappel und Aspe in Frage kommen. Als Beiholzarten eignen sich Weide, Grauerle und Eiche. Autochthone Pappeln besitzen jedoch leider keinen wirtschaftlichen Wert.

#### **c) Pappel-Eichen-Typ: Tiefe Hartholzaue, Überflutungsdauer 15 - 33 Tage**

##### **(R-WET: Stieleichen- Mischwald)**

Auf Standorten, die sowohl für die Pappel als auch für Eiche geeignet sind, könnte zur Minimierung des waldbaulichen Risikos ein so genannter „Rückversicherungstyp“ aus Pappel und Eiche in Frage kommen. Nach der erfolgreichen Überwindung des besonders gefährdeten Kulturstadiums ist dann die Ausformung eines eichenreichen Bestandes denkbar.

Hier werden Mischbestockungen mit Wirtschaftspappel (im Weitverband) und Stieleiche (Wildobst, Feldahorn) vorgeschlagen („Rückversicherungstyp“ nach dem Modell im Fbz. Rastatt). Für diesen im Bereich der freien Rheinstrecke gebräuchlichen Typ gelten folgende Rahmenbedingungen:

##### **Standorte:**

- auf Standorten mit gelegentlich kritischer Überflutungsdauer/-höhe für Hartholz-Kulturen
- auf Standorten mit stark wechselndem Höhengniveau (Schluten-Rücken-Abfolgen)

##### **Waldbauliche Praxis im Fbz. Rastatt**

- große Hartholzheister (140 - 160 cm) verwenden (Selbstanzucht)
- flexible, standortsorientierte Vorgehensweise (Gruppenanbau)
- Pappel ggf. bei Jungbestandspflege reduzieren
- ggf. Astung als Wertinvestition bei Wildobst und Eiche

#### **d) Eichen-Typ: Tiefe Hartholzaue,**

##### **Überflutungsdauer 15 - 33 Tage**

##### **(R-WET: Stieleichen – Mischwald)**

Die Stieleiche wird aufgrund ihrer hohen Überflutungsresistenz und ihrem breiten Standortsspektrum auf den meisten Standorten als führende Baumart vorgeschlagen. Der Stieleichen-Typ mit Feldahorn und Wildobst (Ulme) wird bei Überflutungshöhen < 2,5 m zur Anwendung kommen, wenn optimale Standortbedingungen vorhanden sind. Die Bestandesbegründung erfolgt durch künstlichen Anbau. Bei der Pflanzung sollten, wenn möglich, Heisterpflanzen Verwendung finden, um die kritische Kulturphase schneller zu überwinden. Überlegenswert ist, fallweise die Schwarznuss mit anzubauen. Sie besitzt eine kürzere Umtriebszeit und wird als so genannte Zeitmischung vorzeitig ausgezogen und kann so Vornutzungserträge im sehr langfristigen Eichen-Typ abwerfen. Durch die Kombination von Baumarten mit unterschiedlich langer Lebensdauer und unterschiedlichen Nutzungsaltern entsteht nicht nur eine hohe Artenvielfalt, sondern spätestens im Folgebestand bahnt sich eine breite Staffelung des Alters an. Nach der ersten Verjüngungsphase ergibt sich eine große Altersspreitung und Schichtung in der Bestandesstruktur.

**e) Eschen-Typ: Mittlere Hartholzaue,  
Überflutungsdauer 4 - 15 Tage**

**(R-WET: Buntlaubbaum-Mischwald)**

Auf tiefgründigen Schlickböden werden Eschenmischbestände mit Walnuss, Schwarznuss, Bergahorn, Hainbuche und Linde vorgeschlagen. Mischungsanteile des Bergahorns sollten nur auf den höchsten Stellen aus Naturverjüngung bis zu einem Anteil von etwa einem Drittel toleriert werden. Kleinstandörtlich wechselnd werden andere Laubhölzer mit angebaut. Eiche könnte gruppen- bis horstweise mit angebaut werden. Dies erhöht die Baumartenvielfalt. Die Eiche kann später in Form des Gruppenüberhalts in den Folgebestand übernommen werden. Die Eschen-Eichentypen könnten als Ziel bei der Verjüngung ehemaliger Mittelwälder in Frage kommen. Mit Femelhieben könnte eine Auflichtung des Kronendaches erreicht werden, um die Naturverjüngung vorzubereiten. Eine weitere Variante wäre, plenterwaldähnlich vorzugehen, d. h. nur einzelne, den Betriebszielen entsprechende Bäume aus dem Bestand herausziehen. Auf gruppen- bis kleinbestandsweisen Räumungsflächen wird die Naturverjüngung übernommen oder können die Baumarten dieses Typs in Abhängigkeit von den lokalen Standortverhältnissen angebaut werden. Die Eiche mit hoher Überflutungsresistenz ist für die mittleren Lagen bestimmt. Für die Esche muss das höchste Geländeniveau mit der geringsten Überflutungsdauer und -höhe gewählt werden. In Schluten, Mulden und entlang der Gewässer sind Pappel und Weide möglich. Als weitere Beiholzarten können Feldahorn, Hainbuche, Feld- und Flatterulme und Wildobst mit angebaut werden. Diese Variante des Eschen-Typs kommt dem natürlichen Waldbild der Hartholzaue sicher am nächsten.

**f) Birken-Eichen-Typ: Mittlere Hartholzaue,  
Überflutungsdauer 4 - 15 Tage**

**(R-WET: Stieleichen – Mischwald)**

Auf flachgründigen sandig-kiesigen Böden sind Mischbestände mit Birke, Stieleiche, Linde, Kiefer und sonstigem Laubholz vorgesehen. Die Eiche z. B. könnte in geschädigten Spitzahornbeständen gruppen- bis horstweise angebaut werden.

**g) Bergahorn-Typ: Hohe Hartholzaue,  
Überflutungsdauer 1 - 4 Tage**

**(R-WET: Buntlaubbaummischwald)**

Der Bergahorn-Typ kann auf Standorten angebaut werden, die unter 4 Tagen Überflutungsdauer bleiben und für die Esche als Hauptbaumart vom Wasserhaushalt nicht mehr frisch genug sind. Hauptbaumart dieses Typs ist der Bergahorn, an Beiholzarten bietet sich fast die gesamte Palette der Auenbaumarten an. Die Bestandesbegründung kann aus Naturverjüngung des verjüngungsfreudigen Bergahorns entstehen und wird durch Pflanzung der Beiholzarten entsprechend ergänzt.

**h) Sukzession / extensive Nutzung**

**(R-WET: Mischwald Extensiv)**

Teile der strauchholzreichen Laubholzbestände und Bestände mit autochthonen Pappeln mit relativ langen Überflutungsdauern sollten der Sukzession überlassen werden. Eine extensive Nutzung ist möglich. Eine aktive waldbauliche Gestaltung erfolgt nicht.

## 7 Fazit

Die dargestellten Vorschläge der waldbaulichen Möglichkeiten basieren auf der Baumarteneignung für die Auenzonen der freien Überflutungsauere im Rheinabschnitt Iffezheim-Karlsruhe, da in den Rückhalteräumen durch die Ökologischen Flutungen in der Hartholzaue langfristig vergleichbare Überflutungsbedingungen hergestellt werden sollen.

Die Entwicklung von überflutungstoleranten Waldbeständen erfordert eine Kombination von regelmäßigen Überflutungen (Ökologischen Flutungen) einerseits und einen mittel- bis langfristigen waldbaulichen Umbau der Waldbestände mit überflutungstoleranten Baumarten andererseits.

Die Ausgestaltung der Ökologischen Flutungen muss sich hinsichtlich Überflutungshäufigkeit, -dauer, -höhe und -zeitpunkt an den Verhältnissen naturnaher Auen am Oberrhein orientieren. Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass sich ein auenartiges und damit in erhöhtem Maße überflutungstolerantes Waldökosystem nicht grundsätzlich von selbst und nicht schlagartig, sondern erst nach einer Umbau- und Anpassungsphase einstellen wird.

Die Ergebnisse der Risikoanalyse geben immer eine Worst-Case Betrachtung wieder, unabhängig davon mit welchem Retentionsvolumen oder mit welcher Fließgeschwindigkeit gerechnet wird. Darüber hinaus kann der Gutachter optional entscheiden, ob Abflussereignisse, wie Probestau, bei der Risikoanalyse berücksichtigt werden. Dies ist entsprechend zu dokumentieren.



## 8 Literatur und Quellen

BÜRO FÜR UMWELTPLANUNG (1998): Bestandesfeinkartierung, Waldfunktionen/Waldbiotope, Risikoanalyse und Zielbestockungskonzeption für den Polder Breisach/Burkheim. – Prüféntwurf.

BIEGELMAIER K.-H. (2002): Auswirkungen des Hochwassers im Rheinauewald. AFZ 15/2002.

BÜRO FÜR UMWELTPLANUNG (2003): Umweltverträglichkeitsstudie für den Rückhalteraum Breisach/Burkheim. – Entwurf 03/2003.

DISTER E. (1980): Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. Dissertation. Göttingen.

DISTER E. (1983): Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen an lehmigen Standorten. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie. Band X. Mainz.

FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT (FVA) (1997): Abschlußbericht zum Untersuchungsprogramm „Ökologische Flutungen im Polder Altenheim“. Unveröff. Gutachten im Auftrag der GwD Südlicher Oberrhein/Hochrhein.

FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT (FVA) (2005): Baumarteneignungstabelle für den Einzelwuchsbezirk 1/10. Unveröffentlicht.

