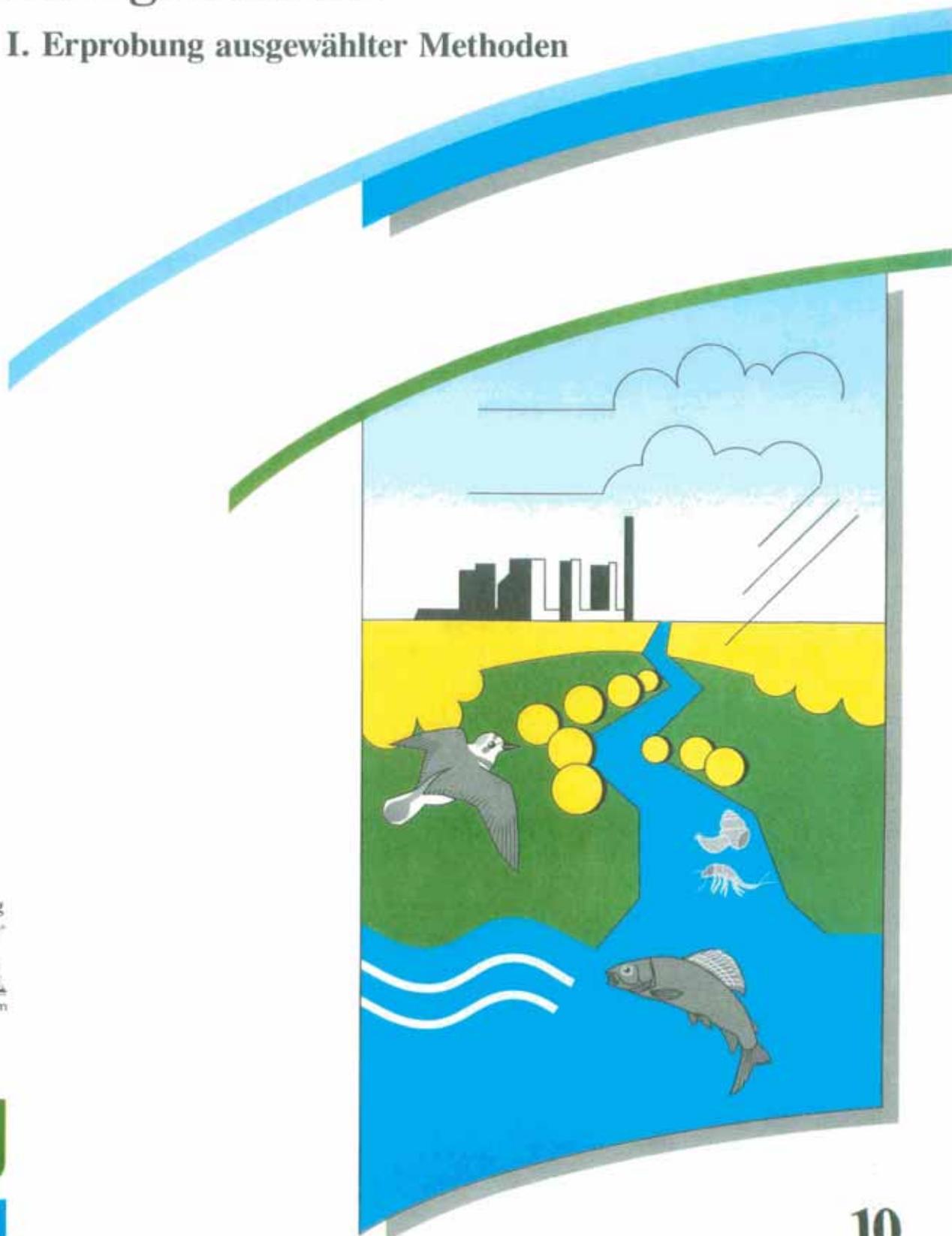


## Handbuch Wasser 2

# Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern

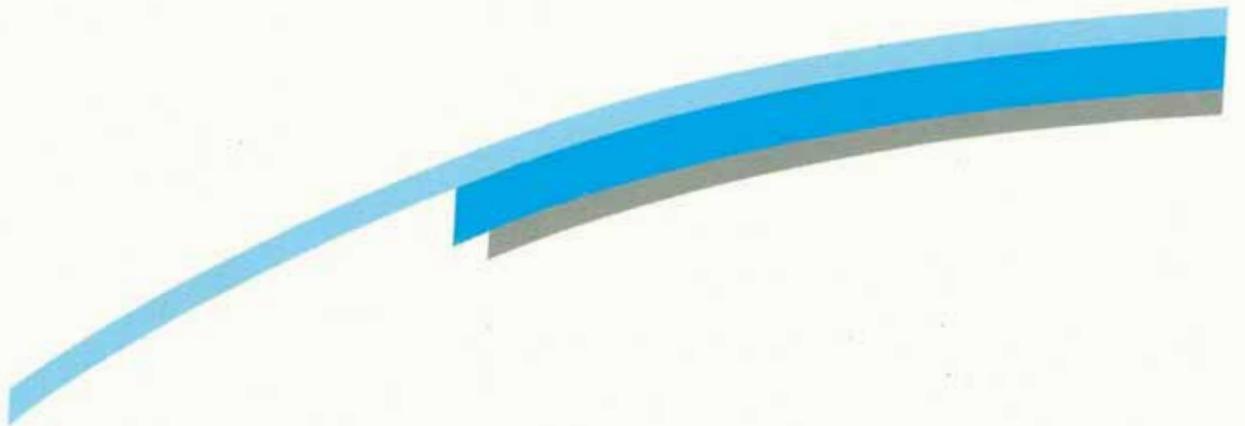
## I. Erprobung ausgewählter Methoden



## **Handbuch Wasser 2**

# **Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern**

### **I. Erprobung ausgewählter Methoden**



## **Impressum**

- Herausgeber:** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg  
Griesbachstraße 1, 76185 Karlsruhe
- ISSN** 0941-780X (Zentraler Fachdienst Wasser, Boden, Abfall, Altlasten bei der  
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg)
- ISSN** 0946-0675 (Handbuch Wasser 2)
- Projektleitung:** Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Offenburg
- Bearbeitung:** Büro für Landschaftsentwicklung M. Kretz, Vogtsburg i.K.
- Redaktion:** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg  
Abteilung 4 Wasser, Sachgebiet 41.2
- Fotos:** Abb. 1,2,3,5 - LfU, Sachgebiet 41.2  
Abb. 4,6 - 31,33 - 44 - M. Kretz  
Abb. 32 - B. Walser
- Kartenausschnitte:** Verwendung genehmigt vom Landesvermessungsamt Baden-Württemberg  
unter Aktenzeichen 5.13/1066
- Druck:** E. Kurz & Co., Druckerei + Reprographie GmbH, Stuttgart
- gedruckt auf:** 100% Recyclingpapier, 80 g/m<sup>2</sup>;  
Umschlagkarton aus 100% Altpapier, 250 g/m<sup>2</sup>

Nachdruck - auch auszugsweise - nur unter Quellenangabe und Überlassung von  
Belegexemplaren gestattet.

Stuttgart, März 1994

**G**ewässer sind Lebensadern unserer Landschaft. Sie prägen wesentlich den Naturhaushalt und das Landschaftsbild; die Entwicklung der Kulturlandschaft ist eng verbunden mit dem Ausbau der Gewässer.

Der Umfang menschlicher Eingriffe nahm mit fortschreitender Industrialisierung, insbesondere nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges erheblich zu. Naturnahe Gewässer und Auen sind mittlerweile selten geworden. Ausgebaute Gewässer können ihre Funktionen im Ökosystem größtenteils nicht mehr erfüllen. Lebensräume für Tiere und Pflanzen gingen verloren, zahlreiche an Gewässer und Feuchtgebiete gebundene Arten sind vom Aussterben bedroht.

Die naturnahe Entwicklung der Gewässer und Auen ist eine Schwerpunktaufgabe der Umweltpolitik des Landes Baden-Württemberg. Sie bedarf der Unterstützung aller Beteiligten. Voraussetzung für zielgerichtetes Handeln sind fundiertes fachliches Wissen und Engagement.

In dieser Schriftenreihe werden im Rahmen des Zentralen Fachdienstes bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Arbeitshilfen zur naturnahen Entwicklung, Unterhaltung und Umgestaltung der Gewässer und Auen herausgegeben. Die Arbeitsmaterialien, vom Sachgebiet Wasserbau und Gewässerpflege in Zusammenarbeit mit zahlreichen Fachleuten innerhalb und außerhalb der Wasserwirtschaftsverwaltung erarbeitet und zusammengestellt, richten sich an Behörden, Planer und Betroffene gleichermaßen.

Seit einigen Jahren treten entlang der Gewässer verwilderte Zier- und Nutzpflanzen auf, die durch ihr zum Teil massives Vorkommen an Gewässern und in Auen zu einem Problem für die Gewässerunterhaltung und die Verhältnisse am Gewässer geworden sind. Insbesondere der Japan-Knöterich (*Reynoutria japonica*) beherrscht in bestimmten Regionen des Landes die Vegetation an Fließgewässern in dominanter Weise. Die daraus resultierenden nachteiligen Folgen waren Anlaß für ein vom Umweltministerium Baden-Württemberg finanziertes und beim Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Offenburg durchgeführtes Untersuchungsprogramm zur Kontrolle dieses Neubürgers. Der vorliegende Statusbericht dokumentiert die Ergebnisse der praktischen Untersuchungen des Amtes (Bearbeitung: Büro für Landschaftsentwicklung M. Kretz), um damit möglichst effiziente Hinweise zur Kontrolle des sich weiter ausbreitenden Japan-Knöterichs zu vermitteln. Konkrete Erkenntnisse sollen für die wissenschaftliche Diskussion vorgestellt, das Problembewußtsein von Öffentlichkeit und Verwaltung soll geschärft werden. Zu einem späteren Zeitpunkt sollen auch Ergebnisse der begleitenden Grundlagenforschung der Universität Hohenheim zur Biologie und Ökologie des Japan-Knöterichs veröffentlicht werden.

Umweltministerium  
Baden-Württemberg  
Stuttgart

Landesanstalt  
für Umweltschutz  
Baden-Württemberg  
Karlsruhe

Regierungspräsidium  
Freiburg

Amt für  
Wasserwirtschaft und  
Bodenschutz  
Offenburg

im März 1994



<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	6
1.1	Neophyten - Definition und Problematik .....	6
1.2	Projektbeschreibung .....	6
<b>2</b>	<b>Neophytische Knöterich-Arten in Baden-Württemberg</b> .....	7
2.1	Arten, Herkunft, Standortansprüche .....	7
2.2	Bedeutung der Fließgewässerbereiche als Standorte für neophytische Knöterich-Arten .....	9
2.3	Verbreitung neophytischer Knöterich-Arten an Fließgewässern in Baden-Württemberg.....	10
<b>3</b>	<b>Praktische Untersuchungen zur Kontrolle des Japan-Knöterichs in der Ortenau</b> .....	12
3.1	Räumliche Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet.....	12
3.2	Verbreitung, Verhalten, Schadwirkungen und Variabilität des Japan-Knöterichs im Untersuchungsgebiet .....	12
3.3	Umfang, Inhalte und Methoden der durchgeführten Untersuchungen .....	20
3.3.1	Dauerbeobachtungsflächen .....	21
3.3.1.1	Maßnahmen Mahd/Schlegeln.....	21
3.3.1.2	Herbizid-Anwendung .....	24
3.3.1.3	Ätzende und thermische Verfahren .....	28
3.3.1.4	Pflanzmaßnahmen.....	29
3.3.2	Projektstudien .....	30
3.3.2.1	Ingenieurbioologische Bauweisen.....	30
3.3.2.2	Beweidung .....	32
3.3.2.3	Maschinelle Verfahren .....	34
3.3.2.4	Kompostierungstechniken zur Sanierung rhizombelasteter Böden .....	37
3.4	Sonstige Lösungsansätze und Aktivitäten .....	40
3.4.1	Infrarot-Bestrahlung.....	40
3.4.2	Ausgraben der Rhizome .....	40
3.4.3	Ausreißen der Rhizome.....	40
3.4.4	Weitere Aktivitäten und Vorschläge.....	41
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b> .....	42
	Glossar.....	45
	Literaturverzeichnis .....	46
	<b>Anhang:</b>	
	Lage der Dauerbeobachtungsflächen.....	50
	Wachstumsbeobachtungen.....	57
	<b>Anlage:</b>	
	Verbreitungskarte neophytischer Knöterich-Arten an Fließgewässern in Baden-Württemberg	

## 1 Einführung

### 1.1 Neophyten - Definition und Problematik

Als Neophyten oder Neoadventive werden Pflanzenarten bezeichnet, die nach dem Jahr 1500 nach Europa eingewandert bzw. eingeführt worden sind (z.B. alle amerikanischen Arten). Die Wende vom 15. zum 16. Jahrhundert wurde als zeitliche Trennlinie zwischen Archaeophyten (in prähistorischer Zeit eingewanderte Arten) und Neophyten definiert, weil mit der Entdeckung Amerikas und der nachfolgenden Intensivierung des weltweiten Handels ein neuer Abschnitt in der Einführung fremdländischer Arten beginnt (KOWARIK 1985).

Die Neophyten sind zum Forschungsgegenstand der Vegetationskunde und der Ökologie geworden, weil Folgen dieser wohl irreversiblen Einschleppung für die ursprünglichen Pflanzengemeinschaften und Standorte verstärkt zu beobachten waren und die Mechanismen der Einbürgerung noch teilweise unbekannt sind. Einzelne neophytische Arten erzielen große Ausbreitungserfolge aufgrund ihrer artspezifischen Eigenschaften. Die Zusammensetzung der angestammten Vegetation wird verändert, weniger vitale oder anspruchsvollere Arten werden verdrängt, an die die jeweilige Biozönose<sup>\*)</sup> gebunden ist. In der Folge kann es zu einer Verringerung der Artenvielfalt kommen, Bastardbildungen sind anzunehmen. Spezielle nachteilige Folgen des Japan-Knöterichs sind im Kap. 3.2 dargestellt. Der neophytische Japan-Knöterich ist gegenwärtig in vielen europäischen Ländern verbreitet (BRYX & JANECKI 1989, HAJDUK 1970, IZCO 1974, PALMER 1990 u.a.). In der Bundesrepublik sind Vorkommen aus nahezu allen Bundesländern bekannt (z.B. BRANDES 1981, WALTER 1989, WITTENBERGER 1977). Insgesamt ist das Verhalten des Japan-Knöterichs noch wenig bekannt, gerade hinsichtlich seiner Vorkommen in den sensiblen Fließgewässerbereichen.

### 1.2 Projektbeschreibung

Beim Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz (WBA) Offenburg wurden seit 1990 der Japan-Knöterich (*Reynoutria japonica*), seine Fortpflanzungsstrategie und eventuelle Kontrollmethoden systematisch untersucht und dokumentiert. Teil dieser Untersuchungen war die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen im Herbst 1991. Nach dem Dezember-Hochwasser 1991 konnte dort die Entstehung typischer Japan-Knöterich-Schadbilder nachvollzogen und dadurch der hohe Anteil von Reynoutria-bedingten Schäden abgeschätzt werden, die bisher in keinen Zusammenhang zu der Pflanze gesehen wurden. Im Frühjahr 1992 wurde daraufhin beim WBA Offenburg mit den Vorbereitungen zur Vergabe eines umfassenden und praxisbezogenen Untersuchungsprogrammes von Kontrollmethoden des Japan-Knöterichs begonnen, dessen Durchführung dem Ingenieurbüro für Landschaftsentwicklung M. Kretz und Mitarbeitern des Amtes übertragen wurde. Der Zeitrahmen dieser Untersuchung umfaßte 18 Monate (01.06.1992 - 30.11. 1993). Mittel wurden vom Umweltministerium Baden-Württemberg und vom Regierungspräsidium Freiburg bereitgestellt. Die Ergebnisse dieses Programmes sind in dem hier vorliegenden Teil I des Berichtes dokumentiert.

Ein wissenschaftliches Begleitprogramm zur Biologie und Ökologie des Japan-Knöterichs führt gegenwärtig das Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim durch. Ziel des Vorhabens sind Erkenntnisse für die praktische Bekämpfung des Japan-Knöterichs an Fließgewässern. Dieses Begleitprogramm wird im November 1994 beendet werden. Mittel wurden ebenfalls vom Umweltministerium Baden-Württemberg zur Verfügung gestellt.

<sup>\*)</sup> unterstrichene Begriffe werden im Glossar erklärt

## 2 Neophytische Knöterich-Arten in Baden-Württemberg

### 2.1 Arten, Herkunft, Standortansprüche

Derzeit sind im Bereich der Fließgewässer folgende neophytische mehrjährige Knöterich-Arten bekannt: *Reynoutria japonica* (Japan-Knöterich), *Reynoutria sachalinensis* (Sachalin-Knöterich), *Polygonum wallichii* (Himalaya-Knöterich). Noch nicht hinreichend geklärt ist das Vorkommen von Bastardformen, wie sie in England und Böhmen untersucht und beschrieben worden sind (z.B. BAILEY 1988); spezifische Ergebnisse zu diesem Thema sollen in Teil II des Berichts dargestellt werden. Zwischenergebnisse lassen auf relativ vielfältige Bastardformen schließen. Im folgenden sollen die wesentlichen Merkmale der genannten Knöterich-Arten und der derzeitige Kenntnisstand über ihr Verhalten kurz skizziert werden:

#### *Reynoutria japonica* HOUTT. (Japan-Knöterich)

**Synonyme:** *Polygonum cuspidatum* SIEB. et ZUCC.; *Pleuropterus cuspidatus* (SIEB. et ZUCC.) H. GROSS; *Tiniaria japonica* (HOUTT.) HEDBERG; Japanischer Staudenknöterich, Spitzblättriger Knöterich. Vor kurzem wurde die aktuelle botanische Bezeichnung *Fallopia japonica* (HOUTT.) RONSE DECRAENE festgelegt. *Nomenklatur nach ZENTRALSTELLE FÜR FLORISTISCHE KARTIERUNG (1993), STACE (1991).*

Der Japan-Knöterich stammt aus Japan und weiteren Gebieten Ostasiens, er wurde um 1825 als Zier-, Futterpflanze und zur Bienenweide nach Europa eingeführt. Zur Physiologie und Morphologie dieser Art wurden aktuell Studien veröffentlicht, um die partiell noch unzureichende Kenntnis auszugleichen (SUKOPP & SCHICK 1991, 1992, 1993).

Die Wuchsform ist buschig-aufrecht, der Sproß ist reich verzweigt, die Wuchshöhe wird mit 100 - 300 cm angegeben. Die Stengel wachsen in der Regel zu



Abb. 1: Japan-Knöterich (*Reynoutria japonica*)

mehreren dicht zusammen, sie sind gelblich-grün, oft rot überlaufen, knotig gegliedert (Name!), oberwärts buschig verzweigt. Der typische Wurzelstock ist kriechend, lange Ausläufer (Rhizome) sind charakteristisch. Der Blütenstand ist rispenartig verzweigt, blattachselständig, die Blüten selbst sind klein, in Knäuel zu 2 - 4, die Blütenfarbe ist weißlich, die Pflanze ist zweihäusig. Die Blütezeit ist der Sommer von Juli - September. Die Frucht ist eine dreiseitige Nuß, bis 4 mm lang, die drei äußeren Blütenhüllblätter sind zur Fruchtzeit breit geflügelt. Die gestielten Blätter sind derb-lederartig, kahl, 5 - 20 cm lang, 5 - 10 cm breit, dreieckig-eiförmig, am Grunde meist gestutzt, vorne plötzlich zugespitzt, oberseits mehr oder weniger wintergrün, unterseits seegrün.