GEWÄSSERDIREKTION SÜDLICHER OBERRHEIN/HOCHRHEIN (2002): Wasserspiegellagen in Abhängigkeit zur Entfernung zum Querriegel bzw. zum Auslaufbereich. Unveröffentlicht.

GEWÄSSERDIREKTION SÜDLICHER OBERRHEIN/HOCHRHEIN (2002): Daten der Überflutungshöhen und Überflutungsdauer. Projektgruppe Breisach: Befliegungskarte.

INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (ILN) (1999a): Hochwassertoleranz von Gehölzen in der Rheinaue zwischen Basel und Mannheim. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein.

INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (ILN) (1999b): Erhebungen von Hochwasserschäden an Gehölzen in den Poldern Altenheim. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein.

INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (ILN) (1999c): Erhebung von Hochwasserschäden an Gehölzen im Kulturwehr Kehl/Straßburg sowie im Ichenheimer und Meißenheimer Rheinwald. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein.

INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (ILN) (2000): Hochwassertoleranz von Gehölzen in der Rheinaue zwischen Basel und Mannheim. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein.

INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (ILN) (2001): Hochwassertoleranz von Gehölzen in der Rheinaue zwischen Basel und Mannheim. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein.

INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (ILN) (2002): Hochwassertoleranz von Gehölzen in der Rheinaue zwischen Basel und Mannheim. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein.

LANDTAG VON BADEN-WÜRTTEMBERG (2002): Große Anfrage der Grünen und Antwort der Landesregierung zu „10 Jahre nach der Umweltkonferenz von Rio – Auswirkungen der Klimaveränderungen für Mensch und Umwelt in Baden-Württemberg“ – 08.02.2002, Drucksache 13/734.

LUDWIG K. (2001a): Wasserstands-Dauer-Beziehungen für die Pegel Maxau und Plittersdorf für die Jahre 1969 bis 1999. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein.

LUDWIG K. (2001b): Wellenablaufberechnungen für den Polderbereich beim Hochwasser 1999. Unveröff. Gutachten.

MICHIELS H.-G. & ALDINGER E. (2002): Forstliche Standortsgliederung in der badischen Rheinaue. AFZ 15/2002.

MICHIELS, H.-G. (2005): Regionale Baumarteneignung für den Einzelwuchsbezirk 1/01. Forstliche Versuchsanstalt Baden-Württemberg.

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LÄNDLICHEN RAUM (MLR) (2002): Dienstanweisung für die Forsteinrichtung im öffentlichen Wald Baden-Württemberg: FED 2000. – Verwaltungsvorschrift des MLR Baden-Württemberg vom 01.01.2002.

SIEBEL H. (1998): Floodplain forest restoration. IBN Scientific Contribution 9, S. 25-36. DLO Institute for Forestry and Nature Research Wageningen.

SPÄTH V. (1999): Untersuchungen zur Hochwasserdynamik und zur standortkundlichen Einstufung im Forstbezirk Rastatt. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Forstdirektion Karlsruhe.

SPÄTH V. (2000): Sich natürlich entwickelnde Sukzessionsstadien in der Hartholzau und ihre Bedeutung für den Naturschutz. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Staatlichen Forstamtes Rastatt.

SPÄTH V. (2002a): Hochwassertoleranz von Waldbäumen in der Rheinaue. AFZ 15/2002.

SPÄTH V. (2002b): Untersuchungen zur Hochwasserdynamik im Forstbezirk Rastatt. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Forstdirektion Freiburg.

# 9 Verzeichnisse

## 9.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Bestandestypenübersicht nach FVA, präzisiert am Beispiel des RHR Breisach/Burkheim	6
Tabelle 2:	Klassifizierung der Überflutungshöhen nach festgestellt häufig auftretenden Schadschwellen	10
Tabelle 3:	Zuordnung von Baumarten zu Schadstufen je nach Überflutungshöhe	11
Tabelle 4:	Risikoklassen für Waldbestände	12
Tabelle 5:	Beispiel für die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Risikoklasse eines Bestandes	14
Tabelle 6:	Flächenanteile der Risikoklassen je Bestandestyp aufgrund der Einstauhöhen bei Retention	14
Tabelle 7:	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Risikoanalyse	15
Tabelle 8:	Für die Auenwaldstufen geeignete Baumarten	17
Tabelle 9:	Schadstufen der Baumarten nach Überflutungsdauern	18
Tabelle 10:	Einstufung von zu tief stockenden Baumarten in Schadstufen anhand Überflutungsdauern	18
Tabelle 11:	Zusammenfassende Darstellung der Wirkungen (mögliche Auswirkungen)	21
Tabelle 12:	Baumarteneignungstabelle für den Einzelwuchsbezirk 1/01 (FVA 2005)	23

## 9.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Vorgehensweise zur Erfassung der Wirkungen durch Ökologische Flutungen	19
--------------	--	----

# 10 Anhang

## 10.1 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Alth	=	Altholz
arB	=	außerregelmäßiger Betrieb
Blbhbest.	=	Buntlaubholzbestand
FED 2000	=	Dienstanweisung für die Forsteinrichtung im öffentlichen Wald Baden-Württembergs (MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LÄNDLICHEN RAUM 2002)
FVA	=	Forstliche Versuch- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
GOK	=	Geländeoberkante
HHa	=	Hartholzau
ILN	=	Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz
IRP	=	Integriertes Rheinprogramm
RHR	=	Rückhalteraum
Stgh	=	Stangenholz
UG	=	Untersuchungsgebiet
UVS	=	Umweltverträglichkeitsstudie
Verj.	=	Verjüngung

### ABKÜRZUNGEN DER BAUMARTEN:

BAh	=	Bergahorn
Bi	=	Birke
Bu	=	Buche
Ei	=	Eiche
Es	=	Esche
FAh	=	Feldahorn
FIUl	=	Flatterulme
FUL	=	Feldulme
Hbu	=	Hainbuche
Kie	=	Kiefer
Kir	=	Kirsche
Li	=	Linde
Pa	=	Pappel
Pla	=	Platane
RBu	=	Rotbuche
RKa	=	Roskastanie
Rob	=	Robinie
SAh	=	Spitzahorn
StEi	=	Stieleiche
SER	=	Schwarzerle
SNU	=	Schwarznu
SPa	=	Schwarzpappel
SiPa	=	Silberpappel
SWei	=	Silberweide
VKir	=	Vogelkirsche
Wei	=	Weide
WLi	=	Winterlinde
WNU	=	Walnu

## 10.2 BEISPIELHAFTE BESCHREIBUNG DER BESTANDESTYPEN

### **BESTANDESTYP 1: Altbestände mit hohem Anteil an autochthonen Pappeln**

Die z. T. großflächigen Bestände werden von Schwarz-, Silber-, Pyramidenpappeln und Aspen dominiert. Als Mischbaumarten kommen Esche, Eiche, Ulme, Bergahorn, Robinie u. a. vor; kennzeichnend ist auch ein hoher Strauchholzanteil. Es handelt sich meist um ältere, baumweise ungleichaltrige Bestände, mit mehrschichtiger bis stufiger Struktur. In geschlossenen Beständen und bei dichter Strauchschicht ist eine Naturverjüngung der Baumarten meist nur spärlich vorhanden, wobei meist Esche und Bergahorn dominieren, vereinzelt sind aber auch Eiche, Ulme und andere Baumarten zu finden.

Die Bestände entstanden meist aus ehemaligen Mittelwäldungen und sind heute überwiegend auf mattwüchsige Standorte zurückgedrängt. Wirtschaftlich ohne Bedeutung, erfüllen diese Bestände primär ökologische Funktion und werden deshalb häufig als arB-Bestände (= Bestände im außerregelmäßigem Betrieb) ausgewiesen.

### **BESTANDESTYP 2: Pappelbestände (Wirtschaftspappeln) ohne Unterstand**

Unter „Wirtschaftspappeln“ werden alle Arten von Pappelzüchtungen, also sowohl die Schwarzpappelhybriden (früher als Kanada-Pappel bezeichnet) als auch die Balsampappeln, zusammengefasst.

Pappel-Reinbestände mit einem Pappelanteil von 90 – 100 % ohne Unterstand werden diesem Bestandestyp zugeordnet. Beiholzarten kommen nicht oder nur spärlich vor, sind dann meist jünger und aus Naturverjüngung hervorgegangen und stehen im Unterstand oder bilden eine Randbestockung. Dabei häufiger vorkommende Baumarten sind Weide, Rot- und Weißerle, Esche, Bergahorn, seltener auch Spitzahorn. Die Strauchschicht ist unterschiedlich stark ausgeprägt.

Gefährdet sind Pappel-Reinbestände vor allem durch Sturmwurf. Ein flachstreichendes Wurzelwerk auf flachgründigen Standorten und Bodenaufweichungen nach lang anhaltenden Regenfällen, führen offensichtlich zu einer erhöhten Disposition gegenüber Sturmwurf.

### **BESTANDESTYP 3: Pappelbestände (Wirtschaftspappeln) mit Unterstand**

Neben den Pappelreinbeständen sollen Zweischichtbestände (Pappelanteil > 40 %) aus Schwarzpappelhybriden mit wechselnden Anteilen der Mischbaumarten Weide, Esche, Eiche, Linde, Bergahorn, (Ulme, Erle, Birke, Hainbuche, Robinie, Spitzahorn, Feldahorn) und Strauchholz als weiterer Pappel-Bestandestyp ausgeschieden werden.