Der Japan-Knöterich besitzt eine sehr weite ökologische Amplitude, d.h. er ist relativ anspruchslos, er besiedelt Bereiche von trockenen Kiesböden bis nasse, nitratreiche Böden. Er soll vorwiegend nasse, grundwassernahe, zeitweise überflutete, nährstoffreiche, meist kalkarme, tonige Kies- und Schotterböden bevorzugen. Voll belichtete Standorte werden präferiert, er kann aber auch noch im Halbschatten gedeihen. Sein Vorkommen ist gegenwärtig zu finden besonders an Ufern, im Saum von Weiden- und Erlengebüschen, von der Ebene bis vereinzelt in montane Regionen. Seine Verbreitungsschwerpunkte sind Fließgewässerrufer, Ruderalstandorte, Böschungen, z.T. sogar in Wäldern. Der Japan-Knöterich ist in Baden-Württemberg mehr oder weniger flächendeckend vertreten (vorwiegend in kleineren Beständen).

Seine Verbreitung speziell an Fließgewässern ist allerdings auf bestimmte Regionen des Landes konzentriert (vgl. Kap. 2.3).

Die relativ großen Ausbreitungserfolge sind auf das starke Rhizomwachstum (Polykormonbildung) und die gute Austriebsfähigkeit zurückzuführen. Das Verhalten der Art in Europa wird als aggressiver als in der Heimat beschrieben (SCHULDES & KÜBLER 1990; SEBALD, SEYBOLD & PHILIPPI 1990, OBERDORFER 1979).

**Reynoutria sachalinensis (F. SCHMIDT PETROP. ex MAXIM.) NAKAI (Sachalin-Knöterich)**

**Synonyme:** *Polygonum sachalinense* F. SCHMIDT PETROP.; *Pleuropterus sachalinensis* (F. SCHMIDT PETROP.) MOLDENKE; *Tiniaria sachalinensis* (F. SCHMIDT PETROP.) JANCHEN; neuerdings: **Fallopia sachalinensis (F. SCHMIDT PETROP.) RONSE DE-CRAENE**. *Nomenklatur nach ZENTRALSTELLE FÜR FLORISTISCHE KARTIERUNG (1993), STACE (1991).*

Der Sachalin-Knöterich wurde 1869 als Zier- und Futterpflanze aus Sachalin (Ostasien) eingeführt. Die Wuchsform ist aufrecht, die Wüchsigkeit ist stärker als bei *Reynoutria japonica*, durch Ausläuferbildung ergibt sich in der Regel ein locker horstförmiger Bestand. Die wenig bis mäßig verzweigten Sprosse wachsen straff aufrecht mit schräg aufrechten Seitenästen und erreichen dadurch eine Höhe von über 4,0 m. Die Seitenäste hängen bogig über. Die Blüte und die Blütezeit entsprechen annähernd der des Japan-Knöterichs. Die Frucht ist ebenfalls geflügelt. Das Blatt ist kurzgestielt, eiförmig-länglich, ca. 1,5 - 2mal so lang wie breit, in eine stumpfe Spitze verschmälert oder seltener mit abgesetzter Spitze. Es ist oberseits sommergrün, besonders im Austrieb nicht flach. Die unteren Blätter sind sehr groß (max. 45 cm lang, 28 cm breit), ihre Spreite ist am Grund stets deutlich herzförmig und beiderseits - vor allem auf den Adern und unterseitig stärker als oberseitig - deutlich mit zahlreichen Härchen besetzt. Zum Sproßende hin werden die Blätter nur mäßig kleiner, mit weniger deutlich herzförmigem Grund und abnehmender Behaarung. Die Spreiten



Abb. 2: Sachalin-Knöterich (*Reynoutria sachalinensis*)

der letzten obersten Blätter können deutlich und Übergangslos kleiner mit mehr oder weniger gestutztem Grund sein, aber selbst sie sind nie völlig kahl. Die Standortansprüche des Sachalin-Knöterichs sind denen des Japan-Knöterichs vergleichbar, beide Arten sind oft vergesellschaftet, zahlenmäßig ist der Sachalin-Knöterich allerdings seltener. Die Ausbreitungserfolge dieser Art sind geringer, ebenso die Verdrängungskraft am Standort. Er kommt besonders in der Rheinebene vor, in anderen Landesteilen sind nur sehr zerstreute Bestände bekannt, die in Höhenlagen von ca. 90 m üNN bis etwa 700 m üNN zu finden sind. Japan- und Sachalin-Knöterich können offensichtlich einen fruchtbaren Bastard bilden, der nach SCHMITZ & STRANK (1985) *Reynoutria x vivax*, nach STACE (1991) *Fallopia x bohémica* (CHRTEK & CHRTKOVA) J. BAILEY bezeichnet wird. Dieser Bastard ist z.Z. noch nicht eingehend untersucht und beschrieben, Bemühungen hierzu sind angestrengt.

***Polygonum wallichii* GREUTER & BURDET (Himalaya-Knöterich)** *Nomenklatur nach STACE (1991)*

Diese neophytische Knöterich-Art ist gegenwärtig sehr selten, sie ist in der einschlägigen Literatur bisher kaum beschrieben (HESS et al. 1976; BRANDES 1989).

**Synonyme:** *Polygonum polystachya* (WALLICH ex MEISSNER) GROS non OPITZ; *Polygonum polystachyum* WALLICH ex MEISSNER.



Abb. 3: Himalaya-Knöterich (*Polygonum wallichii*)

Der Himalaya-Knöterich stammt aus Asien, er erreicht Wuchshöhen von 1 - 2 m, die Blüte ist eine ausgebreitete Rispe, die Blütenfarbe ist weiß, die Blütezeit dauert von August - September. Das Blatt ist bis zu 30 cm lang, am Grund pfeil- oder herzförmig. Die Nebenblatt-scheiden sind mehr oder weniger kahl, die oberen sind oft länger als die Internodien. *Polygonum wallichii* ist als Gartenpflanze verwildert, sein Verhalten ist bisher nicht eingehend beobachtet. Standorte sind in der kollinen Stufe Schuttplätze, in Hecken, an Böschungen, in Wäldern und im Uferbereich. Vorkommen sind bekannt in der Schweiz und in der Bretagne. In Baden-Württemberg ist bisher ein einzelnes Vorkommen an der Glotter (Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald) bekannt.

## 2.2 Bedeutung der Fließgewässerbereiche als Standorte für neophytische Knöterich-Arten

In Baden-Württemberg sind Auen und Fließgewässerrufer mit die wichtigsten Standorte der genannten neophytischen Knöterich-Arten. Gründe hierfür sind die artspezifisch hohen Feuchtigkeitsansprüche, die in diesen Bereichen fast dauernd befriedigt werden sowie die ganzjährige gute Nährstoffversorgung und das Überdecken mit Überschwemmungssubstrat, das sogar die Wachstumsaktivitäten der Knöterich-Rhizome und des Aufwuchses fördern soll. Weiterhin sind durch die Dynamik des Wasserabflusses sehr oft Möglichkeiten für die Knöterich-Arten gegeben, an neu entstandenen offenen Uferpartien Fuß zu fassen (Abbrüche, Anlandungen); an



Abb. 4: Japan-Knöterich-Jungpflanze aus Rhizomfragment

Uferböschungen werden relativ häufig bauliche Eingriffe durchgeführt, die ebenfalls neue Ansatzpunkte schaffen (auch bei Gewässerrenaturierungen!). Neue Knöterich-Bestände entstehen durch verdriftete Rhizomstücke, die neu austreiben und wiederum ihrerseits neues Wachstum einleiten. Der Abriß von Rhizomstücken erfolgt mutmaßlich rasch durch die natürliche Dynamik des fließenden Wassers generell und im besonderen bei Hochwasserereignissen. An naturfernen Gewässerabschnitten besteht zudem für Neophyten keine Konkurrenz durch heimische gewässerbegleitende Pflanzen (fehlende Gehölzsäume), Fließgewässer bieten ein "ungestörtes" durchgehendes Kontinuum von montanen bis zu Tieflandbereichen zur Verbreitung von Pflanzen und Pflanzenteilen an. In der Gewässerunterhaltung werden streckenweise Mäharbeiten durchgeführt, die - bei ungünstigen Umständen - die Verbreitung zusätzlich unterstützen können, indem in das Gewässer gefallene Rhizomteile, angelandet, neu bewurzeln können.

### 2.3 Verbreitung neophytischer Knöterich-Arten an Fließgewässern in Baden-Württemberg

Um einen Überblick über die allgemeine Bestandssituation neophytischer Knöterich-Arten an baden-württembergischen Fließgewässern zu erarbeiten, wurde von der Landesanstalt für Umweltschutz (Sachgebiet 41.2 - Wasserbau und Gewässerpflege) eine Ad-hoc-Befragung von mit dem Thema vertrauten Mitarbeitern der Ämter für Wasserwirtschaft und Bodenschutz und weiterer sachkundiger Personen in einzelnen Gemeindeverwaltungen und Fachbüros durchgeführt (Stadtverwaltung Eberbach, Büro Merz & Plessing/Heidelberg; G. Schuwald/Merdingen; P. Bauer/Lörrach; Gesellschaft für Hydrologie und Geowissenschaften/Buchenbach; Büro für Landschaftsentwicklung M. Kretz/Vogtsburg i.K.; Universität Hohenheim). Ergänzend wurden auch Angaben aus zugänglicher Literatur entnommen (SCHWABEKRATOCHWIL 1986; SEBALD, SEYBOLD & PHI-

LIPPI 1990; SCHULDES & KÜBLER 1990; Biotopkartierung LfU, Ref. 25; WBA OFFENBURG 1991).

Eine aufwendige und flächendeckend detaillierte Erhebung konnte nicht durchgeführt werden, insofern ist damit zu rechnen, daß nicht alle Vorkommen an Fließgewässern in dieser Befragung vollständig dargestellt sind. Zukünftig müssen neu entdeckte Bestände in fortgeschriebenen Auflagen der hier beiliegenden Verbreitungskarte Berücksichtigung finden.

Zweck dieser Ad-hoc-Erfassung ist die Herausarbeitung der Verbreitungsschwerpunkte an Fließgewässern, um als Diskussionsgrundlage Informationen für Unterhaltungsmaßnahmen im überörtlichen Rahmen bieten zu können. Mit der Karte sollte auch das Problembewußtsein in Verwaltung und Öffentlichkeit gefördert werden. Gleichzeitig sollte der aktuelle Stand der Verbreitung damit dokumentiert sein, um weitere zukünftige Ausbreitungstendenzen grob abschätzen zu können.

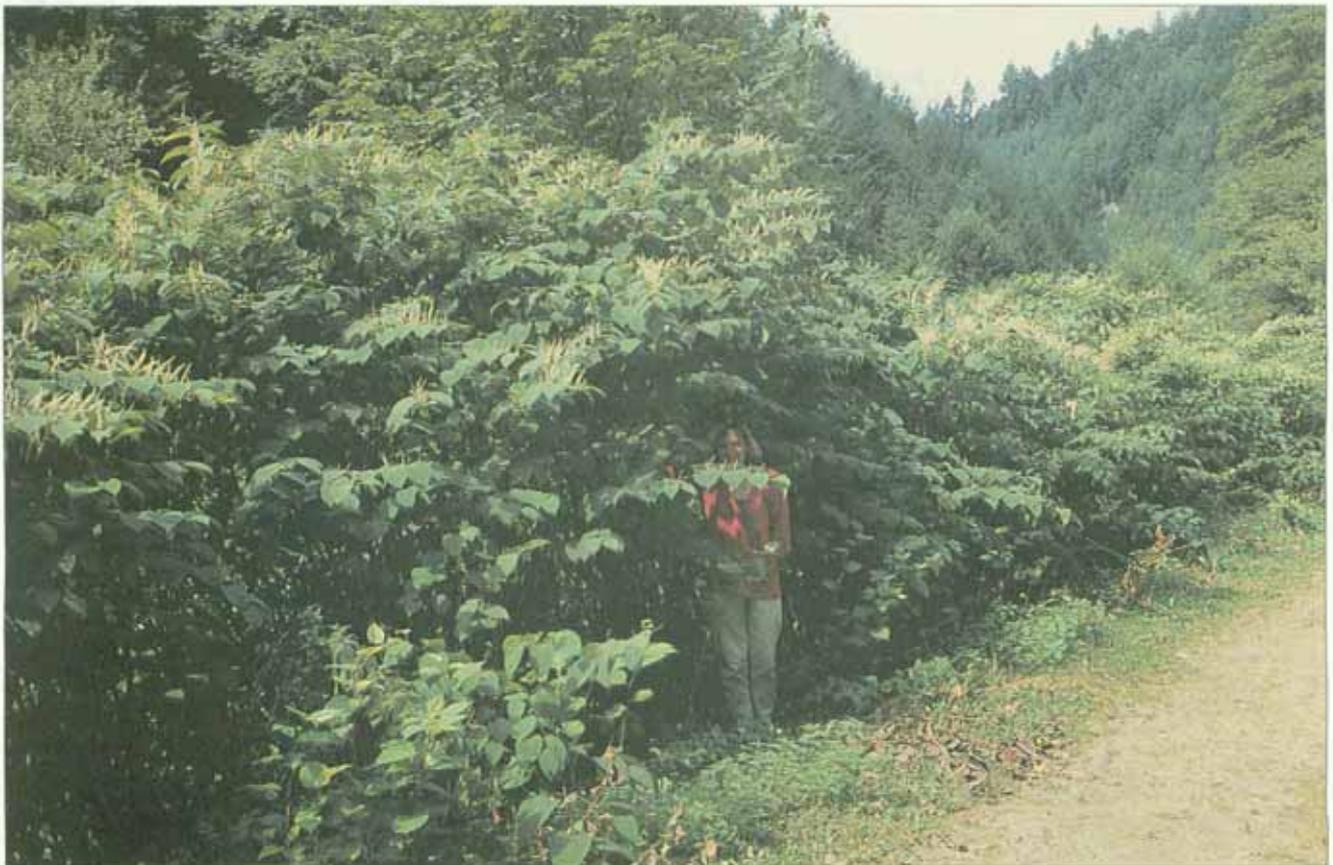


Abb. 5: Starkes Aufkommen des Japan-Knöterichs am Oberlauf des Sulzbachs (Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald) mit Wuchshöhen von über 4 m (G. Schuwald).

**Interpretation der Ergebnisse:** Starke Vorkommen sind vor allem an Gewässern I. Ordnung (z.B. Kinzig, Rench, Wiese) und am Neckar existent. Zudem bestehen bedeutende Vorkommen lokal/regional z.B. an Sulzbach (Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald), Wolf und Enz. Der badische Landesteil ist ungleich stärker von der Ausbreitung neophytischer Knöterich-Arten betroffen als Württemberg. In Baden wiederum ist die Ortenau (Raum Offenburg) Verbreitungsschwerpunkt. Mögliche Gründe für die ungleiche Verbreitung können sein

- die großräumigen historischen und vor wenigen Jahrzehnten vorgenommenen Gewässerausbaumaßnahmen (Rhizomdrift!),
- die frühzeitige Einbringung von Knöterich-Pflanzen als Zierpflanzen in Schwarzwälder Kuranlagen,
- die Verwendung von Sachalin-Knöterich-Pflanzen im Forst zur Böschungssicherung (KRETZ mdl. Mitt.),
- die Verwendung rhizomhaltigen Bodenmaterials aus Gewässern im Straßenbau im Schwarzwald.

Regional ist das Vorkommen neophytischer Knöterich-Arten in Baden als bedenklich zu bezeichnen. Einzelne Bemühungen zur Bekämpfung sind mit unterschiedlichem Erfolg unternommen worden, ein systematisches Vorgehen wurde bisher nicht angestrengt und dokumentiert.

Der Hauptanteil an Knöterich-Beständen kommt dem Japan-Knöterich und vermutlich den Knöterich-Bastarden bzw. -Typen zu, die im folgenden unter dem Japan-Knöterich subsumiert werden. Sachalin- und Himalaya-Knöterich sind in ihrer Verbreitung weniger bedeutsam, sie sind deshalb aber nicht zu vernachlässigen. Längere Uferstrecken vor allem an Wolf, Nordrach, Sulzbach, Kinzig, Rench, Wiese, Enz und Neckar sind nahezu vollkommen bewachsen mit neophytischen Knöterich-Arten. Eine allgemeine Ausbreitungstendenz ist lokal definitiv beobachtet worden, z.T. sind Renaturierungsbemühungen durch das Aufkommen von Neophyten erheblich erschwert oder gar hinsichtlich einer naturnahen Gewässerbegleitvegetation unmöglich geworden.