Es handelt sich meist um ältere Pappel-Baumhölzer mit jüngeren Beiholzarten im Zwischen- und Unterstand, wobei Baumartenanteile und -mischung wechseln. Häufig befinden sich die Bestände in Umformung von Pappelbeständen zu Buntlaubholzbeständen, wobei die Pappeln sukzessive ausgezogen werden und der Zwischen- und Unterstand aus Buntlaubhölzern als Folgebestand übernommen wird.

Die Pappelbestände sind ab dem Baumholzalter sturmwurfgefährdet. Die bei Pappel in höherem Alter einsetzende Stockfäule verschärft dieses Risiko.

### **BESTANDESTYP 4: Altbestände Eiche (Stieleiche)**

Unter diesen Typ fallen Mischbestände mit hohem Eichenanteil (30 – 70 %); die Mischbaumarten umfassen das ganze Spektrum der Rheinauenbaumarten. Je nach Standort kommen vor: Hainbuche, Linde, Esche, Bergahorn, Weide, Pappel, Birke, Ulme, Erle u. a. (Kiefer, Wildobst), mit hohem Strauchholzanteil und teilweise flächiger Naturverjüngung von Esche und Bergahorn; sie weisen eine mehrschichtige bis stufige, ungleichaltrige Bestandesstruktur auf, wobei die Eichen i. d. R. älter sind als die übrigen Baumarten.

Diese z. T. großflächigen Altbestände sind i. d. R. aus ehemaligen Mittelwäldungen entstanden. Sie stocken auf einer weiten Standortpalette. Qualitativ können sie entsprechend unterschiedlich eingestuft werden. Wirtschaftlich und auch ökologisch ist die Eiche eine der wichtigsten Baumarten des Rheinauenwaldes.

Für die natürliche Verjüngung der Eiche scheinen die Bedingungen im Rheinauenwald eher ungünstig; dagegen herrschen in der Naturverjüngung Bergahorn und Esche



deutlich vor und breiten sich aus. Die teils überalterten Eichenbestände werden sich im Zuge der Verjüngung deshalb in Richtung Buntlaubholzbestände entwickeln, mit deutlich geringeren Anteilen von Eiche und anderen Baumarten. Die Bestandesstruktur wird sich dabei eher hochwaldartig und ein- bis zweischichtig ausbilden.

#### **BESTANDESTYP 5:**

##### **Jüngere Eichenbestände (Stieleiche)**

Aufgrund der geringeren Hochwassertoleranz der Eichen-Jungpflanzen gegenüber älteren Eichen wurde dieser Bestandestyp aufgenommen. In der Regel handelt es sich um aus Pflanzung, seltener aus Naturverjüngung oder Saat entstandenen Kulturen, Dickungen und Stangenhölzern, die oft als Reinbestände begründet wurden, zumindest aber einen hohen Eichen-Anteil aufweisen. Vorhandene Mischbaumarten (Esche, Bergahorn, Ulme, Weide, Linde) sind teilweise aus Naturverjüngung hervorgegangen. Die Bestände sind gleichaltrig und einschichtig oder zweischichtig mit jüngem Unterbau.

Im Rheinauenwald hat die Eiche in der Kulturphase Startprobleme, die vor allem auf durch Nährstoffmangel bedingte Wuchsstörungen und starken Aufwuchs in der Krautschicht bedingt sind. Weitere Schadensprobleme treten auf durch Mehlaubefall in den Kulturen und Eichentriebwicklerbefall.

Nach längerer Periode des Eichenrückgangs wurden in jüngster Vergangenheit wieder Eichenkulturen geschaffen. Grund für die Zurückhaltung bei der Anlage von Eichenkulturen waren unter anderem die hohen Kulturkosten, die niedrigen und spät einsetzenden Vornutzungserträge und die Sorge um die Nachhaltigkeit der Holzerträge bei langer Umtriebszeit.

#### **BESTANDESTYP 6: Altbestände Esche**

Diese älteren Mischbestände (Alter > 70 Jahre) mit hohem Eschenanteil sind teils Relikte ehemaliger Mittelwaldwirtschaft oder durch Umformungshiebe aus ehemaligen Mittelwäldern entstanden, z. T. sind es aber auch ältere, aus Pflanzung stammende Bestände. Sie stocken meist auf

frischen, gut nährstoffversorgten Böden. Die Esche dominiert mit 30 – 70 % das Bestandesbild, die Mischbaumarten Bergahorn, Eiche, Linde, Hainbuche, Birke und autochthone Pappeln (Ulme, Wildobst) sind einzeln bis gruppenweise eingestreut, mit hohem Strauchholzanteil und teilweise mit Naturverjüngung von Esche und Bergahorn.

Die Bestandesstruktur in den ehemaligen Mittelwäldern ist größtenteils mehrschichtig bis stufig, in den hochwaldartigen Beständen eher einschichtig.

#### **BESTANDESTYP 7:**

##### **Eschenreiche Buntlaubholzbestände**

Hier handelt es sich um Mischbestände mit hohem Eschenanteil (40 – 85 %) und folgenden Mischbaumarten: Bergahorn, Pappel, Linde, Eiche, Schwarznuss, Hainbuche, Erle, (Birke, Spitzahorn).

Eschenreiche Buntlaubholzbestände sind überwiegend in den jüngeren Altersklassen von der Kultur bis zum angehenden Baumholz vertreten. Die Bestände stammen überwiegend aus Pflanzungen, daneben sind aber auch Anteile aus Naturverjüngung hervorgegangen. Die eschenreichen Buntlaubholzbestände sind hochwaldartig, oft gleichaltrig und daher auch meist einschichtig. Eschenreiche Buntlaubholzbestände können als nahezu reine Eschenbestände vorgefunden werden, überwiegend handelt es sich aber um Mischbestände, wobei Baumartenzusammensetzung und -anteile wechseln; die Beiholzarten kommen einzeln bis gruppenweise vor. Daneben entstanden eine Reihe von eschenreichen Buntlaubholzbeständen aus dem Zwischen- und Unterstand ehemaliger Wirtschaftspappel-Bestände im Zuge der Verjüngung dieser Bestände und nach Sturmwurf durch Ausfall der Pappelbestockung. Nach Auszug der Pappeln im Oberstand wird der Zwischen- und Unterstand als Folgebestand übernommen, wodurch dann z. B. Eschen-Mischbestände entstehen. Diese Bestände sind eher ungleichaltrig, häufiger stufig aufgebaut und locker bis licht stehend.

Die Esche ist eine sehr betriebssichere und wirtschaftlich bedeutende Baumart. Sie ist sehr naturverjüngungsfreudig. In der Jugendphase ist die Esche durch Spätfrost und Wildverbiss- und Fegeschäden durch Rehwild gefährdet.

#### **BESTANDESTYP 8:**

##### **Bergahornreiche Buntlaubholzbestände**

Die Mischbestände mit hohem Bergahornanteil (40 – 85 %) und den Mischbaumarten Esche, Linde, Pappel, Hainbuche, Buche, Birke, Spitzahorn, Feldahorn und Robinie sind meist nur im Kultur- und Stangenholzalter, seltener auch im Baumholzalter vertreten. Dieser Bestandestyp hat durch den Bestockungsumbau seit den 50er Jahren stark an Bedeutung gewonnen und stockt auf den mäßig frischen Böden mittlerer Nährstoffversorgung. Die auf großer Fläche überwiegend durch Pflanzung begründeten Bestände mit Bergahorn als Hauptbaumart sind meist gleichaltrig und einschichtig aufgebaut, vereinzelt mit etwas Unterstand aus Linde, Hainbuche, Buche. Die Mischbaumarten sind einzeln bis gruppenweise beigemischt. Seltener findet man auch nahezu reine Bergahornbestände. Die bergahornreichen Buntlaubholzbestände sind betriebsicher und zuwachskräftig und versprechen gute Wertleistungen.

#### **BESTANDESTYP 9: Schwarznussbestände**

Die erst seit Mitte dieses Jahrhunderts in die hiesigen Wälder eingebrachte Schwarznuss wird überwiegend als Mischbaumart einzeln bis gruppenweise in Edellaubholzbeständen eingebracht. Bei den Schwarznussbeständen handelt es sich meist um wenige kleinflächige (0,1 – 0,3 ha) Stangen- bis Baumhölzer mit hohem Schwarznussanteil (70 – 80 %) und folgenden Mischbaumarten: Linde, Esche, Hainbuche, Bergahorn, Eiche, Kirsche. Die Schwarznuss benötigt einen lockeren, tiefgründigen und nährstoffreichen Boden. Sie verträgt keine Staunässe. Gegen Spätfrost ist sie sehr empfindlich, vom Rehwild wird sie nicht verbissen. Unerklärlich bleiben einzeln auftretende Ausfälle von Schwarznuss in Stangenhölzern.

#### **BESTANDESTYP 10: Buchenbestände**

Buchenbestände treten als Mischbestände und Buchen-Reinbestände (Buchenanteil: > 30 – 90 %) auf, als Beiholzarten kommen Esche, Bergahorn, Spitzahorn, Eiche, Kiefer u. a. vor. Die Bestände sind überwiegend im Stangenholz- bis Baumholzalter (Alter < 100 Jahre), einschichtig oder mit spärlichem Unterstand von Hainbuche, Linde, Ulme und Strauchholz, oft mit Naturverjüngung von Bergahorn und

Esche, Buche, Hainbuche u. a. Baumarten. Seltener sind die Buchenbestände auch aus ehemaligem Mittelwald hervorgegangen, mit älterer, breitkroniger Buche als Schirmbestand über jüngeren Beiholzarten. Kleinflächig kommen Buchenbestände im Jungwuchsalter auf Schneebruchlücken in Kiefernbeständen vor. Auf kalkreichen, mittel- bis flachgründigen Lehmschlickern und mäßig trockenen Sandschlickern zeigt die Buche gute Wuchsleistungen. In der Jugendphase leidet die Buche stark unter Rehwildverbiss, Mäuseschäden und Wildkrautkonkurrenz.

#### **BESTANDESTYP 11: Birkenbestände**

Als Hauptbaumart hat sie wenig Bedeutung, bestandesbildend tritt sie lediglich kleinflächig auf. Es handelt sich um Mischbestände mit hohem Birkenanteil (> 50 %) und folgenden Mischbaumarten: Weide, Pappel, Linde, Eiche, Ulme, Schwarzkiefer; teilweise hoher Strauchholzanteil. Die Birkenbestände kommen aufgrund ihrer geringen Standortansprüche meist auf mäßig trockenen Standorten vor. Die Birke hat sich als Pionierbaumart von Natur aus eingestellt.

#### **BESTANDESTYP 12:**

##### **Strauchholzreiche Laubholzbestände**

Unter dieser Rubrik sollen Flächen aufgenommen werden, die forsteinrichtungstechnisch zum Wirtschaftswald in außerregelmäßigem Betrieb (arB), zu den unbestockten Flächen (Blößen) oder zum Nichtholzboden (z. B. Sonderstandorte, Unland, Abbauland) gerechnet werden. Die Waldbestände sind in der Mehrzahl forstwirtschaftlich ohne große Bedeutung und erfüllen vorrangig ökologische Funktionen. Meist nehmen diese Flächen die extremen Standorte ein, wie mattwüchsige, extrem trockene Kies- und Sandböden, feuchte Mulden, Schluten, Feuchtfelder, Stockrodungswälle, Rekultivierungsflächen, ehemalige Bunkerstandorte usw. Sind die Flächen bestockt, stammt die Bestockung aus ehemaligem Nieder- und Mittelwald, aus Stockausschlag oder natürlicher Sukzession.

Die lückigen, sehr ungleichaltrigen, vorratsarmen Bestände weisen hohe Strauchholzanteile von 20 – 80 % auf. Neben führenden Baumarten wie Weide, Eiche, Schwarzpappel, Robinie und Kiefer ist eine Vielzahl von Baumarten beigemischt. Bei den weitgehend unbestockten Flächen handelt es sich um strauchreiche, schilffreie oder krautige Sukzessionsflächen, Wildwiesen und Blößen, die nach Räumung oder Sturmwurf nicht wieder bestockt und somit der natürlichen Sukzession überlassen wurden.

#### **BESTANDESTYP 13: Weidenbestände**

Bestände mit typischem Auenwaldcharakter im unmittelbaren Bereich des Altrheins (Verlandungszone) bzw. in Schluten (ehemalige Verlandungszonen) mit hohem Weidenanteil (90 – 100 %) und den Mischbaumarten autochthone Pappel, Wirtschaftspappel, Esche, Linde, Eiche, Traubeneiche, Kirsche (Ulme, Bergahorn, Robine) kommen meist nur noch reliktiert vor. In der Regel handelt es sich um linienförmige oder saumartige bis kleinflächige Bestände. Weidenbestände stocken auf den Standorten der Tiefen Weichholzaue, die meist nur als schmaler Übergang zu höhergelegenen Standorten ausgeprägt sind.

Eine generative Verjüngung der Weidenbestände findet kaum noch statt, die Verjüngung erfolgt überwiegend vegetativ über Stockausschläge.

Zu diesem Bestandestyp können auch Kopfweidenbestände gerechnet werden.

#### **BESTANDESTYP 14: Spitzahornbestände**

Mischbestände mit hohem Spitzahornanteil (> 40 %) und Pappel, Linde, Kirsche, Bergahorn, Weide, Eiche, Birke u. a. als Mischbaumarten. Diese Bestände wurden überwiegend nach 1950 beim Bestockungsumbau auf den mäßig frischen bis mäßig trockenen Standorten angebaut und beherrschen heute als Stangenhölzer bis angehende Baumhölzer die jüngeren Altersklassen. Sie sind überwiegend hochwaldartig, meist gleichaltrig, einschichtig oder mit spärlichem Unterstand aus Linde und Hainbuche. Probleme ergaben sich im letzten Jahrzehnt durch das sog. Spitzahornsterben, wobei die Ursachen unklar sind. Aus diesem Grund wurden in jüngster Zeit keine Kulturen mit hohen Spitzahornanteilen mehr begründet.

#### **BESTANDESTYP 15:**

##### **Schwarzkiefer- und Kiefernbestände**

Kiefernbestände stammen vorwiegend aus den Anbauperioden 1880 – 1900, 1930 – 1940 und 1948 – 1969. Damit sollten zahlreiche devastierte Flächen auf trockenen Standorten umgewandelt und in eine ertragreiche Bestockung gebracht werden. Das Schwergewicht bilden die Stangenhölzer der II. und III. Altersklasse; Kiefern-Reinbestände ohne oder mit nur geringem Anteil von Mischbaumarten. In einigen Beständen stellt sich Naturverjüngung von Buche, Hainbuche und Linde im Unterstand ein, die aber durch Rehwildverbiss stark gefährdet ist. Bei aktivem Unterbau von Laubhölzern verfährt man im Hinblick auf die geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen noch zurückhaltend. Ältere Kiefernbestände weisen einen etwas höheren Anteil an Mischbaumarten auf, in bereits stark aufgelichteten Beständen stellt sich eine üppige, dicht geschlossene Strauchschicht ein.

Großflächige Kiefernbestände bergen ein erhebliches Risiko in sich. Durch ihre Anfälligkeit gegen zahlreiche Schädlinge besteht eine latente Gefahr von Insektenschäden durch Borkenkäfermassenvermehrungen und insbesondere durch Kiefernknospentriebwicklerbefall, flächenhafte Schadergebnisse sind bisher nicht aufgetreten; die Schäden beschränken sich auf Einzelbäume und kleinere Gruppen. Schneedruck und Schneebruch ist in den Kiefernbeständen, insbesondere wenn sie nur schwach durchforstet sind, ebenfalls eine ständige Gefahr. In den großflächigen Kiefernbeständen besteht zudem eine enorme Gefährdung durch Feuer. Als vorbeugende Maßnahme werden Brandschutzstreifen angelegt.

Die Zuwachs-, Qualitäts- und Wertentwicklung der Kiefernbestände ist noch unsicher, ihr wirtschaftlicher Wert wird gering eingeschätzt.

#### **BESTANDESTYP 16: Sonstige Nadelholzbestände**

An weiteren Nadelholzbeständen kommen Fichten-Reinbestände und einige kleinflächige Mischbestände mit hohem Anteil (> 50 %) von Nadelbäumen, meist Kiefer, mit z. T. unterständigen Mischbaumarten: Bergahorn, Linde, Robinie und teilweise hohem Strauchholzanteil vor. Wegen ungeeigneter klimatischer und standörtlicher Bedingungen und der Gefahr von Nematusbefall und Rotfäule bleiben Fichtenbestände in der Rheinaue von untergeordneter Bedeutung.

#### **BESTANDESTYP 17: Erlenbestände**

In der Regel sind es kleinflächige, jüngere Erlenbestände bis zum Stangenholzalter, oft in tieferen Lagen auf vernässenden, anmoorigen Standorten. Auf diesen extremen Standorten treten meist nahezu reine Erlenbestände auf, bestandesbildend findet man meist die Roterle vor. Vereinzelt sind Weide und Pappel als Mischbaumarten am Bestandaufbau beteiligt; auf günstigeren Standorten kommen Esche u. a. Baumarten dazu.

Erlenbestände sind auf größeren Flächen aus dem Unter- und Zwischenstand ehemaliger Pappelbestände entstanden. Nach dem weitgehenden Ausfall der Pappel (z. B. nach flächigen Sturmwürfen) bilden die Erlen des ehemaligen Unter- und Zwischenstandes eine lichte bis räumige Bestockung, die durch Ansamung weiterer Baumarten wie Schwarzpappel, Weide, Esche und Bergahorn auf natürliche Weise ergänzt werden soll.

#### **BESTANDESTYP 18: Altbestände Bergahorn**

Zu diesem Typ werden ältere Mischbestände (Alter > 60 Jahre) mit hohem Bergahornanteil (30 – 70 %) als führende Baumart und den Mischbaumarten Esche, Eiche, Pappel, Linde, Hainbuche, Spitzahorn, (Ulme, Weide) gerechnet; durch hohen Strauchholzanteil und teilweise durch Naturverjüngung von Bergahorn und Esche entsteht eine mehrschichtige bis stufige Bestandesstruktur. Diese Bestände sind überwiegend aus ehemaligen Mittelwäldungen entstanden.

#### **BESTANDESTYP 19: Hainbuchenbestände**

Diese älteren Mischbestände mit hohem Hainbuchenanteil (> 50 %) und den Mischbaumarten Aspe, Bergahorn, Esche, Eiche, Pappel und Strauchholz stammen ebenfalls aus ehemaligem Mittelwald und sind durch mangelnde Pflege und Plünderungshiebe während der Kriegszeit (Auszug der Alteichen) entstanden.