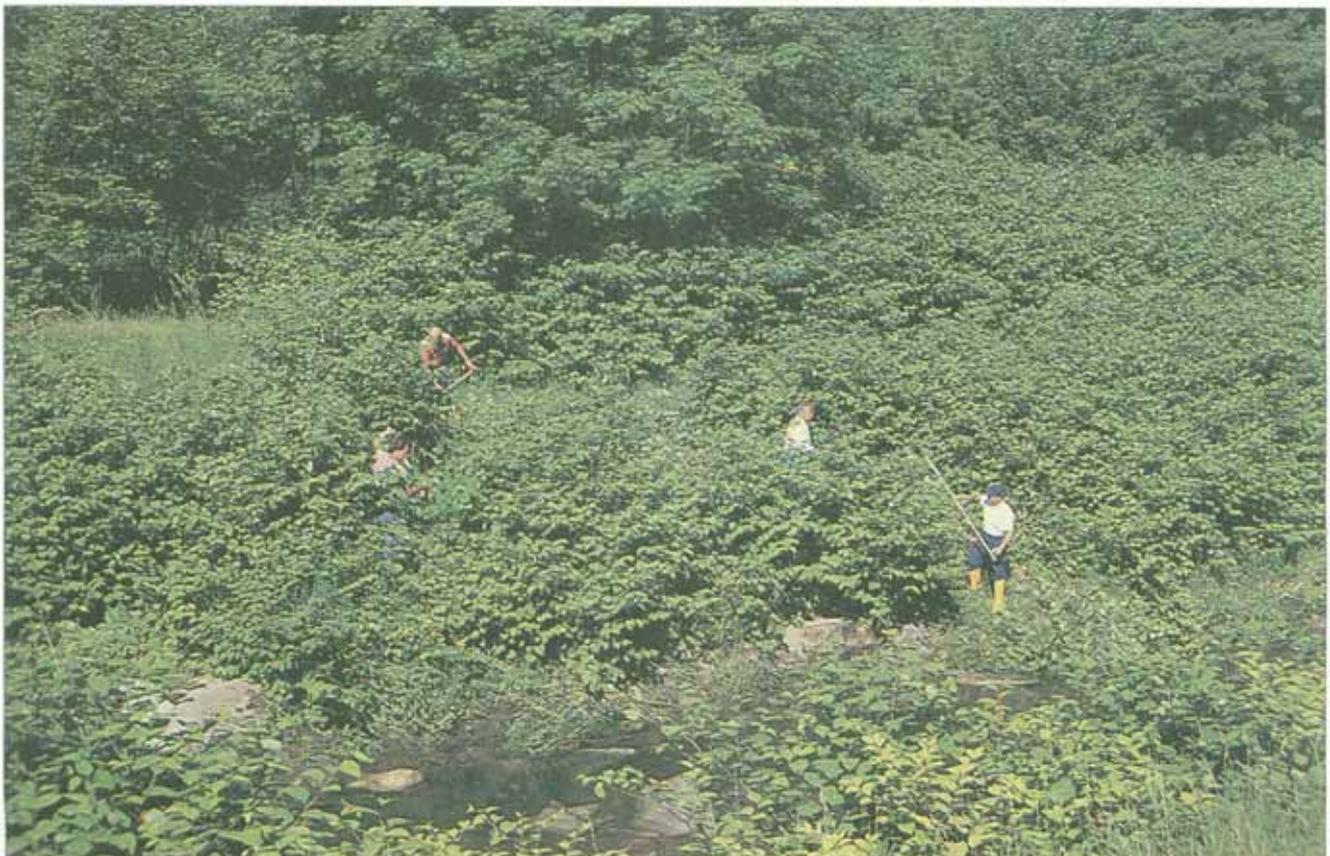


Abb. 6: Knöterich-Mahd an der Rench oberhalb Lautenbach (Ortenaukreis) im Frühsommer 1993

### 3 Praktische Untersuchungen zur Kontrolle des Japan-Knöterichs in der Ortenau

#### 3.1 Räumliche Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Ortenau-Kreis (Region Südlicher Oberrhein) mit seinem Verwaltungszentrum Offenburg. Zu seiner naturräumlichen Einheit "Mittleres Oberrheintiefland" gehört im Süden noch ein Teil des Kreises Emmendingen, im Norden ein Teil des Kreises Rastatt. Grundcharakter der Ortenau ist ihre Funktion als Übergangsraum; dies gilt sowohl für die naturgeographische Beschaffenheit wie auch für ihre kulturgeographische Gestaltung, in der sich Einflüsse der Randgebiete ausprägen. Das Grundmuster der naturräumlichen Gliederung des Mittleren Oberrheintieflandes wird bestimmt durch die beiden meridional verlaufenden Großeinheiten "Straßburger-Offenburger-Rheinebene" mit der rheinparallelen sog. "Kinzig-Murg-Rinne" und die Vorbergzone mit den Teilen "Lahr-Emmendinger-Vorberge" und "Ortenau-Bühler-Vorberge". Im Westen ist es durch den Rhein, im Osten durch den Schwarzwald (Nördlicher Talschwarzwald) begrenzt.

Als langgestrecktes Band zieht sich im Westen die Rheinaue entlang; vor der Rheinkorrektur im 19. Jahrhundert floß der Rhein in zahlreichen Armen, stellenweise war die Aue bis zu 4 km breit. Heute fließt der Strom in einem ca. 200 m breiten, von Dämmen begleiteten Bett. Nach der Rheinkorrektur dehnten sich anstelle der Auewälder und Feuchtwiesen Acker- und Grünlandflächen aus. Die latente Hochwasser- und Überschwemmungsgefahr infolge des geringen Gefälles machte umfangreiche flußbauliche Maßnahmen im Bereich der Rhein Nebenflüsse Acher, Rench, Kinzig u.a. erforderlich. Seit dem letzten Jahrhundert wurden die größeren Schwarzwaldflüsse in der Ebene kanalisiert und eingedämmt bzw. mit Entlastungskäufen verbunden und große Flächen melioriert (MICHNA 1983; vgl. Karten in der Anlage bzw. im Anhang).

#### 3.2 Verbreitung, Verhalten, Schädwirkungen und Variabilität des Japan-Knöterichs im Untersuchungsgebiet

##### Verbreitung des Japan-Knöterichs in der Ortenau

Die Ortenau stellt nach derzeitigem Kenntnisstand das Hauptverbreitungsgebiet von *Reynoutria japonica* in Baden-Württemberg dar. Über Primärstandorte im Oberlauf der Gewässer Nordrach und Wolf, die gegenwärtig auf 14 bzw. 20 km Länge vom Japan-Knöterich begleitet werden, wurde auch die Kinzig (40 km Befallsstrecke) erreicht. Durch unbeabsichtigte Verschleppung bei Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Bereich dieser Gewässer sind weitere Bestände an den Unterläufen und in Seitentälern entstanden. Die Vorkommen sind an Straßen- und Wegeböschungen zu finden, für die Material mit Knöterich-Rhizomen verwendet wurde, auf Langholzlagerplätzen im Forst oder auf Gewässer- und Eisenbahndämmen sowie in geplanten Pflanzungen zur Bienenweide, zur Landschaftsverschönerung und zur Böschungssicherung. Ähnlich fortgeschritten ist die Besiedlung der Rench (30 km Befallsstrecke), die bei Erreichen des Rheingrabens vom gleichfalls betroffenen Renchflutkanal (20 km Befallsstrecke) entlastet wird und als Alte Rench (16 km Befallsstrecke) dem Rhein zufließt sowie die Talräume dieser Gewässer und ihrer Zuflüsse. Im Kinzig-Gebiet ist der Japan-Knöterich seit mindestens 40 Jahren bekannt, als ernst zu nehmendes Problem wird er



Abb. 7: Rench bei Oberkirch - *Reynoutria japonica* bildet einen nahezu geschlossenen Saum

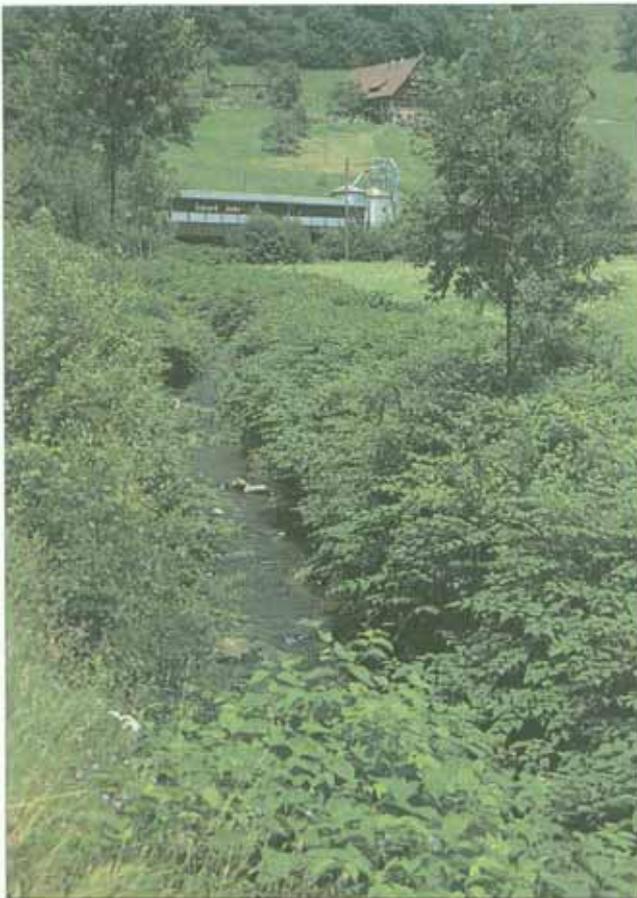


Abb. 8: Von dichten Japan-Knöterich-Säumen begleiteter Nordrach-Abschnitt im Juli 1990

seit etwa zehn Jahren betrachtet. Die Primärsiedlung des Japan-Knöterichs ist um 1920 gesichert nachgewiesen auf dem Gelände der Rehabilitationsklinik Nordrach; der Standort ist heute noch vorhanden. Die Pflanze ist vermutlich durch Bauarbeiten an das Gewässer gelangt. Mehrere Hinweise sprechen dafür, daß der Japan-Knöterich um 1910 bei einer nicht mehr vorhandenen Gastwirtschaft im Kurpark von Bad Rippoldsau unmittelbar an der Wolf (Wolfach) angepflanzt wurde.

Die erste Ansiedlung im Renchtal ist nicht bekannt, der Standort muß in Bad Griesbach gewesen sein. Viel spricht dafür, daß ausgehend von diesen drei Standorten die gesamte Ortenau "erobert" wurde. Um 1940 wurde der Japan-Knöterich im oberen Rankach-Tal zur Böschungssicherung gepflanzt und damit bis heute zahlreiche Standorte entlang des Gewässers begründet. Zur Bienenweide wurden 1970 sechs Pflanzen aus dem Kinzigtal am Michelbronner Talbach eingebracht und damit insgesamt über 200 m lange Gruppen entlang des



Abb. 9: Geschlossener Japan-Knöterich-Bestand entlang der Wolf (Ortenaukreis, Landkreis Freudenstadt)

Gewässers verursacht. Völlig unklar ist die Herkunft der zahlreichen punktuellen Funde im Raum Achern (an Acher, Sasbach und Laufbach).

#### Schadwirkungen des Japan-Knöterichs in der Ortenau

Die im folgenden dargestellten dokumentierten Schadwirkungen waren Anlaß für die Initiierung des Untersuchungsprogrammes für Kontrollmethoden des Japan-Knöterichs:

- die an bestimmten Gewässerstrecken in der Ortenau starke Ausbreitung neophytischer Knöterich-Arten unter Verdrängung der heimischen Vegetation;
- die allgemein zu beobachtende weiter andauernde Ausbreitungstendenz (aktiv und anthropogen/passiv). Neue Standorte entstehen z.B. bei Hochwasser, wenn der Feinboden zwischen den feinwurzelarmen Rhizomen ausgespült wird. Unter dem dichten Blätterschirm der Knöterich-Bestände sichert keine feinwurzelreiche Vegetation den Boden. Besonders bei Winter-Hochwasser liegen die Standorte vollkommen offen. Nach Abspülen des Feinbodens werden die brüchigen Rhizome fragmentiert und verdriftet. Als Geschwemmsel angelandet verwurzeln sie sich neu und treiben oberirdische Sprosse aus. Ebenso schafft die Verschleppung von Rhizomfragmenten in Bodenmaterial bei Baumaßnahmen neue Bestände auch abseits der Fließgewässer.



Abb. 10: Hochwasserschadbild auf Befallsflächen des Japan-Knöterichs am Erlenbach (Ortenaukreis) in typischer Tropfenform der Auskolkung. Ähnliche Schadbilder wurden z.B. auch an Rench und Kinzig dokumentiert. Diese Schäden können sehr wahrscheinlich mit den Knöterich-Beständen in Verbindung gebracht werden.

- Die streckenweise erschwerte Unterhaltung von Gewässern und Verkehrswegen (Bundesbahn, Straßen);
- die Behinderung der forstlichen Naturverjüngung durch Aufkommen des Japan-Knöterichs in Kahlschlägen (starke Knöterich-Bestände sind z.B. durch Bodenmaterial aus den Gewässern Oos und Grobach für den forstlichen Wegebau im Forstamtsbereich Baden-Baden und aus der Wolf bei Bad Rippoldsau eingebracht worden);
- Dammschäden an Rench, Kinzig, Erlenbach nach dem Hochwasserereignis im Dezember 1991:
  - ▷ das hinter Befallsflächen in Uferpflaster und Dammböschungflächen liegende Vorland kolkte



Abb. 11: Als eine Ursache können die freigelegten Rhizome und Wurzeln des Japan-Knöterichs (hier im Bereich des Mittelwasser-Pflasters) angesehen werden, dessen geringer Feinwurzelanteil das Bodenmaterial nicht ausreichend festzuhalten vermag. Stellenweise wurden durch die Knöterich-Wurzeln Pflastersteine aus dem Verband gelöst.

in typischer Tropfenform aus;

- ▷ Unterspülungen flächiger Knöterich-Bestände auf der Dammböschung (sie wurden bis zur Geschwemmsellinie 10 - 20 cm tief unterspült), die feinwurzelarmen Rhizome wurden teilweise freigelegt (fehlender Erosionsschutz!);
- ▷ Herauslösen von Pflastersteinen aus dem Verband durch Anheben durch die Knöterich-Rhizome;
- ▷ dadurch langfristig mögliche Beeinträchtigung der Dammsicherheit.

### Bisherige Erkenntnisse über das Verhalten des Japan-Knöterichs und mögliche Kontrollmethoden

Vor der Initiierung des Untersuchungs- und des Begleitprogrammes waren an Informationen über den Japan-Knöterich unter anderem die nachfolgenden Erkenntnisse bekannt (nach ADLER 1991, SCHWABE 1987, SCHWABE-KRATOCHWIL 1991, KRETZ 1990).



Abb. 12: Freigespültes Rhizom des Japan-Knöterichs am Erlenbach



Abb. 13: Japan-Knöterich auf stillgelegtem Acker bei Renchen (Juni 1993)

Die **Verbreitung** des Japan-Knöterichs **durch Samen** spielt anscheinend eine nur untergeordnete Rolle. Aufgrund der späten Blüte reifen Samen oft nicht aus, die Bestäubung bei den zweihäusigen, mit oft weit auseinandersiedelnden männlichen und weiblichen Individuen, ist selten und die Saat scheint auf mehr oder weniger unbelieben Rohboden zum Auskeimen angewiesen zu sein.

Die **vegetative Vermehrung** erfolgt durch **Rhizomwucherung** in Nachbarbereiche, wobei die Schößlinge durch die anhaltende Verbindung zur Mutterpflanze entscheidende Konkurrenzvorteile besitzen sowie durch Rhizomverfrachtung z.B. bei Hochwasser, wobei selbst kleinste Bruchstücke auch nach langer Liegezeit noch ausschlagfähig sind. Problematisch in diesem Zusammenhang ist das Verhalten von überschütteten Pflanzen, die noch Auftragsmächtigkeiten von 1,0 m durchwurzeln und hierbei **Adventivwurzeln** bilden, so daß beim Abtrag der Erdmassen um Knöterich-Bestände ausschlagfähige Triebe eventuell verborgen mitverfrachtet werden und so eine anthropogene Verbreitung der Pflanze stattfindet.

Die **vegetative Vermehrung durch Verfrachtung** muß als Hauptursache für die explosionsartige Zunahme der Pflanze betrachtet werden, denn die Rhizomwucherung würde für linearen Zuwachs sorgen, wie sich an Zuflüssen befallener Gewässer zeigt. Dort wächst der Japan-Knöterich langsam stromauf, wenn er nicht versehentlich oben mit rhizomhaltigen Boden angesiedelt wird. Nachgewiesen sind Ansiedlungen durch einen

Landwirt im oberen Rankach-Tal zur Böschungssicherung sowie unbeabsichtigt durch Verwendung von Kies aus der Wolf für Aufschüttungen z.B. am oberen Gelbach.

Die **Wurzeltiefe** unter ungestörten Bedingungen beträgt in der Regel ca. 25 cm, jedoch sind auch 50 cm nicht ungewöhnlich. Nach Überschüttungen bleibt der ursprüngliche Wurzelhorizont bestehen.

Die **Standortamplitude** ist sehr groß und reicht von ausgesprochenen Trockenstellen auf Dammkronen mit Südexposition bis zu halbschattigen Bereichen an Ufern unter lückigen Gehölzbeständen. Im Vollschatten kümmernd die Pflanze. Ihr Optimum findet sie jedoch anscheinend auf frischen bis feuchten Böden in voller Sonne. Der Japan-Knöterich überwuchert aber auch grundwasserferne Grünlandflächen, wenn er sich erfolgreich etabliert hat und nicht rigoros bekämpft wird.

Die derzeit ausschließlich praktizierte Bekämpfungsmethode ist die **möglichst häufige Mahd** (mindestens 3x/Jahr). Es konnte festgestellt werden, daß auf einer Dauerbeobachtungsfläche nach siebenjähriger Intensivmahd der zuvor 100%-deckende Knöterich soweit geschwächt wurde, daß er nun in Gesellschaft mit Hochstauden wächst. Dieser relative Erfolg bedeutet das Erreichen eines Gleichgewichts im Optimalfall. Ein völliges Verschwinden nach dieser Zeitspanne wird jedenfalls nicht erreicht. Die für Grünland übliche Mahdfrequenz zeigt bei Knöterich-Beständen keinen Effekt. Auch der Entzug der Biomasse durch Abräumen wird durch die in den Rhizomen eingelagerten Assimilate kompensiert.

Beim **Abdecken mit schwarzer Folie** überdauert die Pflanze durch ihr Rhizomsystem. Die Decke wird durch Schößlinge angehoben und müßte flächig beschwert werden.

**Flämmen** in der Vegetationsperiode hat denselben Effekt wie das Mähen, wobei die zurückbleibende Asche als Dünger wirkt. Diese Methode ist ähnlich zu beurteilen wie die Herbizid-Anwendung.

Das Zurückdrängen durch **Überstellen mit Gehölzen** erfordert neben ausreichend breiten Pflanzstreifen (breiter als der Knöterich-Bestand) eine Anfangspflege, die weit über das übliche Maß hinausgeht. Einreihige Hochstammpflanzungen, wie sie z.B. an der Wolf begründet wurden, lassen keine Effektivität erwarten.

**Beweidung** führte an der Nordrach nachweislich zur völligen Verdrängung des Knöterichs durch Galloway-Rinder, Heidschnucken und Ziegen.

#### Variabilität neophytischer Knöterich-Arten in der Ortenau

Im Untersuchungsgebiet sind offensichtlich unterschiedliche Reynoutria-japonica-Typen etabliert, die meist ohne Differenzierung als "Japan-Knöterich" angesprochen werden. Sie unterscheiden sich jedoch durch phänologische und morphologische Eigenheiten wie z.B. Blattform, -größe und -farbe, Wuchshöhe, Triebdurchmesser, Verzweigung, Blüten und Blühbeginn. Diese Variabilität läßt auf unterschiedliche Typen, Bastardformen und/oder züchterisch beeinflusste Klone schließen. In der Literatur werden seit wenigen Jahren Bastardformen zwischen Reynoutria japonica und Reynoutria sachalinensis beschrieben (z.B. SCHMITZ & STRANK 1986 a,b,c). Die eingehende Untersuchung und Klärung dieser Variabilität ist Gegenstand des wissenschaftlichen Begleitprogrammes der Universität Hohenheim (Bericht Teil II, 1995).



Abb. 14: Blätter unterschiedlicher Knöterich-Typen an der Kinzig

Für die Anwendung praktischer Kontrollmethoden sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Wuchstypen wohl kaum relevant, als es sich - außer bei dem schwachwüchsigen Typ mit den Wuchseigenschaften, die dem Japan-Knöterich im Herkunftsland Japan zu eigen sind - stets um zwar unterschiedlich hoch wachsende und verschieden starke Triebe ausbildende Pflanzen handelt, die jedoch in ihrer Regenerationsfähigkeit und aggressivem Ausbreitungsdrang zum jetzigen Zeitpunkt keine wesentlichen Unterschiede erkennen lassen. Es ist aber nicht auszuschließen, daß es für die Feinabstimmung der jeweils möglichen Kontrollmethoden ausschlaggebend sein könnte, den Japan-Knöterich-Typ genauer zu identifizieren. Schließlich ist das Wissen um Herkunft und Verbreitungswege unabdingbar, um gegebenenfalls Fehlentwicklungen nachzuvollziehen und wo möglich zu korrigieren.