#### **BESTANDESTYP 20: Robinienbestände**

Dazu zählen Mischbestände mit hohem Robinienanteil (> 50 %) und den Mischbaumarten Kirsche, Hainbuche, Spitzahorn, Bergahorn u. a., teils mit Strauchholz. Robinienbestände stocken meist auf den schlechteren, sandig-kiesigen, trockenen Standorten, auf Rekultivierungsflächen und auf Bestandeslücken in Kiefernbeständen; dort ist selbst die bekanntermaßen anspruchslose Robinie oft mattwüchsig, vereinzelt sind Dürreschäden zu beobachten. Robinienbestände entstehen auch aus artenreichen Mischbeständen, wenn sich die in jungen Jahren sehr konkurrenzkräftige und wüchsige Robinie gegenüber den Mischbaumarten durchsetzt und bei mangelnder Pflege oder ungünstigen Standortbedingungen allmählich zur vorherrschenden Baumart wird. Bei Pflanzung neigt die Robinie zu hohen Ausfällen und ist empfindlich gegen Spätfrost. Dagegen vermehrt sie sich reichlich über Stockausschlag und Wurzelbrut.

#### **BESTANDESTYP 21: Kirschenbestände**

Mischbestände mit hohem Kirschenanteil (> 50 %) und den Mischbaumarten Linde, Buche, Hainbuche, Ulme, Robinie, Esche, Berg-, und Spitzahorn sind nur kleinflächig vertreten und beschränken sich auf die jüngeren Altersklassen.

## VERJÜNGUNGSBESTÄNDE

Altbestände mit größeren Verjüngungsanteilen können in den Bestandesbeschreibungen entsprechend der Hauptbaumart des Altholzes und der Hauptbaumart der Naturverjüngung als Mischbestandstyp mit entsprechenden Flächenanteilen bezeichnet werden.

Zahlreiche Altbestände sind in der Phase der Verjüngung. Darunter versteht man natürliche Ereignisse (Überalterung, Sturmwurf, Kalamitäten usw.) und waldbauliche Maßnahmen, die zur Erzielung und Förderung der Verjüngung eines Bestandes führen.

Das früher nahezu ausschließlich praktizierte Verjüngungsverfahren im Rheinauenwald war die Räumung der Altbestände in Blöcken von 1 – 2 ha Größe und nachfolgende künstliche Wiederbegründung der Bestände i. d. R. durch Pflanzung. Heute wird der Ausnutzung von Naturverjüngungsmöglichkeiten wieder stärkere Bedeutung beigemessen. Die standörtlichen Unterschiede und die ungleichen Lichtansprüche der verschiedenen Baumarten schließen einheitliche, schematische Verjüngungsverfahren aus. Je nach den standörtlichen Verhältnissen und den Verjüngungszielen kommen verschiedene Verjüngungsverfahren in Anwendung.

Als Verjüngungsziel werden Mischbestände mit größerer Ungleichaltrigkeit und stufiger Struktur angestrebt. Wo sich bei der Naturverjüngung eine Baumart einseitig durchsetzt, ist durch Ausbesserung mit standortgerechten Mischbaumarten und durch Mischwuchsregulierung bei der Pflege für die Aufrechterhaltung des angestrebten Mischungszieles und des Artenreichtums zu sorgen.

## NATURVERJÜNGUNG

Naturverjüngungsvorräte bestehen v. a. in den Althölzern aus ehemaligen Mittelwäldungen. Aber auch schon in jüngeren Stangenhölzern ist ankommende Naturverjüngung zu finden. Den Schwerpunkt der Naturverjüngungsvorräte bildet der Bergahorn, der sich sehr gut und v. a. flächig verjüngt. Die Esche ist ebenfalls sehr naturverjüngungsfreudig. Unter dem Kronenschirm des Altholzes ist die lichtbedürftige Esche in der Jungwuchsphase dem Bergahorn im Höhenwachstum unterlegen. Zur Förderung der Esche gegenüber dem Bergahorn sind deshalb Mischwuchsregulierungen notwendig. Buchen- und Hainbuchen-Naturverjüngung kommt ebenfalls an, ist aber weit weniger stark vertreten als Bergahorn und Esche. Dazu findet man, wenn auch nur vereinzelt oder spärlich, Naturverjüngung von Ulme (Feld- und Flatterulme), Eiche, Linde, Spitzahorn, Robinie, Schwarznuss, Walnuss, Kirsche, Feldahorn, Birke, Weide, Schwarzpappel, Silberpappel und Aspe. Stellenweise vermehrt sich die Robinie reichlich über Stockausschlag und Wurzelbrut.

Ein großes Problem bei der Naturverjüngung besteht darin, dass sie durch die Konkurrenz des starken Strauch-, Gras- und Unkrautwuchses beeinträchtigt wird und ein homogener Aufwuchs oft nicht zustande kommt. Gerade langsamwüchsige Baumarten wie z. B. die Eiche schaffen es nicht, die um Wasser, Nährstoffe und Licht konkurrierende Krautschicht und Strauchschicht schnell genug zu überwinden und gehen unter.

Der geringe Anteil einiger Baumarten in der Naturverjüngung ist auch durch den selektiven Verbiss durch Rehwild verursacht.

### 10.3 TABELLEN ANHANG

**TABELLE A 1: FLÄCHENANTEILE DER BESTANDESTYPEN**

Bestandestyp Nr.	Bestandestyp	Fläche (ha)	Prozent
Bestandestyp ...			
Bestandestyp ...			
Bestandestyp ...			
Bestandestyp ...			
Summe			

**TABELLE A 2: FLÄCHENANTEILE DER BAUMARTEN**

Baumart	Fläche in ha	Prozent

**TABELLE A 3: SCHWELLENWERTE FÜR TOLERIERTE ÜBERFLUTUNGSDAUERN IN DEN ÜBERFLUTUNGSZONEN DER STAUBEREICHE (SPÄTH 2002a)**

Schwellenwerte	Schwellenwert 1 ohne Schäden bis x Tage	Schwellenwert 2 Stammschäden ab x Tagen	Schwellenwert 3 Ausfälle ab x Tagen
<b>Hauptbaumarten</b>			
Bergahorn	16	24	32
Buche	< 8	11	22
Eiche-Alth.	65	nicht beobachtet	nicht beobachtet
Eiche-Stgh.	38	43	nicht beobachtet
Esche	15	23	35
Hainbuche	24	34	35
Kirsche	8	10	17
Linde	23	26	41
Roterle	keine Angabe *)	22	36
Spitzahorn	14	17	29
<b>weitere Baumarten</b>			
Birke	37	nicht beobachtet	48
Feldahorn	33	nicht beobachtet	nicht beobachtet
Kiefer	keine Daten	keine Daten	keine Daten
Platane	45	nicht beobachtet	nicht beobachtet
Robinie	keine Daten	keine Daten	keine Daten
Roskastanie	36	nicht beobachtet	nicht beobachtet
Schwarznuß	38	44	nicht beobachtet
Walnuß	36	nicht beobachtet	nicht beobachtet
Wildobst	33	nicht beobachtet	nicht beobachtet

\*) wegen Überlagerung mit Phytophthora

**TABELLE A 4: AUENWALDSTUFEN FÜR DEN RAUM IFFEZHEIM BIS KARLSRUHE STAND: 09.08.2001**

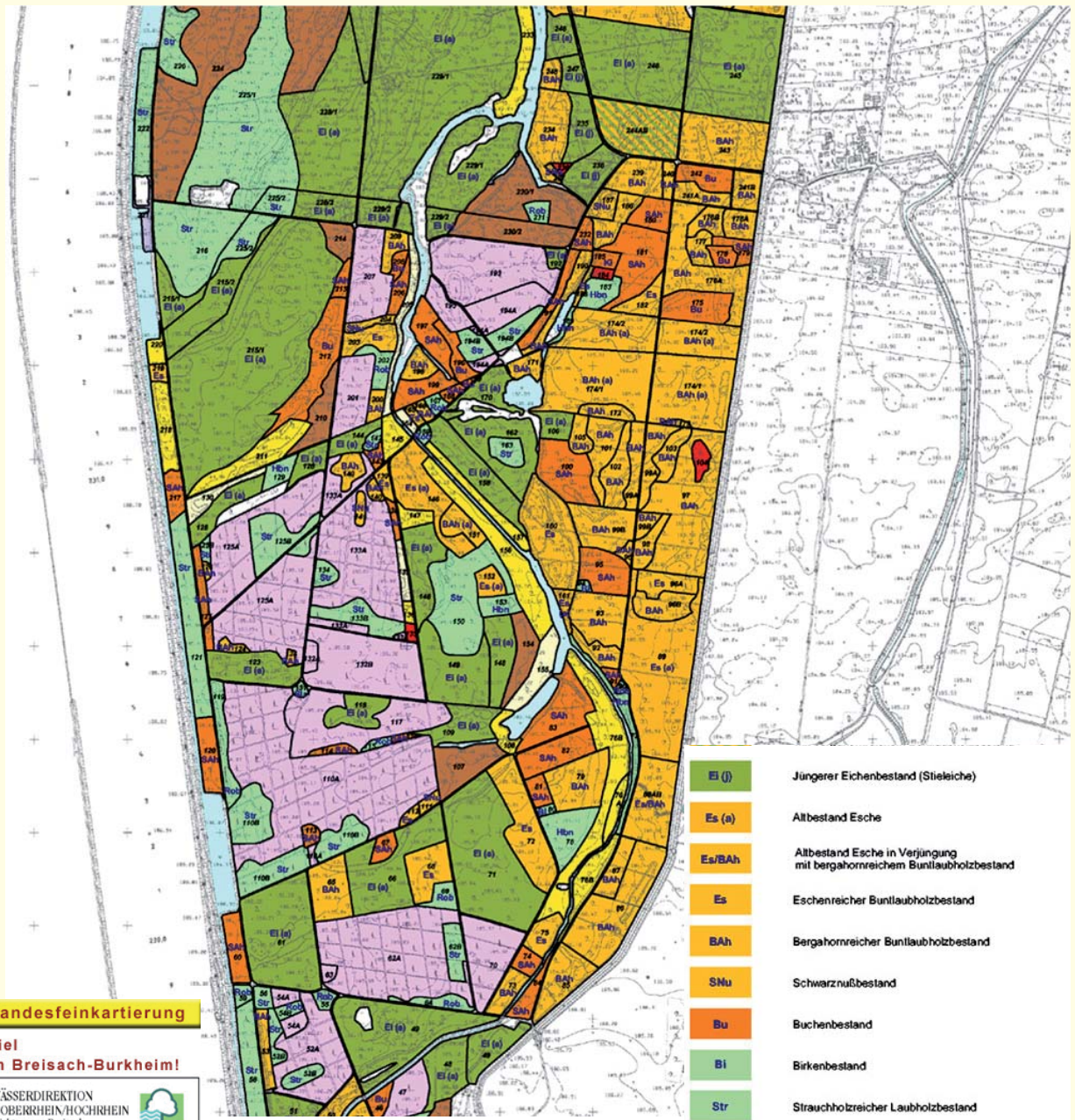
Auenwaldstufen	Pegel Maxau [cm]	Höhen über Mittelwasser [cm]	Überflutungshöhen [cm] <sup>1</sup>	Überflutungsdauer [Tage]			Charakteristische, natürlich vorkommende Baumarten
				max. (für Zeitraum 01.04. – 30.09.)	mittlere	Jahresmittel	
Tiefe Weichholzaue	480 - 540	0 - 60	> 270	> 140	> 60	> 90	SWei
Weichholz-/Hartholz-Übergangsaue <sup>2</sup>	540 - 590	60 - 110	270 - 220	140 - 110	60 - 33	90 - 50	SWei, SiPa, einzelne SEi, UI
Tiefe Hartholzaue	590 - 640	110 - 160	220 - 170	110 - 65	33 - 15	50 - 25	SEi, UI
Mittlere Hartholzaue <sup>3</sup>	640 - 720	160 - 240	170 - 90	65 - 35	15 - 4	25 - 7	Es
Hohe Hartholzaue	720 - 780	240 - 300	90 - 30	35 - 10	4 - 1	7 - 3	BAh
Oberste Hartholzaue <sup>4</sup>	> 780	> 300	30 - 0	< 10	< 1	3 - 1	Bu