#### Rhizomwachstum aus Knöterich-Beständen in Nachbarflächen

Um die Entwicklung längerer Gewässerstrecken, die von unterschiedlich großen, langgestreckten Knöterich-Gruppen am Mittelwasser begleitet werden, ermitteln zu können, sind ausgewählte geeignete Abschnitte an Kinzig und Rench vermessen worden (Aufnahme im November 1991 bzw. August 1992). Der Betrieb von Dauerbeobachtungsflächen ermöglichte durch Aufmaß der Einzelflächen, auf denen Kontrollmethoden angewandt wurden, und ihrer Vergleichsflächen im Juni 1992 bzw. April 1993 einen exakten vorläufigen Überblick über das Wachstum in die Nachbarflächen hinein.

Offensichtlich haben die Kontrollmaßnahmen (vgl. Kap. 3.4) des Jahres 1992 die Flächenausdehnung der Bestände der Dauerbeobachtungsflächen nicht beeinflusst. Sowohl Vergleichs- als auch behandelte Flächen zeigen keine unterscheidbare Entwicklung.

Eindeutige Korrelationen zwischen vermutetem Typ und Rhizomwachstum bestehen nicht, mit Ausnahme eines Typs an der Rench, der nur wenig Wachstum zeigt.

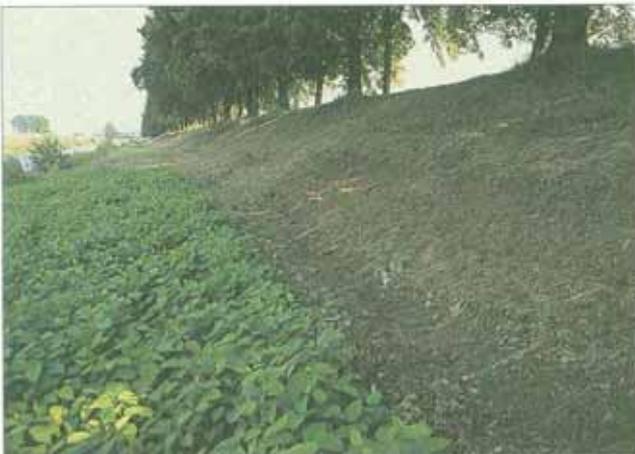


Abb. 15: Seitliches Wachstum eines Knöterich-Bestandes hin zur Dammkrone

Die Hauptrichtung des Rhizomwachstums bewegt sich im Tal mit der Fließrichtung des Gewässers oder Grundwassers, im Bergland entlang vorgeschobener Achsen gegen die Fließrichtung in feuchten Mulden und Senken bergaufwärts, z.B. im Nordrach-Tal, in Baden-Baden oder in einer bewaldeten Senke im oberen Wolf-Tal (Ursache: Einbau rhizomdurchsetzten Bodens).

Knöterich-Neuaustriebe in Nachbarflächen erscheinen gleichzeitig mit den Trieben in den Altflächen über ca. zwei Wochen hinweg, so daß sich noch neue Triebe entwickeln, wenn andere teilweise schon eine Höhe von 50 cm aufweisen. Dann aber erscheinen Neutriebe nicht mehr, d.h. das Wachstum der Rhizome erfolgt innerhalb des kurzen Zeitraums am Anfang der Vegetationsperiode und schließt mit der Entwicklung oberirdischer Triebe ab. Die Entwicklung von Japan-Knöterich-Beständen in Nachbarflächen kann daher durch Mahd nicht verhindert werden. Die Rhizome sind zu den Mahd-Zeitpunkten bereits etabliert, die Verluste der gemähten Triebe werden wegen der Verbindung zum Ursprungsbestand kompensiert. Das ausgereifte Rhizom setzt im Folgejahr die weitere Ausdehnung fort.

Die seitliche Ausdehnung der Knöterich-Bestände kann 2,0 m/Jahr (Maxima 2,5 m/Jahr) betragen.

Wegen des unregelmäßigen Austriebs konnte die Triebdichte pro m<sup>2</sup> nicht überall mit einem 1 x 1 m - Raster ermittelt werden; wo dies möglich war, wurden Werte zwischen 40 und 75 Triebe/m<sup>2</sup> ermittelt. Die Pflanzen entwickeln ihr unterirdisches Wachstum wohl



Abb. 16: Japan-Knöterich wächst in einer Fuge zwischen Brücke und Rampe (Kamm bach zwischen Offenburg und Sand)

generell in alle Richtungen, wenn jedoch z.B. wegen Bodenversiegelung keine Möglichkeit zur Ausbildung assimilationsfähiger Organe besteht, stellen sie dort das Wachstum zugunsten alternativer Richtungen ein. Sie sind allerdings imstande, auch kleine Schwachstellen im Belag zu nutzen, um vertikale Triebe auszubilden (z.B. Wachstum durch Uferpflaster an der Wolf, durch eine angewitterte Makadam-Decke bei Steinach, entlang einer Dichtungsfuge zwischen Brücke und Rampe am Kamm bach).

#### Wuchsverhalten verlagertter Rhizomfragmente

ADLER (1991) unterscheidet bei den unterirdischen Teilen von Japan-Knöterich-Pflanzen

- verdickte Basalteile von bis zu 2-3 kg Gewicht, von einem dichten Wurzelfilz umgeben;
- hieraus entspringende Rhizome mit bis zu 4 cm Durchmesser und 20 m Länge in horizontaler Richtung;
- Wurzeln, die einen geringen Anteil ausmachen und vor allem dem Knoten der Rhizome entspringen.

Diese Teile wurden bei der Erprobung der mechanischen Trennverfahren (vgl. Kap. 3.3.2.3) in großen Mengen und mit z.T. größeren Maßen ausgesiebt, und die o.g. Einteilung wurde bestätigt.



Abb. 17: Gemähter und abgedrifteter Stengel mit neu entwickelten Wurzeln und beblättertem Trieb (Rench bei Oberkirch)

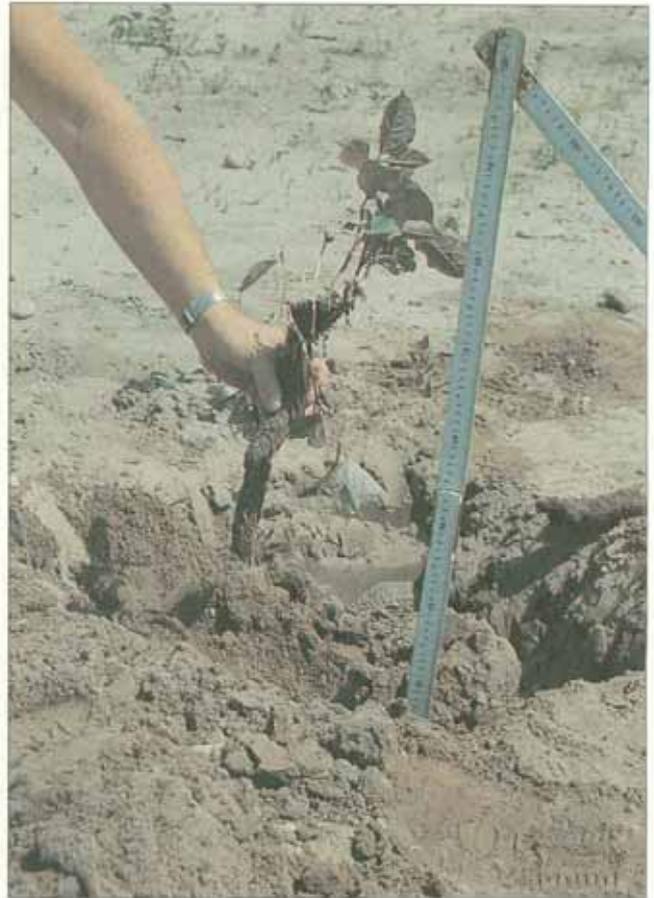


Abb. 18: Unter einer Fördersole von 0,7 m bis in 1,4 m Tiefe freigelegtes senkrecht wachsendes Rhizom

Bei Versuchen mit stationären Sieben wurden häufig über 1,0 m lange, spargelähnliche, senkrecht wachsende Triebe mit einer Kombination von Eigenschaften ober- und unterirdischer Sprosse gefunden, die auch bei SCHWABE-KRATOCHWIL (1991) beschrieben werden. Sie entstehen, wenn vitale Knollen oder Rhizome überschüttet werden oder zufällig in den Kern von Erddeponien geraten, wie bei den speziellen Zwischendeponien für knöterich-belastete Böden des Wasserwirtschafts- und Bodenschutzamtes. Vermutlich sind diese Sproßteile nicht mehr lebensfähig, wenn sie in derselben Vegetationsperiode nicht in die Lage kommen, Blätter zu entwickeln. Vermutlich sind dann auch die Ursprungsrhizome nicht mehr zu einem zweiten Trieb in der nächsten Vegetationsperiode fähig. Wegen der enormen Wuchsleistung gelingt der "Durchbruch" jedoch in den meisten Fällen. So sind dokumentiert die Durchwurzelung einer 2 m mächtigen Sandauflage, vielfach Triebe aus dem Kern von durch Trommelsiebe mutmaßlich gesäuberten Böden,

die Rhizomfragmenten entstammen oder fragmentierten "Spargeltrieben", die im Zwischendepot entstanden sind. Zur Kenntnis kam die Durchwurzelung einer ca. 1 m starken Schicht Rindenabfälle, die ein Sägewerksbesitzer im Nordrach-Tal zur Eindämmung eines Reynoutria-Bestandes in seinem Fichtenwald ausgebracht hatte.

Wenn die Triebe die Deckschicht durchdrungen haben, entwickeln sie die Attribute normaler oberirdischer Sprosse und beginnen nach erfolgreicher Etablierung mit horizontaler Rhizombildung, während gleichzeitig der senkrechte "Spargeltrieb" sich im Wachstum wie ein Rhizom verhält und sich nach einigen Jahren nicht von diesem unterscheidet. Probegrabungen bei Offenburg haben dies bestätigt. Es wurden Rhizome an dieser Stelle durch zahlreiche Hochwässer teilweise meterhoch überlagert. Die senkrechten Triebe erreichten dort Armstärke und Längen über 1,40 m. Beim abgebrochenen Sanierungsprojekt an der Kinzig bei Biberach (Ortenau) wur-



Abb. 19: Japan-Knöterich-Bestand in einem Eichen-Hainbuchenwald (beim Landgraben, Baden-Baden)

den ebensolche senkrechten Triebe freigelegt, deren Ursprungsrhizom vermutlich 1947/48 eingebracht worden waren (dieser Vorgang ist aufgrund der jahrzehntelangen Verwendung von knöterich-durchsetztem Boden im Wasser- und Landbau so häufig, daß viele Flußbauarbeiter und Landwirte der Ansicht sind, der Japan-Knöterich-Aufwuchs entspringe einer langen, rübenartig verdickten Wurzel, die im Verlauf von Jahren immer tiefer wächst). Im Laufe der Zeit entwickeln sich diese senkrechten Triebe unter der Erdoberfläche, wo die waagrecht wachsenden Rhizome entspringen, zu den oben genannten knollenförmigen Gebilden aus.

Neben den - in unbeeinflussten Beständen - horizontal wachsenden und - nach Verlagerung - senkrecht nach oben strebenden Rhizomen sind in wenigen Fällen nach unten ziehende Rhizome nachgewiesen. Auf fluvialen Kiesen des Halmbachs (Nebengewässer der Murg bei Gernsbach) wurde in einem Pralluferbereich ein über 1,50 m langes und nach unten wachsendes Rhizom freigelegt.

### Zur Standortwahl des Japan-Knöterichs

Wegen seiner weiten ökologischen Amplitude ist der Japan-Knöterich in der Lage, auch extreme Standorte zu besiedeln. Im Verlauf der Untersuchungen sind keine Bedingungen bekannt geworden, die die Pflanze nach erfolgter Ansiedlung nachhaltig so weit beeinträchtigt ha-



Abb. 20: Japan-Knöterich in mörtelverfugtem Böschungspflaster (Wolf bei Oberwolfach)

ben, daß sie verdrängt werden konnte. Die Erfahrungen in der Ortenau bestätigen die Erkenntnis, daß der Japan-Knöterich vollsonnige bis leicht beschattete Standorte bevorzugt. Der Schattendruck einseitiger Gehölzsaume reicht allerdings nicht aus, den Japan-Knöterich zu verdrängen. Die Schwächung durch Beschattung an Gewässern ist nur wirksam bei beidseitigem Gehölzsaum. Bei einseitigem Saum oder Lücken und breiteren Gewässern wird der zeitweise Lichtverlust durch den wechselnden Sonnenstand kompensiert. Abgesehen hiervon sind Gehölze als vorbeugende Maßnahme zur Ufersicherung und -gestaltung, gerade an knöterich-befallenen Strecken dort verstärkt zu empfehlen, wo nicht begrenzte Ausbau-Querschnitte dem entgegenstehen, da hierdurch die an Grasböschungen übliche Erosion verhindert wird, die die Ansiedlung verdrifteter Rhizome begünstigt.



Abb. 21: Durch Sedimentation angesiedelte Knöterich-Pflanzen unter einem dreireihigen Gehölzbestand

Insgesamt wird die Meinung vertreten, daß der Japan-Knöterich unabhängig von den Standortverhältnissen dort wächst, wo er versehentlich oder absichtlich die Möglichkeit erhält.

### 3.3 Umfang, Inhalte und Methoden der durchgeführten Untersuchungen

Ziel der Untersuchungen war die Maßgabe schlüssiger und praktikabler Handlungskonzepte, die geeignet sind, *Reynoutria japonica* entsprechend der jeweiligen Vorgabe vollständig zu entfernen, in der weiteren Ausbreitung am Standort oder durch Verschleppung zu behindern oder den Aufwuchs alternativer Vegetation zu ermöglichen. Untersucht wurden alle Methoden, denen diesbezüglich Effizienz unterstellt wurde:

- Unterhaltungsmaßnahmen Mahd und Schlegeln in unterschiedlichen Frequenzen;
- chemische und thermische Verfahren;
- Pflanzmaßnahmen;
- Beweidung;
- maschinelle Verfahren.

Den Methoden zu a), b) und teilweise c) wurden 78 fest vermarkte **Dauerbeobachtungsflächen** (Dbf.) mit *Reynoutria-japonica*-Befall in verschiedenen Naturräumen an Gewässern I. Ordnung im Bereich des WBA Offenburg zugeordnet. Betrieb und Dokumentation der Entwicklung der Dbf. erstrecken sich über den gesamten Untersuchungszeitraum. Die Untersuchungsbereiche zu d), e) und teilweise c) wie Initiierung, Begleitung und Beurteilung verschiedener Beweidungsmethoden, maschineller Siebverfahren und Techniken zur Aufbereitung Japan-Knöterich-kontaminierter Erdmassen sowie die Erfolgskontrolle ingenieurbioologischer Bauweisen als jeweils auf ein spezielles Problem abgestimmte **Projektstudie** konnten teilweise als Regie- bzw. Vergabe-Arbeiten des WBA Offenburg abgedeckt werden, teilweise durch Kooperation mit anderen von Knöterich-Problemen betroffenen Organisationen und teilweise durch Dokumentation entsprechender Aktivitäten. Weitere Hinweise auf sonstige relevante Initiativen sind während des Untersuchungszeitraumes verfolgt worden und gegeben

nenfalls hier dokumentiert. Noch während des laufenden Projektes wurde versucht, sämtliche weitergehenden Vorschläge einzuarbeiten, soweit eine gewisse Plausibilität anzunehmen war. Desgleichen wurden Erkenntnisse berücksichtigt, die während der Untersuchung aus der Grundlagenermittlung abzuleiten waren. An dieser Stelle wird speziellen Aspekten Raum gegeben, die für die Untersuchung von Kontrollmethoden von Bedeutung sind oder die sich aus den Untersuchungen heraus ergeben haben. Wesentliche, darüber hinausgehende Aussagen, vor allem zur Ökologie, werden die Untersuchungen des Instituts für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim erbringen.

#### Funktion der Dauerbeobachtungsflächen

Die Dauerbeobachtungsflächen (Dbf.) wurden als "Herzstück" der Untersuchungen eingerichtet, um in den verschiedenen Naturräumen der Ortenau (zwischen Rheinaue und Nördlichem Talschwarzwald) ausreichend vergleichbare und dokumentierte Versuchsflächen vorzuhalten, die es erlauben, auf gleichartigen Flächen innerhalb des Naturraums unterschiedliche Kontrollmaßnahmen zu erproben bzw. Maßnahmen in unterschiedlicher Intensität nebeneinander zu vergleichen. Die dort gewonnenen Daten sollen zudem die allgemeinen Kenntnisse über den Japan-Knöterich erweitern.

Maßnahme	Abkürzung	Anzahl Dbf.
Mahd	M	23
Schlegeln	S	22
Herbizide	H	17
Kalkstickstoff	K	1*
Branntkalk	B	1*
Pflanzung	P	3
Therm. Verfahren	T	2(2)*

Tabelle 1: Übersicht über die untersuchten Behandlungsarten. Dbf. mit \* wurden 1993 nicht weiterverfolgt. Dbf. (2): Planung wurde nicht realisiert. Variationen Mahd/Schlegeln: M4: 4x/Monat, M2: 2x/Monat, M1: 1x/Monat, MFH: 2x Frühjahr, 2x Herbst, Maßnahme S entsprechend

Flußgebiet	Abkürzung	Dbf.Nr.	Naturraum
Alte Rench/ Renchflutkanal I	AR	1 - 5/6	Rheinaue/Niederterrasse
Alte Rench/ Renchflutkanal II	AR	7 - 24	Kinzig-Murg-Rinne
Kinzig I	KI	1 - 14/ 25 -32	Vorbergzone
Kinzig II	KI	15 - 24	Mittlerer Schwarzwald
Rench	RE	1 - 23	Vorbergzone

Tab.2: Übersicht über die Lage der Dauerbeobachtungsflächen nach Gewässer und Naturraum

### Betrieb und Dokumentation

Der Betrieb dieser Flächen beinhaltet

- dauerhafte Markierung eines 2 x 2 m - Quadrates in der Fläche mit bodengleichen Metallplättchen;
- Erstaufnahme von Lage, Ausdehnung, Exposition, Beschattung und der ökologischen Standortbedingungen;
- Leitung der zugewiesenen Maßnahmen;
- wöchentliche Routinemessung von Trieblänge und Durchmesser, Vitalität, Flächendeckung von Reynoutria japonica bzw. anderer Arten;
- Dokumentation dieser Daten mit anschließender Beurteilung und graphische Aufbereitung.

Jeder Dauerbeobachtungsfläche sind zugeordnet vergleichbare Nullflächen mit Reynoutria-Befall, jedoch ohne die entsprechende Maßnahme und Nullflächen ohne Reynoutria japonica zur Ermittlung der ökologischen Standortfaktoren. Die Flächen sind mit den Abkürzungen ihres Flußgebietes versehen und durchnummeriert, ihre Stationierung, Lage im Querschnitt und Behandlung gehen aus den Übersichtskarten im Anhang hervor. Die Unterhaltungs- und Pflanzmaßnahmen wurden durch Flußbauarbeiter der räumlich zuständigen Regiekolonnen des WBA Offenburg mit einem Zeitplan durchgeführt, in dem Zeitaufwand und Bemerkungen durch die jeweiligen Mitarbeiter eingetragen wurden. Die Herbizideinsätze wurden durch den Pflanzenschutzbeauftragten des Amtes für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur (ALLB) Offenburg vorgenommen.