Die Werte wurden ermittelt anhand der Auswertung der „WASSERSTANDS-DAUER-BEZIEHUNGEN FÜR DIE PEGEL MAXAU UND PLITTERSDORF FÜR DIE JAHRE 1969 BIS 1999“ (LUDWIG 2001a)

- Überflutungshöhen wurden bestimmt am max. Wasserstand im langjährigen Mittel = ca. 810 cm am Pegel Maxau.
- Zwischen 5,40 m und 5,90 m am Pegel Maxau wird eine „Übergangszone von der Weichholzaue zur Hartholzaue“ ausgeschieden, die bei DISTER (1980, 1983) zur Tiefen Hartholzaue gehört.  
Begründung: Im Bereich der am längsten überfluteten Standorte, auf denen Harthölzer wie Eiche und Ulmen wachsen können, herrschen extreme Standortsbedingungen, die für das Aufkommen von Hartholzauenwäldern lange ungestörte Entwicklungszeiträume erfordern. Die Übergangszone umfasst die von DISTER (1983) ausgewiesene Tiefe Hartholzaue.  
Während DISTER (1983) den Beginn der Tiefen Hartholzaue (Definition 1983) mit dem Auftreten der ersten Harthölzer (Stieleiche, Ulmen) gleich setzt, sieht die FVA den Beginn der Tiefen Hartholzaue (s.o.) gleichbedeutend mit der weitgehend risikofreien flächigen Verjüngung der Stieleiche.
- Die untere Grenze der von der Esche geprägten Mittleren Hartholzauenstufe wird bei einem Wert von im Mittel 15 Überflutungstagen in der Vegetationsperiode angesetzt (bei DISTER 23-27 Überflutungstagen in der Vegetationsperiode).  
Begründung: Nach dem Sommerhochwasser 1999 sind unterhalb von Iffezheim auf Standorten, die länger als ca. 60 Tage (im Mittel 15 Überflutungstage in der Vegetationsperiode) überschwemmt wurden, verstärkt Eschen abgestorben, so dass bei 15 Tagen eine Risikoschwelle anzusetzen ist.
- Die Oberste Hartholzauenstufe wird auf Vorschlag der FVA unter dem Blickwinkel der Übertragung der Auenstufen auf die Retentionsräume südlich von Iffezheim eingeführt, da in diesen Räumen sehr kurz (im Mittel < 1 Tage im Sommer) ökologisch geflutete Standorte in der Fläche häufiger vorkommen.

10.4 KARTEN ANHANG

KARTE 1: BESTANDESFEINKARTIERUNG



**Karte 1: Bestandesfeinkartierung**

Hier am Beispiel  
Rückhalteraum Breisach-Burkheim!

	GEWÄSSERDIREKTION SÜDLICHER OBERRHEIN/HOCHRHEIN Projektgruppe Breisach 79204 Breisach, Hirschenferst. 10a, Telefon: 07567 / 9303-9	
	BÜRO FÜR UMWELTPLANUNG Deibel Koch, Dipl.-Ing. Freier Landschaftsarchitekt Erdprinzenstr. 20, 75223 Niefern-Öschelbronn	
	Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz, BfN Gardlachstr. 2, 77115 Badli, Tel: 07233948940, Fax: 07233948948	Forschung, Ökonomie, Planung E-Mail: info@iln.uni-wuerzburg.de
	<b>UVS Rückhalteraum Breisach-Burkheim</b> Risikoanalyse der Waldbestände Karte 1: Bestandesfeinkartierung	
hier unmasstäblich Maßstab: 1:5.000	Datum: Oktober 2002	
Plan Nr.:	Anlage: Blatt.: 1/1	

**Legende**

20 Bestandsgrenze mit Nummer

Wasserflächen

**Bestandesfeinkartierung**

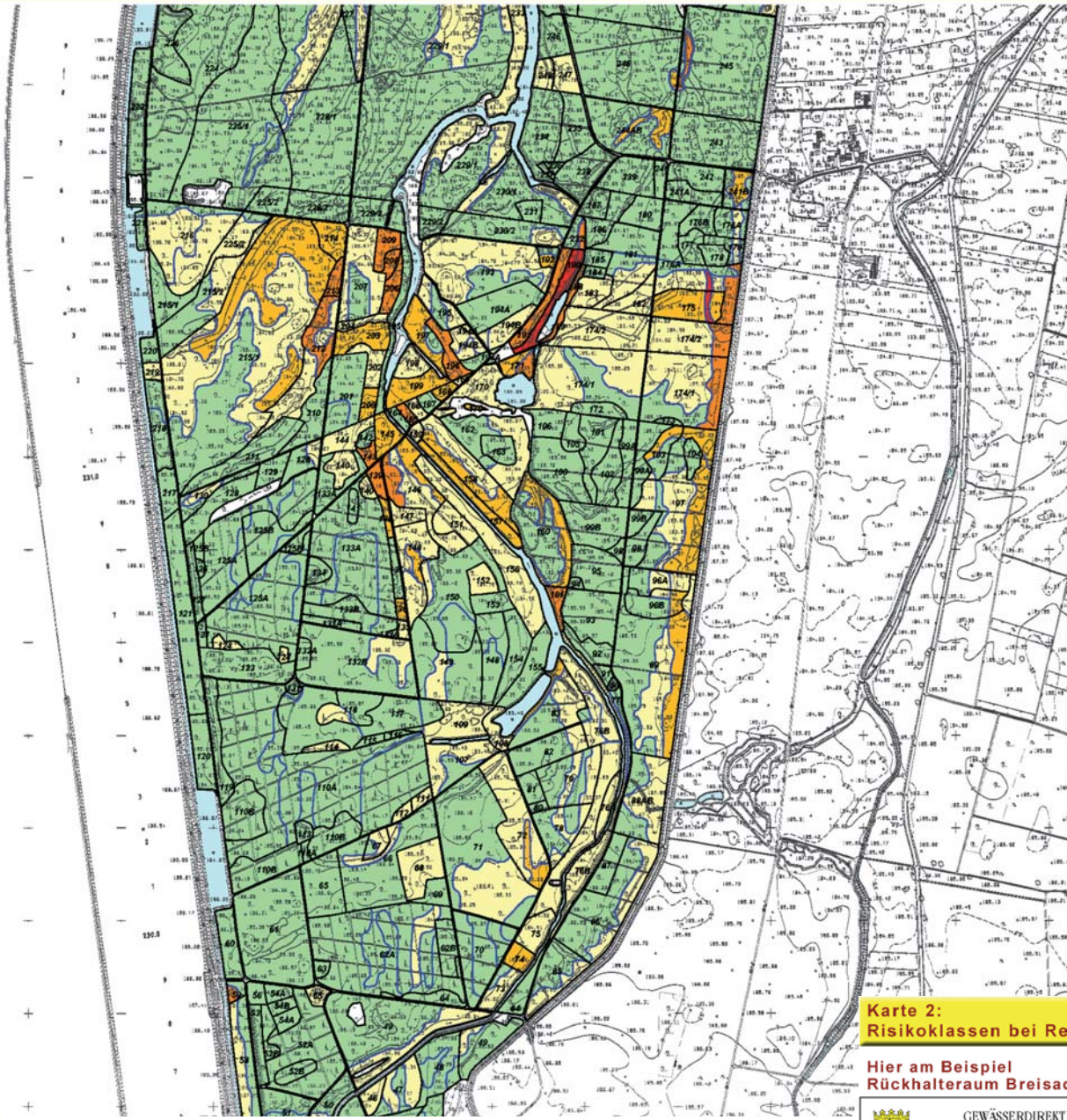
- Altbestand mit hohem Anteil an autochth
- Pappelbestand (Wirtschaftspappel) ohw
- Pappelbestand (Wirtschaftspappel) mit l
- Altbestand Eiche (Stieleiche)
- Altbestand Eiche in Verjüngung mit bergahornreichem Buntlaubholzbest