### Erstaufnahme

Zu Beginn der Maßnahmen im Juni 1992 waren die in diesem Jahr noch ungemähten Knöterich-Bestände be-

reits ausgewachsen. Bereits die Erstaufnahme-Daten legen nahe, daß es sich um unterschiedliche Typen handelt. Die Pflanzen waren zwischen 350 und 100 cm hoch, meist jedoch 200 - 250 cm, und wiesen Triebdurchmesser zwischen 5 - 12 mm in den schwächeren und 22 - 34 mm in den starken Beständen auf, durchschnittlich waren es 8 - 15 mm. Die Flächendeckung von Reynoutria japonica betrug 100%, außer bei den extrem schwachen Typen (AR07/23/24), wo Arten der angrenzenden Glatthaferwiesen zu 40 - 50% mit Reynoutria japonica vorkamen und bei den schwachen Typen (AR08/12/13), wo diese 20% erreichten. Bei den anderen Typen kümmernten unter dem dichten Laubdach des Japan-Knöterichs einige wenige andere Arten wie Scharbockskraut, Gundermann und Efeu, teilweise Giersch, Knäuelgras, Sumpf-Rispengras und Zittergras-Segge und häufig Brennessel. Bei den Dbf. KI12+13 war es einigen Brennesseln und Knäuel-Gräsern gelungen, bis zu einer Höhe von 150 cm im Reynoutria-Bestand mitzuwachsen. Alle Dbf. wurden nach Erstaufnahme mit dem Freischneider (Motorsense) gemäht, um die geplanten Maßnahmen zu ermöglichen.

## 3.3.1 Dauerbeobachtungsflächen

### 3.3.1.1 Maßnahmen Mahd/Schlegeln

Das Mähen bzw. Schlegelmähen mit Sensen, handgeführten oder Anbaugeräten stellt die übliche Unterhaltungsmethode auf Grünlandflächen dar, so auch im Bereich des WBA Offenburg. Während die ebenen Vorländer der Ausbauprofile, meist im Landesbesitz befindlich und an Landwirte verpachtet, als zwei- bis dreischürige Wiesen genutzt werden, werden die Dämme und Uferstreifen meist durch Regiekolonnen des WBA i.d.R. 1-2-mal jährlich gemäht. Wegen der starken Ausbreitung von

Reynoutria japonica und der damit einhergehenden Beeinträchtigung der schützenden Grasnarbe, werden die zunehmend größeren Knöterich-Bestände v.a. im Uferbereich häufiger gemäht, abhängig vom Personalstand. Soweit über ABM-Programme spezielle Trupps eingesetzt werden können, erfolgen an Kinzig und Rench bis zu vier Schnitte pro Jahr, mit dem Stammpersonal werden 2 - 3 Durchgänge erreicht. Eine spürbare Eindämmung von Reynoutria japonica wurde in keinem Fall beobachtet. Allerdings berichtet ADLER (1991) über die Entstehung von Staudensäumen in Reynoutria-Beständen nach 3 - 4 Mähgängen/Jahr. Dort wird auch vorgeschlagen, Reynoutria-Bestände durch einen Schnitt im Mai und zwei Schnitte im Spätsommer in staudenreiche Gesellschaften zu entwickeln. Die Pause im Sommer soll es den erwünschten Arten ermöglichen, zur Blüte und Fruchtreife zu gelangen.

#### Maßnahmen auf den Dauerbeobachtungsflächen

Um geeignete Schnittzeitpunkte zu finden, wurde diese Anregung aufgegriffen und als Maßnahme MFH/SFH mit je zwei Schnitten im Frühjahr und Frühherbst in die Untersuchung übernommen. Weitere Maßnahmen wurden monatlich (M1/S1), zweiwöchentlich (M2/S2) und wöchentlich (M4/S4) auf der Grundlage verbindlicher Arbeitspläne angesetzt. Als Mindestmaß war 1992 eine Höhe von 5 cm im zu bearbeitenden Bestand vorgesehen. Dieses Maß wurde 1993 auf 20 cm erhöht. Der Zeitaufwand für Maßnahme und Abräumen des Schnittgutes wurde im Arbeitsblatt der Flußbauarbeiter festgehalten. Die Mahd erfolgte mit der Sense, die einen glatten Schnitt erzeugt. Beim Schlegeln wird das Schnittgut abgeschlagen, so daß in diesem Bereich eine schwer verheilende Wunde an der Pflanze entsteht. Eingesetzt hierzu wurde eine Sonderanfertigung. Im praktischen Einsatz entsprechen diesen Maßnahmen Balken- bzw. Schlegelmäher.

Maßnahmen MFH - 5 Dbf., M1 - 6 Dbf., M2 - 6 Dbf.,  
M4 - 6 Dbf., SFH - 5 Dbf., S1 - 5 Dbf., S2 - 6 Dbf.

#### Ergebnisse

**Allgemein:** Nach wenigen Wochen gingen die Triebdiameter bei allen Dbf. (außer MFH/SFH) auf 2 - 3 mm zurück. Auf diesen Flächen etablierte sich spontan bzw. über Ansaat Konkurrenzvegetation, deren einzelne Arten wegen der kurzen Schnittintervalle nicht bestimmbar waren und deshalb als "Andere" subsumiert werden. Unabhängig vom Reynoutria-Typ bewirkte jeder Schnitt Stagnation, deren Dauer von Höhe und Stärke der Pflanze abhängt. Die Zuwächse, besonders bei den häufigen Maßnahmen, verringerten sich bei Trockenheit und Kälte.

Bei den häufigen Maßnahmen M4/S4 ist dieser Effekt gering. Dort erfolgte steter Zuwachs zwischen den Maßnahmen, der anfangs noch bis 40 cm/Woche betragen kann, dann aber auf 10 - 15 cm bei gleichzeitiger Reduktion der Triebdiameter zurückgeht. Durch den häufigen, regelmäßigen Eingriff entstand ein Reynoutria-Rasen, die Entwicklung anderer Arten wird erschwert. Die Festsetzung einer Mindesthöhe von 20 cm bewirkte 1993 auf allen Flächen eine erhebliche Verringerung des Zeitaufwandes, von den maximal geplanten 28 Einsätzen bei M4/S4 wurden vier bis 19 realisiert, meist jedoch elf bzw. zwölf. Bei den M1/S1-Dbf. stiegen Zuwachs und Deckung der Knöterich-Bestände vor der zweiten Maßnahme 1992 deutlich an, um dann stetig abzunehmen. 1993 ließen Zuwachs und Flächendeckung stetig nach, der Anteil anderer Arten nahm zu. Am Jahresende 1993 besteht überall eine befriedigende Grasnarbe. Auf den mageren Böden im Flußgebiet Rench (RE) war hierzu allerdings Einsaat nötig. Von geplanten sieben Maßnahmen wurden fünf bzw. sechs realisiert.

Die Entwicklung der M2/S2-Flächen ist ähnlich der der M1/S1-Flächen, die Diagrammlinien von Zuwachs und Flächendeckung der Reynoutria-Bestände/"Andere" sind flacher, der Zeitaufwand höher. 1993 waren nach der Erhöhung des Minimums von 20 cm von maximal 14 geplanten Einsätzen zwischen sechs und elf realisiert, meist jedoch sieben bis neun. Die langen Zeitintervalle zwischen den Maßnahmen MFH/SFH ermöglichen die



Abb. 22: Dauerbeobachtungsfläche Nr. 8 an der Kinzig (K108), Maßnahmen 4 x Schlegeln/Monat in der Vegetationsperiode (insgesamt 1992 17 Maßnahmen, 1993 19 Maßnahmen) - Foto zeigt die Fläche am 10. Juni 1992, 100% Japan-Knöterich, Wuchshöhe 2,5 m



Abb. 24: Dauerbeobachtungsfläche Nr. 12 an Renchflutkanal/ Alte Rench (AR12), Maßnahme Mähen 2 x im Monat in der Vegetationsperiode (insgesamt 1992 7 Maßnahmen, 1993 9 Maßnahmen) - Foto zeigt die Fläche am 25. Juni 1992, 80% Japan-Knöterich, Wuchshöhe 1,5 m



Abb. 23: Dieselbe Fläche (K108) am 30. September 1993 - 90% andere Arten (ohne Einsaat)



Abb. 25: Dieselbe Fläche (AR12) am 4. Oktober 1993 - 85% andere Arten (ohne Einsaat)

Wiederherstellung vollständiger Flächendeckung des Japan-Knöterichs, die Zuwächse werden jedoch geringer (Anhang: Diagrammtafel I). Vielleicht trägt die Maßnahme aber langfristig zur Schwächung des Japan-Knöterichs bei, da der Schnitt meist noch vor Abschluß des Höhenwachstums erfolgt (Anhang: Diagrammtafel II/ Höhenzuwächse auf Null-Flächen). Wegen der bis Ende 1993 ungebrochenen Vitalität bestehen keine Entwicklungsmöglichkeiten für alternative Vegetation. Die im Herbst aufgekeimte Ansaat wird die starke Wachstumsphase von *Reynoutria japonica* im Frühjahr nicht überstehen. Im langen Sommerintervall wird sich der Japan-Knöterich-Bestand wieder nahezu konsolidieren.

#### Beurteilung der Mahd gegenüber dem Schlegeln

Während die Mahd einen glatten Schnitt erzeugt, verletzt das Schlegeln die Pflanze oberhalb des Wurzelhalses und führt zu einer erheblichen Schädigung der Pflanze. Schmalblättrige Pflanzen werden geschont. Dieser Vorteil wird nach mehrmaliger Anwendung relativiert, da die dann dünneren Triebe knicken und nicht reißen und die Ansiedlung horstartiger Pflanzen gefördert wird, wodurch die Schnitthöhe beeinträchtigt wird und die unteren Blätter von *Reynoutria japonica* auch nach der Maßnahme assimilationsfähig bleiben. Der Aufbau von alternativer Vegetation ist aber erst dauerhaft möglich, wenn der Japan-Knöterich als Konkurrenz völlig

ausfällt. Schlegeln ist langfristig der Mahd unterlegen und nur zu Beginn einer Bekämpfungsmaßnahme tauglich.

### Zusammenfassung Mahd/Schlegeln

Der Japan-Knöterich schließt sein oberirdisches Wachstum bereits Mitte Mai mit Höhen bis maximal 40 cm und Triebdurchmessern von maximal 40 mm ab. Vermutlich kommen in der Folge alle Assimilate dem Rhizomsystem zugute. Um dies zu verhindern, muß die Mahd vor diesem Stadium erfolgen, um möglichst hohe Biomasseanteile zu entziehen und eine vollständige Deckung des Japan-Knöterichs zu verhindern. Der Ersteinsatz Anfang Mai empfiehlt sich, weil die Triebdurchmesser dann noch nicht vollständig entwickelt sind und die Mahd erleichtert wird. Folgende Zuwächse verringern sich mit jedem Schnitt und erreichen nicht mehr die dem Typ entsprechende Normalhöhe (Anhang: Diagrammtafel II: Höhenzuwächse auf Null-Flächen. Diese Vergleichsflächen wurden teilweise überhaupt nicht, sonst bei normaler Unterhaltung 1-3mal gemäht; Werte nur für 1993). Die Flächendeckung erreicht jedoch bei geringerem Zuwachs meist wieder 100%.

Um *Reynoutria japonica* vollständig zu verdrängen, müssen die Mahd-Termine der Wuchshöhe angepaßt werden. Dieses Maß kann über die erprobten 20 cm auf 40 cm erhöht werden. Der Schnitt sollte möglichst tief erfolgen, um im Rhizom eingelagerte Reserven zu mobilisieren. Die geplanten Maßnahmen wurden wegen des Mindestkriteriums "Höhe 20 cm" nur teilweise realisiert, und zwar nicht proportional vermindert zur vorgesehenen Häufigkeit. Statt 28 M4/S4-Maßnahmen waren meist nur elf bis zwölf notwendig, statt 14 M2/S2 sieben bis neun und statt sieben M1/S1 fünf bis sechs, ohne daß die Ergebnisse stark differierten. Bedeutender als die Zahl der Einsätze ist der Zeitpunkt, der sich aus der Höhe der Bestände ableitet. Der Aufbau einer Alternativvegetation ist bis zur vollständigen Verdrängung des Japan-Knöterichs nur dann relevant, wenn z.B. aus Gründen der Hochwasser-Sicherheit eine geschlossene Grasnarbe angestrebt wird. Wegen der häufigen und tiefen Schnitte sind Hochstaudensäume bzw. natürliche Sukzessionsstadien

ausgeschlossen. Solche Formationen sind allerdings auch in weniger intensiv gemähten Beständen nicht konkurrenzfähig gegenüber dem Japan-Knöterich, deshalb kann eine naturnahe Entwicklung erst nach erfolgreichem Abschluß von Kontrollmaßnahmen (gleich welcher Art) eingeleitet bzw. der Sukzession überlassen werden. *Reynoutria japonica* ist mit Mahdhäufigkeiten von 3-4/Jahr nicht kontrollierbar. Dieser Arbeitsaufwand sollte auf begrenzte Flächen konzentriert werden, die öfter, aber mit Aussicht auf dauerhaften Erfolg bearbeitet werden. Bei Festlegung einer Mindesthöhe von 40 cm kann die Zahl der Einsätze im ersten Jahr bis zu acht betragen, v.a. im ersten Halbjahr kurz gestaffelt. Eine Verdrängung von *Reynoutria japonica* kann nicht vor dem dritten Jahr erwartet werden. Wegen der starken Zuwächse muß nach Augenschein zum nächstmöglichen Zeitpunkt ohne Verzögerung und nicht nach Terminplan o.ä. gemäht werden.

### 3.3.1.2 Herbizid-Anwendung

#### Beschreibung

Obwohl das Auftreten von Problempflanzen oft auf die Nutzungsform zurückzuführen ist, wird aus Zeitgründen Herbizideinsatz der Überprüfung und gegebenenfalls der Umstellung der Unterhaltungsform vorgezogen. Die Nachteile der verwendeten Mittel sind jedoch abzuwägen. Sowohl die spontanen Vorschläge von Praktikern als auch eine Studie über *Reynoutria japonica* aus Wales (RICHARDS, MOOREHEAD & LAING / WELSH DEVELOPMENT AGENCY 1990) und die Literaturstudie von DIAZ et al. (1993) verdeutlichen durch die hohe Zahl der Hinweise und erfolgten Versuche, die erheblichen Erwartungen in den Erfolg von Herbiziden.

Der optimale Anwendungszeitpunkt bei *Reynoutria japonica* ist unklar. Diskutiert werden Termine in der Hauptwachstumsphase im Frühjahr, nach Abschluß des Wachstums im Frühsommer und vor der Laubfärbung im Herbst. Weil die Wuchshöhe die Behandlung erschwert, wird auch die Kombination mit Mahd vorgeschlagen.

Datum	Mittel/ Wirkstoff	Typ	Dosierung Mittel/Wasser	Dbf/ Größe qm	Höhe RJ	Zuvor Mahd	Folge- behandlung	Er- folg			
22. 7. 92	Round-up (Glyphosat)	S / Tot	10l/300l/ha	AR09 (100)	70 cm	ja	nein	+			
				AR19 (100)	80 cm	ja	nein	+			
				KI16 (35)	70 cm	ja	nein	+			
				RE07 (80)	90 cm	ja	nein	+			
				AR17 (38)	90 cm	ja	nein	0			
Banvel M (MCPA/Dicamba)	S / Sel	8 l/300l/ha	KI18 (45)	70 cm	ja	nein	0				
			RE02 (100)	120 cm	ja	nein	0				
			Basinex P (Dalapon)	W	25 kg/300l/ha	AR21 (75)	130 cm	ja	nein	-	
Basta (Glufosinate-ammonium)	B	5 l/300l/ha	AR19 (50)	80 cm	ja	nein	-				
6. 10. 92	Round-up (Glyphosat)	S / Tot	10l/300l/ha	KI26 (60)	90 cm	ja	nein	-*			
				KI27 (60)	90 cm	ja	nein	-*			
				KI28 (40)	100 cm	ja	nein	-*			
				KI25 (90)	80 cm	ja	nein	-*			
10. 5. 93			Dochl (1:2)	AR09	30 cm	nein	ja	+			
				AR19	0 cm	nein	ja	+			
				KI16	25 cm	nein	ja	+			
				RE07	50 cm	nein	ja	+			
				KI25 (90)	200 cm	nein	nein	0			
				KI26 (60)	200 cm	nein	nein	0			
				Banvel 4S (Dicamba)	S / Sel	8l/300l/ha	AR17	140 cm	nein	ja	0
				KI18	120 cm	nein	ja	0			
				RE02	120 cm	nein	ja	0			
				Harmony (Thifensulfuron-Methyl)	S / Sel	30g/300l/ha	KI31 (60)	120 cm	nein	nein	0
30. 6. 93	Round-up (Glyphosat)	S / Tot	10l/300l/ha	KI25	35 cm	ja	ja	+			
				KI26	20 cm	ja	ja	+			
				KI27 (150)	100 cm	ja	nein	++			
				KI28 (30)	60 cm	ja	nein	++			
				KI29 (100)	80 cm	ja	nein	+			
KI30 (40)	80 cm	ja	nein	++							

\* Frost am 12.10.92 verhinderte vermutlich Erfolg

Tab.3: Herbizideinsatz auf den Dauerbeobachtungsflächen, Mittel, Termine, Erfolg. S = systemisch, Tot = total, Sel = selektiv, W = Wurzel/Blattherbizid, B = Blattherbizid

Die verwendeten Mittel werden von der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig unter Auflagen freigegeben. Hier kamen nur Mittel ohne W-Auflage (zulässig in wasserschutzgebieten, jedoch nicht in unmittelbarer, d.h. in einem Bereich unter 10 m, Gewässernähe). Die Mittel wurden durch den Pflanzenschutzbeauftragten des Amtes für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur Offen- burg mit einem Parzellenspritzgerät ausgebracht; hiermit erfolgte auch die Zweitbehandlung mit Banvel 1993. Round-up wurde 1993 zur Nachbehandlung mit dem Dochtstab ausgebracht.

#### Applikation von Round-up durch Injektion

Beim Institut für Systematische Botanik und Pflanzengeographie der Universität Heidelberg wurden bzw. werden die Langzeitwirkungen der Injektion kleinster Mengen Round-up in bis zum letzten Nodium abgeschnit-

tenen Pflanzen untersucht. Nach Vorversuchen scheint der Zeitpunkt bzw. das Entwicklungsstadium der Pflanze wichtiger zu sein als die Mittelkonzentration. Das Mittel wird über Strecken von über 2 m im Rhizom transportiert. Als Schädigungen werden genannt Verzweigungen, Sproßverkleinerungen, Blattverformungen, Verkürzung der Internodien. Diese Schädigungen ähneln denen der "Krüppelnester" im Jahr nach der Verabreichung auf den mit Round-up behandelten Dauerbeobachtungsflächen.

Die Mittel Harmony, Basta und Round-up und Duplosan DP werden durch das Institut für Phytomedizin der Universität Hohenheim in einem Herbizidversuch (Anwendung 8.7.1993) bei Offenburg erprobt. Der Versuch soll 1994 fortgesetzt werden (mdl. Mitt.).

## Ergebnisse

Das Blattherbizid *Basta* bewirkte Blattfall, der Verlust wurde umgehend ersetzt. Das Laub verblieb am Sproß, weitere Folgen waren nicht zu beobachten.

Nach Applikation von *Basinex P* stagnierte *Reynoutria japonica* kurzzeitig. Gräser in der Kontaktvegetation starben ab, im Lauf der folgenden Wochen bestand der Knöterich-Neuzuwachs aus deformierten Blättern, diese wie die alten Blätter von typ-entsprechender grüner Färbung. Sechs Wochen nach der Maßnahme begann der Bestand wieder zu wachsen. Das v.a. gegen Ampfergewächse im Mais neu auf den Markt befindliche *Harmony* bewirkte eine leichte Gelbfärbung der Blätter, der zum Zeitpunkt der Applikation noch mäßig im Höhenwachstum begriffene Bestand wuchs um weitere 20 cm. Der Bestand wurde nach drei Wochen gemäht, der folgende Zuwachs zeigte keine Anomalien. Nach Auskunft der Herstellerfirma wird das Mittel für untauglich gegen *Reynoutria japonica* eingeschätzt. Ergänzend wird auf die Algengiftigkeit des Mittels verwiesen (mdl. Mitt. am 18.5.1993). Die Flächen wurden vier Wochen nach dem Einsatz gemäht und eingesät. Auf den drei Flächen erreichte *Reynoutria japonica* bis Jahresende eine Deckung von 5, 30 und 90% und Höhen von 20, 30 und 90 cm.

*Round-up* erreicht als Totalherbizid auch den spärlichen Unterwuchs der Knöterich-Bestände. Diese reagierten mit Stagnation, die Blattränder verfärbten sich teilweise braun, verblieben jedoch an den Pflanzen, die Spitzentriebe verkümmerten teilweise, nach Auftreten dieser Veränderungen änderte sich das Erscheinungsbild bis zum Herbst und der abschließenden Mahd nicht. Ausgegrabene Rhizomstücke waren meist verfault und offensichtlich nicht mehr austriebsfähig. Im Frühjahr 1993 trieben zeitgleich wie bei nicht-behandelten Flächen einige wenige Knöterich-Pflanzen aus, die bis zur Nachbehandlung am 10.5. bis zu 50 cm Höhe erreichten und gegenüber den Vergleichsflächen wesentlich schwächer im Wuchs sind und deren Flächenanteil unter 5% bleibt. Zwischen Ende Mai und Ende Juni erschienen auf den Dbf. AR09, K116 und RE07 nestartige Gebilde mit stark

verzweigten, verkrüppelten Kurztrieben mit deformierten, gelblichen Blättern, die offensichtlich auf die vorjährige



Abb. 26: Dauerbeobachtungsfläche Nr. 7 an der Rench (RE07) vor der Anwendung mit Round-up am 16. Juni 1992



Abb. 27: Dieselbe Fläche (RE07) nach der Anwendung am 20. August 1992



Abb. 28: Dieselbe Fläche (RE07) nach einer zusätzlichen Nachbehandlung im Frühjahr 1993 hier im Herbst 1993

Anwendung zurückzuführen sind, da sie bei den 1993 erstmals behandelten Flächen nicht oder erst wesentlich später erscheinen, allerdings auch nicht bei der Dbf. AR19, die 1992 behandelt wurde. Die Nachbehandlung mit dem Streichdocht ist zeitaufwendig und wenig exakt. Da alle angewandten Mittel kurzfristig abgebaut werden, ist in allen Fällen ein hoher Ansaaterfolg möglich, der durch vorherige Mahd mit Abräumen erleichtert wird. Ohne Ansaat werden die Flächen meist schnell durch Pioniervegetation besiedelt.



Abb. 29: Krüppeltriebe am 2. Juni 1993 nach vorjährigem Round-up-Einsatz (Dauerbeobachtungsfläche AR09)

### Zusammenfassung Herbizid-Verfahren

Von den erprobten Mitteln ist *Banvel M* bzw. *4S* bedingt erfolgreich, indem *Reynoutria japonica* geschwächt wird. Sollte der weitere Einsatz erwogen werden, ist die Nachhaltigkeit über mehrere Vegetationsperioden zu erproben. Die Verwendung des Mittels wurde im Rahmen

des Projektes nicht weiterverfolgt. *Round-up*, das sowohl in der Forschung als auch im Praxiseinsatz für die hier gestellte Aufgabe favorisiert wurde, wirkt ausreichend, jedoch wird *Reynoutria japonica* bei einmaligem Einsatz nicht vollständig entfernt. Nachbehandlung ist notwendig, über welchen Zeitraum, ist allerdings noch nicht bekannt und bedarf der eingehenden Klärung. Der Anwendungszeitpunkt muß ebenso durch weitere Forschung ermittelt werden. Ab Mitte Mai läßt die Wuchshöhe eine Applikation ohne vorherige Mahd nicht mehr zu, später muß die Höhe der Pflanze zu einem geeigneten Schnittzeitpunkt im Hinblick auf die angestrebte Höhe für den vorgesehenen Einsatz manipuliert werden. Die anderen erprobten Mittel sind für die gestellte Aufgabe nicht geeignet.

Die praktische Erprobung von *Round-up* gegen *Reynoutria japonica* sollte im Gewässerbereich dann weiter untersucht werden, wenn die hier angenommene Einschätzung zutrifft, daß die wuchsstarken Japan-Knöterich-Reinbestände mit ihrer aggressiven Ausbreitungstendenz und negativer ökologischer Wertigkeit durch die zeitlich, räumlich und mengenmäßig begrenzte Anwendung eines Herbizids mit schneller Abbaubarkeit und Unbedenklichkeit gegenüber der Kontaktvegetation und hinsichtlich der Zerfallsprodukte, wie es Glyphosat unterstellt wird, in standortgerechte Vegetationsformen überführt werden können.

### Applikation von Round-up durch Streichen

Das Gartenamt der Stadt Villingen-Schwenningen bekämpft *Reynoutria japonica* seit Jahrzehnten mit *Round-up*. Das Mittel wird mit Pinseln aufgetragen, um die meist vorhandene Kontaktvegetation nicht zu schädigen. Das Mittel wird auch unmittelbar an Gewässern angewendet und für solche Einsätze fallweise eine Genehmigung eingeholt (mdl. Mitt.).

### 3.3.1.3 Ätzende und thermische Verfahren

#### Beschreibung

Überdosierte Gaben von **Kalkstickstoff** und **Brantkalk** entsprechen in ihrer ätzenden Wirkungsweise Kontaktherbiziden. Es kann lediglich eine Schädigung der bestäubten Pflanzenteile erwartet werden. Wegen den pflanzennährenden Eigenschaften der beiden Stoffe wurde das Verfahren früher in der Landwirtschaft verwendet, um vor Auflaufen der Feldfrucht Düngung und Unkrautvernichtung zu verbinden. Bei **thermischen Verfahren** kann durch offene Flamme oder Infrarot-Bestrahlung die Schädigung der Außenhaut und der Zellwände erreicht werden.

#### Maßnahmen auf den Dauerbeobachtungsflächen

**Brantkalk** (AR22) wurde mit 10 kg/10 m<sup>2</sup> (zehnfach überdosierte im Verhältnis zur regulären Düngergabe), **Kalkstickstoff** (AR20) mit 10 kg/50 m<sup>2</sup> (fünffach überdosierte) am 18.8.1992 auf taufeuchte Reynoutria-Bestände ausgebracht, die nach vorheriger Mahd wieder 70 bzw. 130 cm Höhe erreicht hatten.

**Thermische Verfahren:** Auf den zuvor gemähten und nun 70 bis 120 cm hohen Knöterich-Pflanzen der Dbf. AR10, RE01, K117 + 19 sollten durch die Verwendung eines propangasbetriebenen Brenners die Blattflächen auf zwei Dauerbeobachtungsflächen die Pflanzen vollständig verbrannt werden.

#### Ergebnisse

**Brantkalk** zeigte keine Wirkung. Der feine Staub blieb bis zum Frosteinbruch auf den Blättern haften. **Kalkstickstoff** wirkte wesentlich aggressiver. Die Pflanze verlor innerhalb weniger Tage alle Blätter, die jedoch schnell wieder durch Neuaustriebe aus den Achseln ersetzt wurden. Der Bestand begann nach zweiwöchiger Stagnation wieder mit Höhenwachstum und ent-

wickelte Blütenknospen. Fünf Wochen nach der Maßnahme stand die Pflanze voll belaubt in Blüte und hatte im Höhenwachstum fast an die nicht gemähte (!) Vergleichsfläche angeschlossen.

**Thermische Verfahren:** Reynoutria japonica ist außerordentlich schwer brennbar. Durch die Flamme wird die oberste Blattschicht versengt, so daß die Blätter zusammenfallen. Die erforderliche hohe Temperatur erreicht jedoch nicht die inneren Schichten der Bestände. Die Pflanzen bilden nach kürzester Zeit neue Blätter, die Dbf. AR10 und RE01 waren zwei Wochen nach der Maßnahme wieder vital und nahmen gleichzeitig das Höhenwachstum wieder auf, nur braune Blätter wiesen auf den sehr zeitaufwendigen Einsatz hin. Vollständiges Verbrennen der Bestände war nicht möglich.

#### Zusammenfassung Ätzende und thermische Verfahren

Die Maßnahmen **Brantkalk**, **Kalkstickstoff** und **Thermische Verfahren** sind teilweise völlig wirkungslos, teilweise kontraproduktiv (Kalkstickstoff), da nach kurzer Stagnation sowohl das abgefallene Laub als auch das eingesetzte Mittel als Dünger pflanzenverfügbar werden und das Wachstum fördern, teilweise gefährlich (Kalkstickstoff muß wegen seiner ätzenden Wirkung in Schutzkleidung ausgebracht werden - gefährdet sind Atemwege, Schleimhäute, Augen, Haut und Textilien; die Verwendung von Propangas bei den thermischen Verfahren unterliegt den betriebsbedingten Risiken beim Umgang mit offener Gasflamme, das Behältnis vereist bei dauerhafter Gasentnahme), teilweise zeitaufwendiger als Mahd (Thermische Verfahren) bei minderer Beeinträchtigung von Reynoutria japonica. Die Maßnahmen mit Brantkalk, Kalkstickstoff und Flämmen wurden 1992 nicht mehr im geplanten Maß weiterverfolgt und 1993 in der weiteren Diskussion nicht mehr berücksichtigt.

### 3.3.1.4 Pflanzmaßnahmen

#### Beschreibung

Die meisten Japan-Knöterich-Standorte sind gehölzfrei, daher wird vermutet, daß durch Gehölzpflanzungen und ingenieurbioologische Bauweisen (Ziel Gehölzansiedlung) *Reynoutria japonica* verdrängt werden kann: durch Wurzelkonkurrenz (Wasser, Nährstoffe, Wurzelraum) und Schattendruck. Wegen der starken Vitalität von *Reynoutria japonica* sind die jungen Pflanzungen aber selbst diesen durch den Japan-Knöterich bedingten Konkurrenzfaktoren ausgesetzt. Anfangs wird ein verstärkter Pflegeaufwand erwartet. Bereits vor ca. 15 Jahren wurden auf einigen Landseiten von Kinzig-Dämmen einige Pflanzungen realisiert, jedoch nicht dokumentiert. Zur Pflanzenverwendung geben SCHWABE-KRATOCHWIL (1991) und ADLER (1991) Hinweise.

#### Maßnahmen auf den Dauerbeobachtungsflächen

Auf den zuvor gemähten Dbf. AR18 (200 m<sup>2</sup>), KI21 (120 m<sup>2</sup> sowie eine Nachbarfläche) und KI24 (30 m<sup>2</sup>) wurden im November 1992 Pflanzungen im 1-m-Raster in 100%ige *Reynoutria-japonica*-Flächen eingebracht. Die Artenwahl entsprach den Zielen und Standortverhältnissen. Statt des gestuften Aufbaus (Sträucher/Bäume II. Ordnung/Bäume I. Ordnung) wurden hochwachsende Gehölze an die Ränder und schattenverträgliche Sträucher in die Fläche gesetzt. Die auch standortgerechten Weiden-Arten wurden wegen ihrer geringen Beschattungswirkung nicht verwendet. Die gewässer-nahe Pflanzreihe besteht aus Erlen, die zweite Reihe aus Erlen, Eschen und Traubenkirsche. Darüber wurden Bergahorn und Winterlinde sowie Stieleiche, Hainbuche, Bergulme und als Sträucher Hasel und Liguster verwendet. AR18 und KI21 befinden sich zwischen Gewässer und Weg, auf AR18 steht eine ca. 10 - 15jährige Pflanzreihe, die Fläche wird von einem Unterhaltungsweg (Gras) durchquert. KI24 ist eine Lücke in einer ca. 10 Jahre alten Pflanzung, die als Versuchspflanzung gegen *Reynoutria japonica* aufgebaut worden war. Insgesamt wurden 247 Pflanzen, davon 36 Sträucher, gepflanzt.



Abb. 30: Pflanzfläche an der Kinzig (KI21) im April 1993



Abb. 31: Pflanzfläche an der Kinzig (KI21) im September 1993

#### Ergebnisse

1993 wurde AR18 dreimal (bei Höhen des Knöterich-Aufwuchses von 180 bis 90 cm) und KI21+24 viermal (bei Höhen des Knöterich-Aufwuchses von 140 bis 60 cm) gemäht. Pflanzenausfälle waren nicht festzustellen, Gehölzzuwächse waren minimal.

#### Zusammenfassung Bepflanzung

Durch die jungen Pflanzungen lassen sich keine nachhaltigen Wirkungen auf den Japan-Knöterich absehen. Der Aufwand für 3-4malige Mahd überschreitet das Maß normaler Pflege, jedoch nicht erheblich. Die gepflanzten Gehölze sind angewachsen und sollten weiter ausgemäht und beobachtet werden.

### 3.3.2 Projektstudien

Neben dem Betrieb der Dauerbeobachtungsflächen, die eingerichtet wurden, um gezielt vorrangig Fragestellungen aus der Unterhaltungspflicht unter Abgleich verschiedener Parameter über den gesamten, mittelfristig angelegten Zeitrahmen der Untersuchung abzuklären, wurde gleichzeitig eine Reihe von Projektstudien durchgeführt, die zur Lösung weiterer, durch die Verbreitung von *Reynoutria japonica* verursachter Probleme, beitragen könnten. Diese Projektstudien wurden in die Untersuchungen integriert oder kamen den Bearbeitern zur Kenntnis. Es sind dies

- Möglichkeiten der Hochwasser-Schadensbeseitigung in Japan-Knöterich-Befallsstrecken durch ingenieurbiologische Bauweisen;
- Perspektiven der Beweidung zur Kontrolle von *Reynoutria japonica* in Befallsgebieten als Alternative zur Mahd;
- Einsatz maschineller Trennverfahren zur Sanierung Japan-Knöterich-kontaminierter Böden;
- sonstige Lösungsansätze/Aktivitäten.

#### 3.3.2.1 Ingenieurbiologische Bauweisen

Unter ingenieurbiologischen Bauweisen werden konstruktive Bauweisen unter Verwendung von Pflanzen und/oder Pflanzenteilen verstanden (vgl. z.B. WBA OFFENBURG 1992, ZEH 1986, SCHIECHTL 1973).

##### Problembeschreibung

Typische Hochwasserschäden an Japan-Knöterich-Gewässern sind oft tiefe Erosionen unter den feinzugelarmen *Reynoutria*-Rhizomen, bei denen der Feinboden zusammen mit dem teilweise fragmentierten Rhizomsystem abdriftet und außer dem Bodenskelett meist die älteren und tiefer siedelnden Rhizome verbleiben. Diese Schäden werden meist reguliert durch ein gestaffeltes Repertoire von Bodenandekung mit Graseinsaat bis zum Aufbau einer Unterkonstruktion aus Blöcken, Böschungsfußsicherung, Verfugung und Übererdung mit Oberboden und dessen flächiger Sicherung mit Maschendraht. Im

Bereich von Bauwerken wird auch in Mörtel gelegtes Steinpflaster auf verdichtetem Unterbau akzeptiert. Diese Bauweisen fördern unbeabsichtigt die Rekonvaleszenz

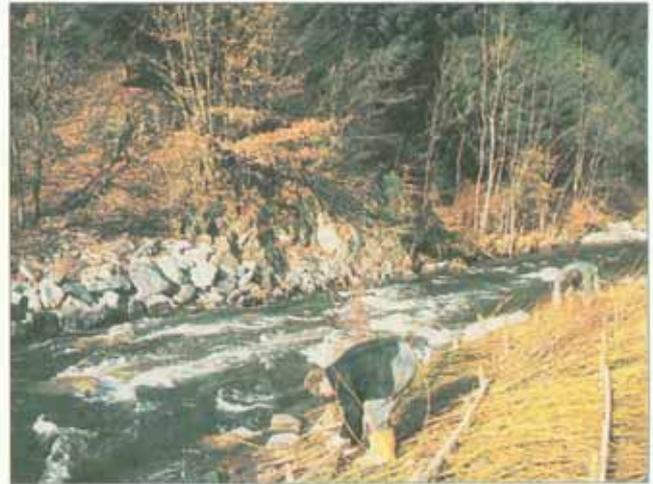


Abb. 32: Weiden-Spreitlagen an der Wolf oberhalb Oberwolfach, Fläche im September 1992, Japan-Knöterich-Austritte nach Unterhaltungsmahd

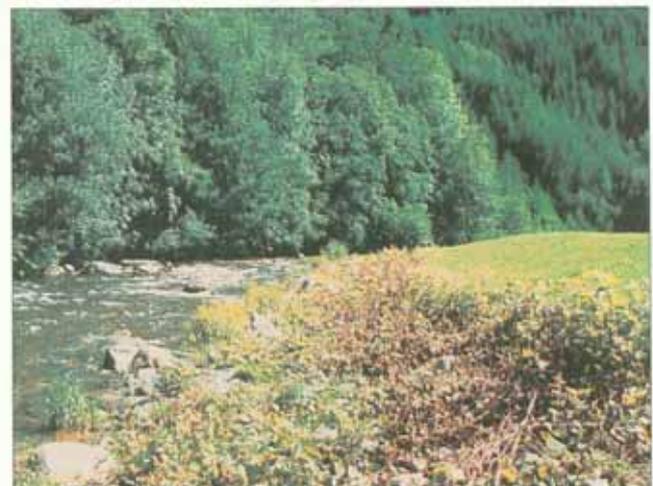


Abb. 33: Dieselbe Fläche im Februar 1993, Einbau der Weiden-Spreitlagen

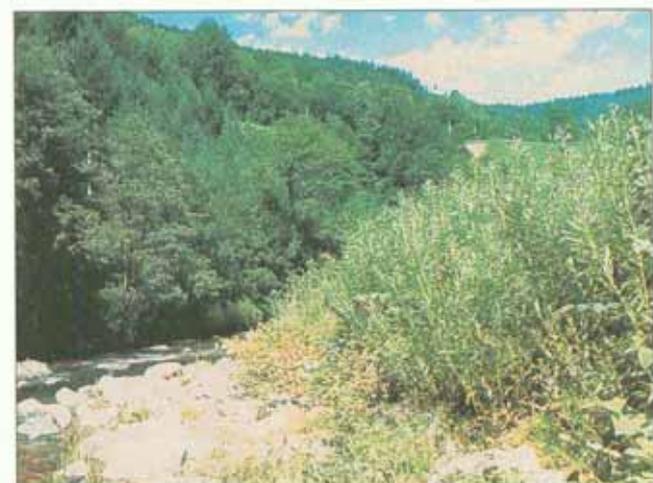


Abb. 34: Dieselbe Fläche im Sommer 1993, flächendeckende Etablierung der Weiden, noch einzelne Japan-Knöterich-Pflanzen (z.B. im Vordergrund)

der überbauten Rhizome, v.a. bei "hartem" Verbau wegen des günstigen Mikroklimas und des unter den Steinen verfügbaren Kondenswassers. *Reynoutria japonica* gelingt es schließlich auch verwitterungsbedingte Haarrisse in vollverfügbarem Pflaster zu durchwurzeln.

### Maßnahme

Von ingenieurb biologischen Bauweisen mit dem Ziel der Etablierung von Gehölzen, wird in solchen Bereichen erwartet, daß sie außer den "normalen" Gehölzpflanzungen unterstellten Funktionen wie Wurzelkonkurrenz und Schattendruck gegenüber *Reynoutria japonica* sofort uferfestigende konstruktive Funktionen erfüllen. Bei den oben beschriebenen Schäden kommt als konstruktiver Schutz vorrangig der Verbau mit Weiden-Spreitlagen in Betracht. Das Uferprofil wird mit geeignetem (möglichst bindigem) Boden in der ursprünglichen oder gewünschten Neigung wiederhergestellt. Bindiger Boden erschwert das Durchwachsen des Japan-Knöterichs und verschafft so den Weiden einen "Startvorteil".

Die Weiden-Spreitlage mit ca. 1,5 m langen, jungen Ruten von schmalblättrigen Arten wird fachgerecht installiert, übererdet und mit einer Fußsicherung aus Faschinen oder Blöcken aus dem Gewässer gesichert. Zusätzlich ist die Pflanzung von Erlen und Eschen, die den Endbestand bilden sollen, in die Sanierungsfläche sinnvoll. Spreitlagen kamen im Rahmen der Hochwasser-Schadensbeseitigung im Dezember 1992 an der Wolf durch ein Landschaftsbau-Unternehmen und im Februar 1993 an der Rench durch Regiekolonnen des WBA als Pilotprojekte zur Ausführung. An beiden Gewässern wurden neben reinen Weiden-Spreitlagen, die zu 100% aus austriebsfähigem Material hergestellt werden, auch Beimischungen von nicht zuverlässig austreibenden Arten wie z.B. Hasel und Erle sowie Totholz-Spreitlagen aus Fichtenreisig (ergänzt durch Weiden-Steckhölzer) erprobt sowie Bodensicherung durch Maschendraht bzw. Jutegewebe. Die Länge der Einzelstrecken betrug zwischen 30 und 50 m. Auf eine Gehölzpflanzung als Abgrenzung zur benachbarten Nutzung wurde verzichtet.

### Ergebnisse

Die Spreitlagen an beiden Gewässern in allen Varianten entwickelten sich problemlos. Die im Dezember 1992 an der Wolf eingebrachten Pflanzenteile trieben allerdings früher und kräftiger, unter Umständen weil die Flächen an der Rench stärker übererdet wurden oder das Pflanzenmaterial dort dem Frost ausgesetzt war. Die 100%igen Varianten erreichten im Frühsommer bei Höhen um 150 cm 90 - 100% Flächendeckung. Der Japan-Knöterich konnte sich dort nur randlich typgemäß entwickeln und wurde zweimal gemäht, ohne daß hierdurch die Ausdehnung in die randliche Nutzung (Wolf: Grünland; Rench: Acker) verhindert werden konnte. Die Fichten-Spreitlage und Bodensicherung durch Maschendraht bzw. Jute hat lediglich Bodensicherungsfunktion und keinen Einfluß auf die Japan-Knöterich-Bestände. Steckhölzer und Setzstangen trieben aus, konnten aber naturgemäß nur unerhebliche Flächenanteile erreichen.

Die **Baukosten** an der Wolf inklusive Erdarbeiten, Lohn und Material, flächiger Grassaat und ein Mähgang, jedoch **ohne** Gewinnung von Pflanzmaterial, betrug bei allen Spreitlagen-Varianten (wegen desselben Aufwandes) **19 DM/m<sup>2</sup>**, bei der Maschendraht- bzw. Jutesicherung **11 DM/m<sup>2</sup>**.

### Zusammenfassung

**Die Bauweise ist als Kontrollmethode gegen *Reynoutria japonica* und zur Beseitigung von Hochwasserschäden hervorragend geeignet und ökologisch anderen Kontrollmethoden und Bauweisen überlegen.**

Bei gleichen Kosten ist der 100%igen Weiden-Spreitlage zur Unterdrückung des Japan-Knöterichs der Vorzug zu geben. Bei vermindertem Anteil an austriebsfähigem Material entsteht in den Lücken Wuchsraum für *Reynoutria japonica*, wo die Pflanze für die Mahd schwer erreichbar wird. Der Baulermin sollte möglichst früh, z.B. im Dezember, gewählt werden, weil dann die Frostgefahr geringer ist und berücksichtigt werden muß, daß Weiden früh blühen und dann nicht mehr eingebaut und

(aus naturschutzrechtlichen Gründen) nicht gewonnen werden können. Andererseits ist die Wahrscheinlichkeit von Hochwässern zu berücksichtigen, die im Untersuchungsgebiet im frühen Winter höher ist. Letztendlich sind aber auch die betrieblichen Möglichkeiten zu bedenken. Beim Kostenansatz von DM 19.-/m<sup>2</sup> besteht bei zunehmender Erfahrung und Verfeinerung der Technik noch kalkulatorischer Spielraum.

### Praktischer Einsatz

Weiden-Spreitlagen sollten zur Böschungssicherung, zur Hochwasserschadensbeseitigung, bei Gewässerentwicklungmaßnahmen und speziell zur Verdrängung von *Reynoutria japonica* verwendet und empfohlen werden. Fichten-Spreitlagen fungieren als Sofortmaßnahme zur Bodensicherung. Ihre Eignung als Kontrollmaßnahme gegen den Japan-Knöterich sollte durch dichten Besatz mit Steckhölzern verstärkt werden. Die beiden Versuchsstrecken an Wolf und Rench sollten hinsichtlich der Entwicklung der Gehölze, des resultierenden Pflegebedarfes und Schattendrucks auf angrenzende Nutzungen und hinsichtlich der Effizienz zur *Reynoutria*-Kontrolle weiterbeobachtet werden. Als weitere Referenzstrecke wurde mittlerweile durch das WBA Offenburg die 150 m lange Strecke an der Wolf - in ähnlicher Weise gestaltet - um weitere 300 m verlängert. Bei der Verlegung des Entersbaches (Biberach/Baden) wurden im Bereich des neuen, naturnah gestalteten Verlaufes erforderliche Böschungssicherungen ausschließlich durch Weiden-Spreitlagen ausgeführt (Gewässer ohne *Reynoutria*-Befall).

### 3.3.2.2 Beweidung

#### Problembeschreibung

Weil *Reynoutria japonica* in seinen Verbreitungsgebieten durch sein seitliches Wachstum, durch Neuansiedlung bei Verdriftung durch Hochwasser und durch anthropogene Verbreitung exponentiell zunimmt, verschiebt sich bei den Unterhaltungspflichtigen der Aufwand zuungunsten der regulären Unterhaltung. Als Alternative

zum personal- und maschinenintensiven Mäheinsatz kommt die Beweidung in Betracht. Wegen der unabdingbaren Schonung der Grasnarbe und der großen, in Betracht kommenden Flächen sind ausschließlich Schafherden denkbar, obwohl im Untersuchungsgebiet fallweise auch Pferde und Rinder an *Reynoutria japonica* fressend beobachtet wurden, hier v.a. die Galloway-Hochland-Rinderrasse, deren Eigner plausibel machen konnte, daß die Tiere die gewässerbegleitenden *Reynoutria*-Bestände an der Nordrach vollständig verdrängt hatten. Vom selben Gewässer berichtete eine Hobby-Züchterin davon, daß Heidschnucken nach einigen Vegetationsperioden die Steilböschung ihres Grundstücks zur Nordrach völlig vom Japan-Knöterich befreit hatten, ohne Trittschäden zu verursachen. Erfahrungen mit Wirtschaftsschafzassen, die in der Ortenau gehalten werden, bestehen nicht. Wegen der Konflikte mit der übrigen Landwirtschaft wird dort in der Vegetationsperiode nicht gewandert. Der höhere ökologische Wert von Schafbeweidung gegenüber der maschinengestützten Mahd ist evident.

#### Maßnahme

Zur Erprobung der prinzipiellen Eignung von Heidschnucken stellte ein privater Tierhalter drei Tiere zur Verfügung, die vom 29.6. - 15.10.1992 (= 109 Tage) auf einem hierfür eingerichteten ca. 500 m<sup>2</sup> großen Gehege, einer kräuterreichen Weidelgras-Weißklee-Weide mit einigen mehrere Quadratmeter großen Japan-Knöterich-Beständen, teilweise beschattet von zwei großen Walnußbäumen auf dem Gelände des WBA-Bauhofes in Offenburg gehalten wurden. Der Japan-Knöterich hatte eine Höhe von 130 cm erreicht, auf der Hauptfläche in einer Dichte von 20 Trieben/m<sup>2</sup>. Wegen den positiven Erfahrungen wurde dieser Versuch vom 11.5. - 7.9.1993 (= 119 Tage) fortgeführt. Daraufhin erklärte sich eine lokale Naturschutzvereinigung bereit, in Zusammenarbeit mit der Stadt Renchen und einem privaten Schafzüchter auf einer stadteigenen *Reynoutria*-Fläche, mit ca. 1 ha der größte hier bekannte zusammenhängende Bestand in Mitteleuropa, ein Gehege von ca. 10 Ar einzurichten und 6 - 7 Heidschnucken dem Höhenwachstum entsprechend einzusetzen. Dies geschah 1993 zwischen dem 21.5. und

5.7. (= 44 Tage) sowie nach einer Pause, in der die Fläche einmal gemäht wurde, von 31.8. bis 6.10. (= 37 Tage). Ziel hierbei war die Simulation einer Driftweide.

### Ergebnisse

Heidschnucken sind scheue Herdentiere, die nach den hier erforderlichen Transporten mit Kraftfahrzeugen eine Woche zur Eingewöhnung benötigten. Erschwert wurde dies im Bauhof Offenburg durch die zahlreichen betriebsbedingten Störungen. Nach dieser Phase fraßen die Tiere, konzentrisch ausgehend von ihrem Unterstand, gezielt an ausgereiften *Reynoutria-japonica*-Blättern in Maulhöhe, danach bis in Bodenhöhe. Nachdem die gesamte Weide in dieser Weise kahlgefressen war, versuchten Tiere in den ausgedehnten Beständen in Renchen die Stengel, die die Maulhöhe überragten, mit ihren Körpern zum Boden zu drücken, um anderen Tieren das Fressen zu ermöglichen. **Junge, frisch ausgetriebene Blätter wurden verschmäht.** Gräser und Kräuter wurden erst akzeptiert, als kein Japan-Knöterich mehr zur Verfügung stand. Mit einem über den Zaun gehaltenen Trieb konnte diese Vorliebe bei Bedarf demonstriert werden. Während die Gruppe in Offenburg bis zum Herbst in ihrem Gehege verblieb und ab Hochsommer mit Heu und frischem Grasschnitt zugefüttert werden mußte, wurden die Tiere in Renchen von der Weide genommen, sobald diese abgeweidet war. Die 1992 kartierten Japan-Knöterich-Flächen auf der Weide Offenburg trieben 1993 offensichtlich leicht geschwächt in wenig verringerter Zahl wieder aus, verloren jedoch schnell an Vitalität und waren ab Juni nicht mehr nachzuweisen. Auch nach der frühen Ausquartierung am 7.9. war kein Japan-Knöterich mehr festzustellen, obwohl nachweislich im Vergleich zu den Dauerbeobachtungsflächen noch ein Wachstum bis 40 cm möglich gewesen wäre. Die Fläche war (auch im Schatten der Nußbäume) von einer dichten kurzen Grasnarbe bedeckt. Tritt- bzw. Lagerspuren entstanden ausschließlich direkt vor dem Eingang zum Unterstand. Die Weide Renchen läßt sich nach einem Jahr Einsatz nicht beurteilen. 16 Tage nach Ende des ersten Einsatzes (5.7.) hatte *Reynoutria japonica* dort (am 21.7.) bei einer Höhe von 150 cm 100 % Deckung erreicht und wurde am 28.7. gemäht.



Abb. 35: Heidschnuckenweide im Stadtwald Renchen am 25. 5. 1993, drei Tage nach dem Einsatz von sechs Tieren



Abb. 36: Dieselbe Fläche am 23. 6. 1993 nach 33 Tagen



Abb. 37: Dieselbe Fläche am 5. 7. 1993 nach 44 Tagen

Bis zum Beginn des zweiten Einsatzes (31.8.) waren wieder 150 cm und 100 % Deckung erreicht. Nach Ende des Einsatzes (6.10.) begann *Reynoutria japonica* wieder zu treiben, bis der erste Frost das Wachstum beendete.

### Zusammenfassung

Heidschnucken sind geeignet, effektiv gegen *Reynoutria japonica* eingesetzt zu werden. Sie bevorzugen die Pflanze, jedoch nur reife Blätter, so daß sie längere Zeit oder häufig die Einsatzfläche besuchen müssen. Sie hinterlassen auch nach langer Verweildauer auf einer nicht ausreichenden Fläche (= Zufütterbedarf) keine Trittschäden auf ebenem, teilweise beschattetem Gelände. Erfahrungen an Böschungen liegen nicht vor. Die Fläche muß eingezäunt sein. Die *Reynoutria*-Bestände dürfen die Fraßhöhe von 150 cm nicht übersteigen, sonst muß nach vollständiger Abweidung gemäht werden. Die Tiere werden im Mai geschoren und stehen dann womöglich nicht für Transporte zur Verfügung, während in dieser Zeit der Japan-Knöterich seine Hauptwachstumsphase hat.

### Praktischer Einsatz

Da in Süddeutschland Heidschnucken nicht in Herden gehalten werden, können ihre positiven Eigenschaften nicht als Alternative zur Mahd und gegen *Reynoutria japonica* speziell eingesetzt werden. Für 1993 bestand das Angebot eines Vollerwerbsschäfers, eine pachtfreie und knöterich-belastete Referenzstrecke an der Rench unterhalb von Oberkirch (ca. 3 km Länge bei 6 m breitem Vorland und 4 m breiter Dammböschung) mit seiner Herde in Form einer Driftweide zu bewirtschaften. Da die Strecke vom Standort dieser Herde im oberen Renchtal nicht erwandert werden kann, hätten die Tiere transportiert werden müssen. Diese Möglichkeit wurde bisher nicht wahrgenommen. Nach den bisherigen Erfahrungen und weiteren Hinweisen sollte ein solcher Versuch trotzdem unterstützt werden.

Die Fläche an der Rench (3 ha) würde überschlägig berechnet den Jahresbedarf von ca. 30 Schafen decken, so daß bei einer Vollherde maximal drei Durchgänge im Jahr denkbar sind (DM 7.200.-) und wegen des begrenzten Querschnitts auch eine Teilherde in Betracht gezogen werden müßte. In diesem Fall wären 100 Stück bei 3 - 4 Terminen im Jahr ausreichend (DM 1.800.- bis 2.400.-), die allerdings nicht vom Schäfer selbst beauf-

sichtigt werden können, da dieser bei der Hauptherde verbleiben muß. Die Belastung beim Transport kann sich insbesondere bei trächtigen Schafen negativ auswirken. Sinnvoller und realistischer wäre der Einsatz einer ganzen Herde über den dann notwendigen Bereich von 10 - 20 km (abhängig vom Querschnitt) beidseits eines Gewässers. Geeignet hierfür sind zahlreiche Abschnitte v.a. der Kinzig. Bei Wahrnehmung dieser Option sind die Pachtverhältnisse der Vorlandflächen abzuklären.

Ziele eines Beweidungsversuchs wäre die Feststellung, ob Beeinträchtigungen der benachbarten Nutzungen entstehen, inwieweit die relativ steilen Uferpflasterbereiche durch die Beweidung ordnungsgemäß unterhalten werden können, ob die Tiere bei ausreichend alternativem Angebot auf *Reynoutria japonica* weiden und ob die Unversehrtheit der schützenden Grasnarbe dort, wo sie noch vorhanden ist, erhalten bleibt. Da im Abflußquerschnitt Weidezäune nicht fest installiert werden können, müssen die Herden gehütet werden bzw. mit abbaubarem Transportzaun gesichert werden. Die Nachtquartiere sind außerhalb des Querschnitts vorzusehen. Der zeitliche Rahmen für einen derartigen Versuch sollte auf 4 - 7 Jahre angelegt werden und nach zwei Jahren bewertet werden.

### 3.3.2.3 Maschinelle Verfahren

#### Problembeschreibung

Während regulärer Unterhaltungsmaßnahmen, beim Bau von Querbauwerken, Dammsanierungen und Hochwasserschadensbeseitigung u.ä. werden in der Wasserwirtschaft vielfach Böden gefördert, bewegt, mit anderen Böden und Materialien gemischt, eingebaut und weiteren Nutzern überlassen, die in Gebieten mit Japan-Knöterich-Beständen mit zunehmender Wahrscheinlichkeit mit Knöterich-Rhizomen kontaminiert sind. In zahlreichen Fällen wurden auf diese Weise neue Standorte begründet, die künftig imstande sind, bei Hochwasser Rhizomfragmente freizusetzen sowie bei künftigen Baumaßnahmen diesen Kreislauf zu fördern und in jedem Fall die Unterhaltung bzw. Nutzung am neuen Standort

erschweren. Deshalb sollten die (oft guten und vielseitig verwendbaren) Böden, die v.a. im Wasserbau in großer Menge anfallen, verkehrsfähig aufbereitet werden.

**Maßnahme**

Für die Trennung verschieden großer Fraktionen im hier vorgesehenen Maßstab sind Siebtrommeln geeignet, die z.B. zur Aufbereitung von Bauschutt und Kulturerde benutzt werden. Erprobt wurden 1992 fünf Geräte, von denen drei stationäre, horizontal gelagerte Trommelsiebe waren, die über einen Einfülltrichter mit einem Radlader beschickt werden, ein Trommelsieb war als Anbau an einen Radlader montiert. Ein Rüttelsieb, bei dem das Siebmaterial auf einer geneigten Ebene gesiebt werden soll, erwies sich als offensichtlich untauglich. Die stationären Siebe wurden auf speziellen Zwischendeponien für knöterich-belasteten Boden, der vor dem Vorlandabtrag im Bereich der Ausbauquerschnitte vom WBA Offenburg getrennt gefördert wird, eingesetzt. Die Geräte fördern das Siebmaterial aus dem Einfülltrichter in eine 4,5 - 7,1 m lange Siebtrommel. Eine innenliegende Wendel führt das grobe Material zum hinteren Förderband. Die ausge-siebten Fraktionen werden unter der Trommel gesammelt und über ein seitliches Förderband deponiert. Das gesäuber-te Material wurde zur Beobachtung abseits gelagert.