- Jüngerer Eichenbestand (Stieleiche)
- Altbestand Esche
- Altbestand Esche in Verjüngung mit bergahornreichem Buntlaubholzbestand
- Eschenreicher Buntlaubholzbestand
- Bergahornreicher Buntlaubholzbestand
- Schwarznußbestand
- Buchenbestand
- Birkenbestand
- Strauchholzreicher Laubholzbestand
- Weidenbestand
- Spitzahornbestand
- Schwarzkiefer- und Kieferbestand
- Sonstiger Nadelholzbestand
- Erlenbestand
- Altbestand Bergahorn
- Hainbuchenbestand
- Robinienbestand
- Kirschenbestand

Quelle: Biedmaier 1998 und 2001



KARTE 2: RISIKOKLASSEN BEI RETENTION



Karte 2:  
Risikoklassen bei Retention

Hier am Beispiel  
Rückhalteraum Breisach-Burkheim!

Legende

- 20 Bestandsgrenze mit Nummer
- Abgrenzung der Teilbestände
- Wasserflächen

Risikoklassen bei einem Durchfluss von 320 m³/s

Risikoklasse	Schädigung	Schadensausmaß in %
	Risikoklasse 1 extrem bis sehr stark	> 75%
	Risikoklasse 2 sehr stark bis stark	41% - 75%
	Risikoklasse 3 stark bis mäßig	15% - 40%
	Risikoklasse 4 gering	> 2,5% - 15%
	Risikoklasse 5 sehr gering	≤ 2,5%

GEWÄSSERDIREKTION  
 SÜDLICHER OBERRHEIN/HOCHRHEIN  
 Projektgruppe Breisach  
 75206 Breisach, Kreisstraße 11a, Telefon: 07967 / 9303-0

BÜRO FÜR UMWELTPLANUNG  
 Detlef Koch, Dipl. Ing. Freier Landschaftsarchitekt  
 Erlprinzenstr. 20, 75223 Niefern-Öschelbronn

Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz, BUN  
 Sandbacher, 2, 71815 Bietigheim, Tel.: 072336486-0, Fax: 072336486-88

UVS Rückhalteraum  
 Breisach-Burkheim  
 Risikoanalyse der Waldbestände  
 Karte 2: Risikoklassen 320 m³/s - Vollfüllung

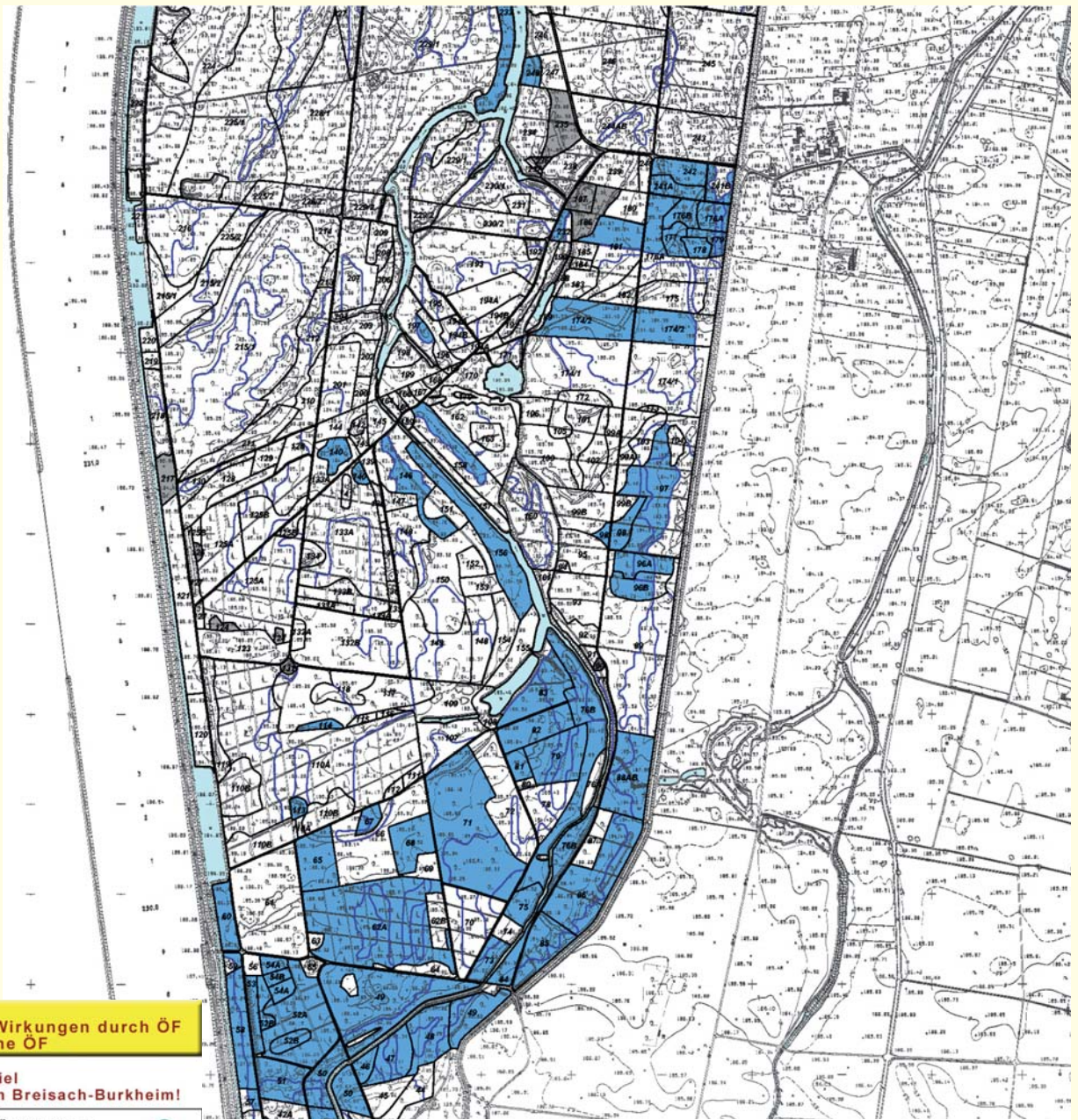
Maßstab: hier unmaßstablich  
 1:5.000

Datum: Dezember 2002

Plan Nr.:

Anlage: Blatt: 1/1

KARTE 3: ZUSÄTZLICHE WIRKUNGEN DURCH ÖF – FLÄCHEN OHNE ÖF








**Karte 3:**  
Zusätzliche Wirkungen durch ÖF  
- Flächen ohne ÖF

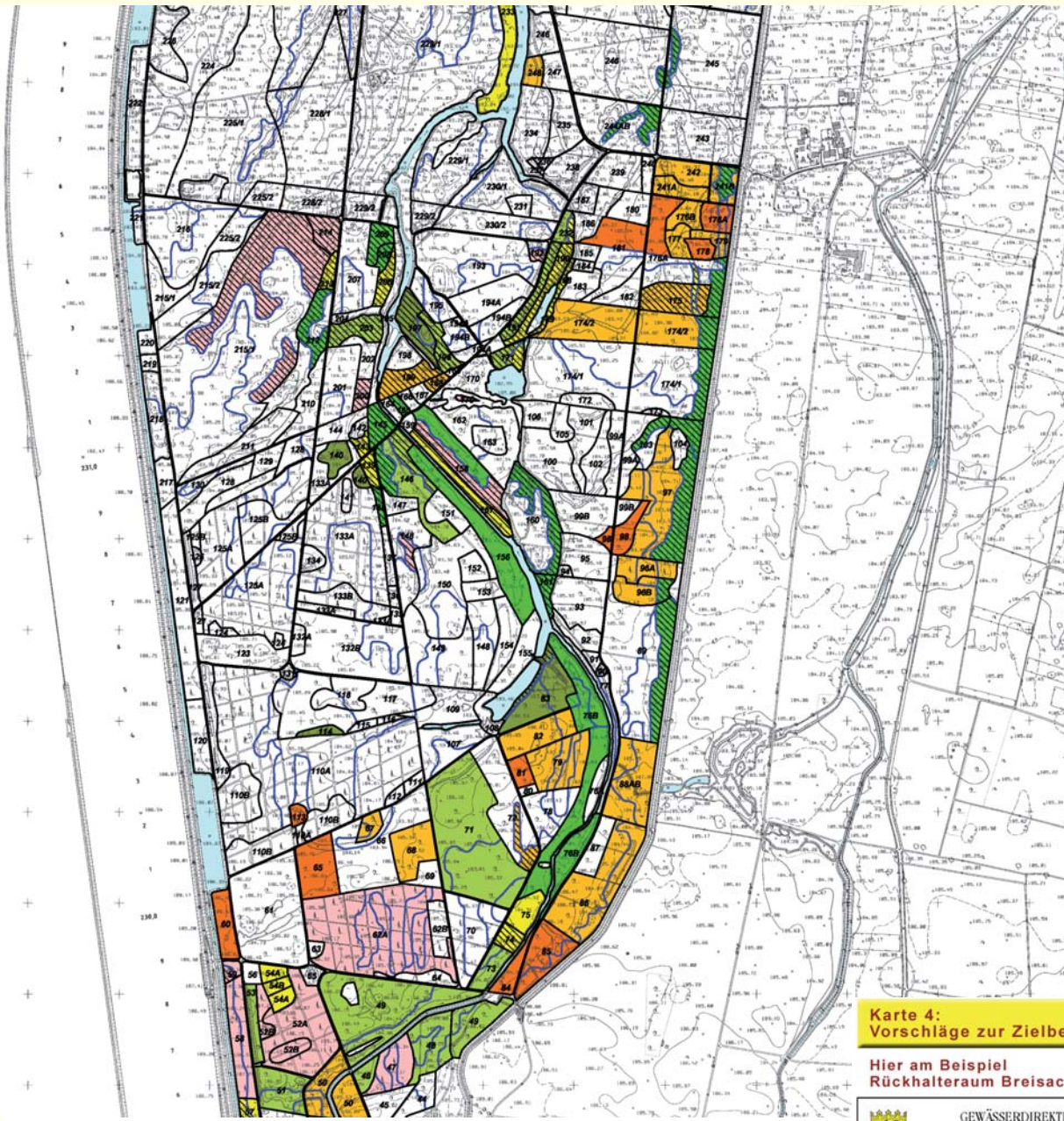
Hier am Beispiel  
Rückhalteraum Breisach-Burkheim!