Das Anbaugerät *Rotar-Cleaner* (Firma Zeppelin) wurde im Überschwemmungsgebiet "Großer Deich" eingesetzt. Im Rückstau des Wehrs konnten sich dort große, zusammenhängende *Reynoutria-japonica*-Bestände ausbilden. Die vorgesehene Fläche wurde vor dem Einsatz gemäht und dann im Laufe des 2.7.1992 ca. 70 cm tief ausgekoffert, da tiefer keine Rhizome vermutet wurden.



Abb. 38: Stationäres Trommelsieb (hier Wawik) im Einsatz bei der Deponie Berghaupten

Der Anbau wird wie die Schaufel eines Radladers benutzt. Die gefüllte Halbschale wird mit dem Siebträger zur Trommel geschlossen und angehoben, bei langsamer Rotation fällt das gesäuberte Material durch die Siebe (Maschenweite durch Siebeinsätze wählbar zwischen 6 - 45 mm). Bei günstiger Witterung und unproblematischen Böden wurden mit 40 mm Maschenweite aus 150 m<sup>2</sup> ca. 5 m<sup>3</sup> Rhizome und Steine aussortiert. Das gesäuberte Material und die ausgekofferte Grube blieben zur weiteren Beobachtung liegen, das Überkorn wurde anderweitig verwendet. Dieses Überkorn als konzentriertes Gemenge von Steinen, Gehölzresten, Grassoden und v.a. Knöterich-Rhizomen stellt ein Entsorgungsproblem dar, weil gerade *Reynoutria japonica* in hohem Maße im selben Jahr wieder austreibt und es sich, abhängig vom Anteil an der Gesamtmenge, um erhebliche Massen handeln kann, deren Hauptgewicht aus Steinen besteht. Unaufbereitet ist das Material nicht verwendbar. Der Versuch, im März 1993 Teile des Materials flächig ausgebracht mit einem Anbaugerät (*Willibald*), das auf steinigen Äckern eingesetzt wird, zu zerkleinern, bewirkte:

Typ	Länge	Durchmesser	Siebweite	Durchsatz (m <sup>3</sup> /h)	DM/m <sup>3</sup> (Gesamt)	Verhältnis Gesamt:Überkorn
Zeppelin Rotar-Cleaner	2,20 m	1000 mm	40 mm	20	8,0	150 : 5 = 3,3 %
Doppstadt 718 SM	7,10 m	1800 mm	20/45 mm	25	9,7	200 : 48 = 24,0 %
Doppstadt 518 SM	4,70 m	1800 mm	20 mm	45	7,0	307 : 48 = 15,6 %
Farwick Favorit	4,50 m	1800 mm	25 mm	48	9,0	380 : 60 = 15,7 %

Tab.4: Kurzdaten der 1992 erprobten Siebgeräte. Die Berechnungen ergeben sich aus den eintägigen Probeläufen und dienen der Orientierung

1. die Zertrümmerung der Steine, 2. eine Fragmentierung der Rhizome, die im April zahlreich wieder austrieben. Ungeachtet einer endgültigen Klärung der Aufbereitung des Überkorns wurde 1993 die Knöterich-Sanierung am linken Kinzig-Ufer zwischen km 39+000 und 42+000 (Vorland/Damm) mit einem *Rotar-Cleaner* ausgeschrieben und im Juli begonnen. Vom 22.6. - 12.7.1993 wurde außerdem ein weiterer *Rotar-Cleaner* im Bereich des künftigen Hochwasserrückhaltebeckens Biberach/ Baden eingesetzt.

### Ergebnisse

Bei **kleinflächiger Bearbeitung** im gemähten Gelände (*Rotar-Cleaner*) können Japan-Knöterich-Rhizome gezielt erreicht werden, wenn schichtweise vorgegangen wird und vorab der oberste Horizont von Graswurzeln etc. abgesiebt wird. Dadurch wird eine hohe Ausbeute an gesäubertem Material erzielt (Siebgut: 3%). **Bei vorheriger Lagerung** des auszusiebenden Materials werden alle Bestandteile vermischt und sind nach Verdichtung und Verklumpung durch Faulprozesse schwer zu trennen. Die spargelähnlichen und brüchigen Nottriebe von *Reynoutria japonica* verunreinigen das ausgesiebte Material, deshalb dürfen Deponien keiner langen Wartezeit ausgesetzt werden. Das Überkorn erreicht hier Anteile von 15,6 - 24,0%. Zur Trennung der Rhizome sind **Siebweiten von 20 - 25 mm** erforderlich. Größere Siebe (bis 40 mm) fördern die Aussiebung von kleineren Rhizomfragmenten, wie sie zwangsläufig beim Siebvorgang entstehen, die **Aussiebung von fragmentierten Nottrieben und Rhizomen** wird aber auch bei 20 mm Weite nicht verhindert. Grundsätzlich sind bei trockenen Böden bessere Ergebnisse bei der Aussiebung von kleinen Steinen, Sand- und kleinerer Fraktionen zu erwarten. Der Einsatz sollte während einer stabilen Hochdruckwetterlage erfolgen. **Auch bei sorgfältigem Vorgehen konnte das gesiebte Material nicht völlig vom Japan-Knöterich gesäubert werden.** Bereits während des Siebvorgangs wurden kleine (braune) Rhizomfragmente beobachtet, die in geringer Menge durch die Maschen fielen. Daß die "sauberen" Massen jedoch vom Japan-Knöterich in großer Zahl durchwachsen wurden, ist auf



Abb. 39: Gesiebt Material nach ca. 6 Wochen, zahlreiche Knöterich-Neutriebe

die wesentlich kleineren (weißen) spargelähnlichen Triebe zurückzuführen, die in Deponien bereits nach kurzer Zeit entstehen und auch als kleinste Fragmente imstande sind, neue Pflanzen zu bilden.

Eine weitere Schwierigkeit wurde offensichtlich bei dem *Rotar-Cleaner*-Einsatz an der Kinzig-Strecke von km 39 - 42. Dort war für die Sanierung von knöterich-belasteten Flächen (5 000 m<sup>2</sup> in zahlreichen kleinen und kleinsten Teilflächen) ein Zeitaufwand von je 200 Stunden für Siebgerät und LKW-Einsatz kalkuliert worden. Die Arbeiten wurden abgebrochen, als unter den zuerst bearbeiteten Knöterich-Flächen Flußbauwerke (Traversen, Böschungspflaster) freigelegt wurden, die mit dem *Rotar-Cleaner* nicht bearbeitbar sind. Bei den Bauwerken handelt es sich mit großer Sicherheit um das Ergebnis einer Hochwasserschadensbeseitigung im Zeitraum von 1947/48, bei der Knöterich-Rhizome im Baugrund eingebaut wurden. Dies wurde klar nach Freilegung eines Teils dieser Bauwerke. Die waagrechten Rhizome befanden sich im Horizont des Unterbaus, von dort strebten die senkrechten Rhizome zwischen den Fugen der teilweise 50 - 100 cm Seitenlänge messenden Werksteine nach oben.

### Zusammenfassung

Die mechanische Trennung von knöterich-belasteten Böden sollte nur unter qualifizierter Leitung, mit großer

Sorgfalt und bei günstigen Witterungsverhältnissen durchgeführt werden. Böden mit einem hohen Anteil an Steinen und organischem Material sind wenig geeignet. Die vorgesehenen Flächen sollten während der Vorplanung auf Risikofaktoren untersucht und hierbei auch der Ursprung von *Reynoutria japonica* recherchiert werden. Auch bei optimalem Verlauf ist kein 100%iger Erfolg zu erwarten. Das Überkorn ist nicht verwertbar und sollte ordnungsgemäß entsorgt werden (Deponie). Unter diesen Bedingungen sind sowohl Anbaugeräte als auch stationäre Siebe denkbar, wenn die Siebung in unmittelbarem zeitlichen Zusammenhang mit dem Fördern des Bodens, also ohne Zwischenlagerung, geschieht. Der Einsatz von stationären Sieben zur Säuberung von speziellen Knöterich-Bodenlagern ist nicht sinnvoll.

Keines der eingesetzten Geräte konnte überzeugen. **Siebtrommeln sind im Routine-Einsatz nicht geeignet** zur Säuberung der großen Massen risikoträchtigen Materials, das in der Ortenau behandelt wird. Mit den o.g. Einschränkungen bzw. Vorgaben sind praktische Einsätze für Siebtrommeln denkbar, v.a. in der Landwirtschaft zur Sanierung von leichten Böden, die durch Auftrag kontaminierten Materials nur kleinflächig und oberflächlich belastet sind und eng definierter Aufgabenstellung im wasserwirtschaftlichen Bereich, z.B. wenn bei Vorlandabtrag voraussichtlich nur leichte Böden anfallen, die **sofort** gesiebt und anschließend in geringen Schichtstärken eingebaut werden, wenn etwaige Neutriebe manuell entfernt werden.

Siebtrommeln sind **aus ökologischer Sicht negativ** zu bewerten. Die Arbeiten sind mit erheblichen Lärm- und Abgasemissionen und Verdichtung der befahrenen Böden verbunden. Der finanzielle Aufwand ist zudem erheblich.

### 3.3.2.4 Kompostierungstechniken zur Sanierung rhizobelasteter Böden

#### Problembeschreibung

Während regulärer Unterhaltungsmaßnahmen, beim Bau von Querbauwerken, Dammsanierungen und Hochwasserschadensbeseitigung u.ä. werden in der Wasserwirtschaft vielfach Böden in unterschiedlicher Weise behandelt, die in Knöterich-Gebieten mit zunehmender Wahrscheinlichkeit mit Knöterich-Rhizomen kontaminiert sind. In zahlreichen Fällen wurden auf diese Weise neue Standorte begründet, die künftig imstande sind, bei Hochwasser Rhizomfragmente freizusetzen. Deshalb sollten die Böden, die v.a. im Wasserbau in großer Menge anfallen, verkehrsfähig aufbereitet werden.

#### Maßnahme

Alternativ zum Versuch, Knöterich-Rhizome und weitere größere Fraktionen vom restlichen Substrat zu trennen, eröffnet die Kompostierung die Option, alle organischen Bestandteile durch bakteriologische und cytologische Aktivierung umzusetzen und so auch die Knöterich-Rhizome zum Absterben zu bringen. Auf dem Gelände einer Kompostieranlage in Appenweier wurde am 12.8.1993 versuchsweise eine Ladung von 150 m<sup>3</sup> Material aus dem Zwischendepot für Knöterich-Böden bei Biberach/Baden mit derselben Menge Frischkompost (gehäckselt, sechs Wochen ankompostiert mit Zuschlägen wie Hornmehl o.ä.) und vermischt. Ein zweiter Versuch mit geringerem Frischkompost-Anteil begann am 22.9.1993. Während ein Verhältnis 150 Teile Knöterich-Boden : 75 Teile Frischkompost angestrebt war, wurden tatsächlich durch das beauftragte Fuhrunternehmen mindestens 185 m<sup>3</sup> Knöterich-Material angeliefert, das dem Kompost in der vorgesehenen Menge zugesetzt wurde. Beide Mischungen wurden regelmäßig mit dem Temperaturfühler überwacht, bei sinkenden Werten die Mieten umgesetzt, um Sauerstoff zuzuführen. Die Mieten wurden zur Belüftung von unten auf eine Schicht Rindenkompost gesetzt. Das Umschichten sollte so oft wiederholt werden, bis alle organischen Bestandteile



Abb. 40: Rhizombelasteter Boden aus Vorlandabtrag bei Anlieferung zur Kompostierung am 12. 8. 1993

durch bakteriologische und cytologische Hygienisierung vollständig abgebaut und umgesetzt sind.

**Miete 1**, im Hochsommer mit 1:1-Anteil an Frischkompost angesetzt, entwickelte schnell und wiederholt hohe Temperaturen (bis +69° Celsius), die eine zügige Zersetzung auch der problematischen Knöterich-Rhizome ermöglichten. Noch am 4.10. hatte das Material eine Temperatur von +37° Celsius. Es wurde zweimal umgeschichtet.

**Miete 2** wurde bei kühler Witterung 2,5:1 gemischt. Die Miete erreichte wesentlich niedrigere Temperaturen und mußte öfter umgesetzt werden. Die Außenschicht (mit niedrigeren Temperaturen als im Kern) betrug bis zu 38 cm im Vergleich zur Miete 1, wo diese Schicht nur wenige cm betrug. Dadurch entstand in diesem Bereich die unbeabsichtigte Situation, daß die Knöterich-Rhizome dort im Wachstum gefördert wurden, ohne daß Zersetzungprozesse wirksam werden konnten. Nach dem letzten Umschichten waren aber offenbar die letzten Rhizomteile devitalisiert. Möglich war dies, weil nun gezielt die äußere Schicht zum Aufbau des Kerns der letzten Miete verwendet wurden. Im Sommer war diese

Sorgfalt nicht notwendig. Die ausgereifte Mischung, v.a. die aus Miete 1 wegen des höheren Kompostanteils, kann nach Ansicht der Betreiberfirma als hochwertiger Kulturboden (Wert 5 - 10.- DM/m<sup>3</sup>) eingeschätzt werden. Das Material wäre abgesiebt als Pflanzerde (20 - 25.- DM/m<sup>3</sup>) marktfähig. Diese Kompostierung wurde angeboten auf der Basis von 24.- DM/m<sup>3</sup> fertige Mischung inkl. Anlieferung aller Frischkompostbestandteile, so daß für Variante 1 DM 7.200.- und Variante 2 DM 6.700.- Rechnung gestellt wurden. Hinzu kommen Transportkosten.

### Zusammenfassung

Die Kompostierung hat sich als **sehr gut geeignet** erwiesen, rhizom-kontaminierte Böden verkehrsfähig zu bekommen. Innerhalb von 4 - 6 Wochen konnte der Japan-Knöterich vollständig bekämpft werden. Die Kompostierung unter sommerlichen Bedingungen und hohem Frischkompost-Anteil hat erwartungsgemäß bessere Ergebnisse gebracht als der Einsatz im (1993 ungewöhnlich kühlen) September mit einem geringen Kompostanteil. Die Kosten des Verfahrens sind hauptsächlich von der Entfernung zum Kompostierungsplatz abhängig. Bei längeren Transportwegen überschreiten die Kosten hierfür zwangsläufig die Kompostierungskosten.

Das Verfahren sollte im Rahmen einer Baumaßnahme in einem Knöterich-Gebiet begleitend angewendet werden, vorrangig während eines Vorlandabtrags, wenn die in Frage kommenden Massen bedingt durch den Bauablauf auf Transportfahrzeuge verladen werden. Das rhizom-verdächtige Material sollte gezielt gefördert und umgehend auf eine geeignete und v.a. nahe gelegene Kompostierfläche geliefert werden. Als Kalkulationsgrundlage dürfte die nachfolgende Ausschreibung der zu behandelnden Massen ausreichen (vgl. S.39):

Miete 1:	12.8.	14.8.	21.8.	23.8.	27.8.	31.8.	24.9.Abrtransport	4.10.
Temperatur	neu	53° C	69° C	50° C	59° C	50° C		37° C
Umsetzen				ja		ja	(ja)	
Miete 2:	22.9.	28.9.	4.10.	6.10.	11.10.	22.10.Abrtransport		
Temperatur	neu	47° C	37° C	37° C	26° C	27° C		
Umsetzen		ja	ja		ja		(ja)	

Tab.5: Temperaturwerte in den durchgeführten Kompostierungsversuchen

**Ausschreibungstext "Kompostierung mit Japan-Knöterich belasteter Böden"**

Angelieferten Boden, Boden-Klasse ... mit unterschiedlichen Anteilen organischen, teilweise wieder austriebsfähigen Materials durch Beimischung von Frischkompost auf meßbaren Mieten aufsetzen und hygienisieren. Mindestens zweimal umsetzen.

Betriebsfläche in Pflanzen-Kompostierbetrieb (genehmigt nach den Auflagen und Bedingungen für Pflanzen-Kompostieranlagen) vorhalten. Die Wahl der Betriebsfläche erfolgt durch den Auftraggeber.

Temperatur in Abständen von maximal 3 Tagen in 10, 30 und 50 cm Tiefe messen. Temperaturwerte und Umsetztermine protokollieren. Umsetztermine sind dem Auftraggeber rechtzeitig anzukündigen.

Der Abschluß der Leistung ist dem Auftraggeber mitzuteilen. Die Miete ist hiernach für die Dauer von zwei Wochen zur Beobachtung unbehandelt zu belassen.

Die Abnahme erfolgt zwei Wochen nach dem mitgeteilten Abschluß der Leistung.

In dieser Zeit muß die Miete frei von Keimlingen und Rhizomaustrieben sein. Zur Abnahme sind das Datenprotokoll und die Untersuchungsergebnisse des zugesetzten Kompostes (den Auflagen und Bedingungen für Pflanzen-Kompostieranlagen des Landkreises Ortenau entsprechend) vorzulegen.

Dem Auftraggeber oder einem Vertreter ist jederzeit der Zugang zur Miete zu ermöglichen, vor allem zu den angekündigten Umsetzterminen.

Abgerechnet wird nach Aufmaß des angelieferten Bodens in geschüttetem Zustand.

..... m<sup>3</sup>



Abb. 41: Mischung beim ersten Umsetzen (Durchschnittstemperatur + 50 C)



Abb. 42: Knöterich-Rhizomnest aus der Miete (Temperatur im Kern + 64 C)



Abb. 43: Stark zersetzter oberirdischer Japan-Knöterich-Trieb

### 3.4 Sonstige Lösungsansätze und Aktivitäten

#### 3.4.1 Infrarot-Bestrahlung

**Projekt:** Die Deutsche Bundesbahn betreibt seit 6.4.1992 vier Versuchsstrecken (darunter die Strecke Appenweier - Griesbach in Baden) mit Infrarot-Bestrahlung des Bahnkörpers alternativ zum regulären Herbizideinsatz (Bundesbahnzentralamt München, Ref. 80a). Ziel ist die umweltfreundliche Vernichtung von Unkraut, nachdem in einigen Gebieten juristische Entscheidungen Anlaß zur Verwendung von Alternativen gegeben haben. Die auf +900 Grad Celsius erhitzbaren, schwenkbaren Infrarot-Elementen werden durch einen Sonderzug in der Nähe des Bahnkörpers geführt. Die Strecken werden fahrplanmäßig viermal im Jahr im Abstand von 3 - 4 Wochen mit einer Geschwindigkeit von ca. 5 km/h befahren. Der Versuch ist auf sechs Jahre angelegt. Aus der Projektbegleitung wurde bei einem Erfahrungsaustausch an der Versuchsstrecke im Renchtal (Appenweier - Griesbach) berichtet, daß ein Ausfall von Sämlingen einiger Gehölze und Kräuter zu verzeichnen war. Die auffällige Dominanz von Reynoutria japonica im Talraum war bekannt. 1993 sollten daraufhin die