	GEWÄSSERDIREKTION SÜDLICHER OBERRHEIN/HOCHRHEIN Projektgruppe Breisach 79204 Breisach, Weberstraße 31a, Telefon: 07907 / 9303-9	
	BÜRO FÜR UMWELTPLANUNG Deifel Koch, Dipl.-Ing. Freier Landschaftsarchitekt Erdgrünzstr. 20, 75223 Niefern-Oschelbronn	
	Forschung, Gutachten, Planung E-Mail: info@ilnsw.de	Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz, gGmbH Sandstr. 2, 73115 Röhrl, Tel: 072339486-0; Fax: 072339486-86
	UVS Rückhalteraum Breisach-Burkheim Risikoanalyse der Waldbestände Karte 3: Zusätzliche Wirkungen durch ÖF - Flächen ohne ÖF	
hier unmaßstablich Maßstab: 1:5.000	Datum: Dezember 2002	
Plan Nr.:	Anlage:	Blatt: 1/1

**Legende**

-  Bestandsgrenze mit Nummer
  -  Abgrenzung der Teilbestände bezogen auf die Vollfüllung
  -  Wasserflächen
- Zusätzliche Wirkungen durch Ökologische Flutungen**
-  Bestände mit zusätzlichen Wirkungen durch Ökologische Flutungen
  -  Bestände, die durch Ökologische Flutungen nicht erreicht werden




KARTE 4: VORSCHLÄGE ZUR ZIELBESTOCKUNG



Karte 4: Vorschläge zur Zielbestockung

Hier am Beispiel Rückhalteraum Breisach-Burkheim!

Legende

-  Bestandsgrenze mit Nummer
-  Abgrenzung der Teilbestände bezogen auf die Vollfüllung
-  Wasserflächen

Vorgeschlagene Waldentwicklungstypen

-  Pappeltyp
-  Pappel-Eichentyp
-  Eichentyp
-  Eschentyp
-  Birken-Eichentyp
-  Bergahorn
-  Sukzession
-  Flächen der Risikoklassen 1-3 bei Vollfüllung


**GEWÄSSERDIREKTION SÜDLICHER OBERRHEIN/HOCHRHEIN**  
 Projektgruppe Breisach  
79206 Breisach, Rheinstadler 11b, Telefon: 07167 / 9303-0


**BÜRO FÜR UMWELTPLANUNG**  
 Dittfel Koch, Dipl. Ing. Freier Landschaftsarchitekt  
 Erbprinzenstr. 20, 75223 Niefern-Oschelbronn


**ILN**  
Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz, BfN  
 Sandbachstr. 2, 77815 BfN, Tel: 072239488-0, Fax: 072239488-88

**UVS Rückhalteraum Breisach-Burkheim**  
 Risikoanalyse der Waldbestände  
 Karte 4: Vorschläge zur Zielbestockung

Maßstab: <u>hier unmaßstäblich</u> 1:~5.000	Datum: Dezember 2002
Plan Nr.:	Anlage: Blatt.: 1/1



## VERÖFFENTLICHUNGEN ZUM INTEGRIERTEN RHEINPROGRAMM

### Materialien zum IRP

#### Flutungen der Polder Altenheim (Heft 1 + 2)

Band 3 Landesanstalt für Umweltschutz; 1. Auflage, 1991 EUR 5,-

#### Grundsatzpapier Auenenschutz und Auenrenaturierung

Band 4 Landesanstalt für Umweltschutz, Oberrheinagentur;  
2. unver. Auflage, 1995 EUR 5,-

#### Auswirkungen von Überflutungen auf flussnahe Wasserwerke

Band 6 Landesanstalt für Umweltschutz; 1. Auflage, 1996 EUR 5,-

#### Rahmenkonzept des Landes Baden-Württemberg zur Umsetzung des Integrierten Rheinprogramms

Band 7 Oberrheinagentur Lahr; 1. Auflage, 1996 EUR 8,-

#### Auswirkungen der Ökologischen Flutungen der Polder Altenheim – Ergebnisse des Untersuchungs- programms 1993 – 1996

Band 9 Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein,  
Landesanstalt für Umweltschutz; 1. Auflage, 1999 EUR 13,-

#### Konzeption zur Entwicklung und zum Schutz der südlichen Oberrhein Niederung (Textband und Kartenatlas)

Band 10 Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg/Gewässer-  
direktion Südlicher Oberrhein/Hochrhein;  
1. Auflage, 1999 EUR 25,-

#### Risikoanalyse Wald – Praxisorientierter Leitfaden

Band 12 Regierungspräsidium Freiburg, Abt. Umwelt; 1. Auflage, 2007 EUR 15,-

### Der Oberrhein im Wandel

#### Alte Dämme fitgemacht

Heft 2 Regierungspräsidium Karlsruhe  
2. ver. Auflage, 1993

#### Ökologische Flutungen – Erste Erfolge in den Poldern Altenheim

Heft 6 Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe; 3. unver. Auflage, 1994

#### Gewässerschutz im IRP

Heft 7 Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe; 1. Auflage, 1993

#### Bodenschutz im IRP

Heft 8 Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe; 1. Auflage, 1993

#### Auenrenaturierung – Leitbilder, Ziele und Maßnahmen

Heft 10 Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe; 2. unver. Auflage, 1997

#### Kulturwehr Kehl/Straßburg – Konzeption der binnenseitigen Anpassungsmaßnahmen

Heft 12 Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Offenburg;  
1. Auflage, 1994

#### Landschaftsentwicklungskonzept Kulturwehr Kehl/Straßburg

Heft 13 Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Offenburg;  
1. Auflage, 1994

#### Polder Söllingen/Greffern

Heft 14 Oberrheinagentur Lahr; 2. Auflage, 1995

### Sonstige Broschüren und Faltblätter

#### Das Integrierte Rheinprogramm – Hochwasserschutz und Auenrenaturierung am Oberrhein

Umweltministerium Baden-Württemberg; 2. überarb. Auflage, 2007  
(Bezug: Regierungspräsidium Freiburg, Abt. Umwelt)

#### Hochwasservorsorge – Alle sind gefordert (Faltblatt)

Ministerium für Umwelt und Verkehr; 1. Auflage, Stuttgart 2003

#### Hochwasser-Rückhalteraum Elzmündung (Faltblatt)

Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein; 1. Auflage, 2002

#### Hochwasser-Rückhalteraum Weil – Breisach (Faltblatt)

Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein; 1. Auflage, 2002

#### Pumpwerk Kehl/Goldscheuer

Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein; 1. Auflage 1998

#### Hochwasserrückhalteraum Kulturwehr Breisach (Faltblatt)

Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein; 2. bearb. Auflage, 2004

#### Die Auswirkungen der Ökologischen Flutungen der Polder Altenheim

Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein; 1. Auflage, 2000

#### Das Kulturwehr Kehl/Straßburg und die Polder Altenheim (Faltblatt)

Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein; 1. Auflage, 2000

#### Hochwasserrückhalteraum Breisach/Burkheim (Faltblatt)

Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein; 1. Auflage 2004

#### Fragen und Antworten zum Integrierten Rheinprogramm

Regierungspräsidium Freiburg, Abt. Umwelt; 2. überarb. Auflage, 2007

#### Der Polder Rheinschanzinsel (Faltblatt)

Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein

#### Der Polder Söllingen/Greffern (Faltblatt)

Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein; 1. Auflage, 2004

### Videofilme und digitale Datenträger

#### Das Integrierte Rheinprogramm (Videofilm)

Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein; 1997 EUR 15,-

#### Symposium „Das Integrierte Rheinprogramm im Jahr 2000 – Hochwasserschutz von Europäischem Standard“ (CD-ROM)

Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein; 2000 EUR 5,-

### Weitere Informationen unter

[www.rp-freiburg.de](http://www.rp-freiburg.de)  
[www.rp-karlsruhe.de](http://www.rp-karlsruhe.de)



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG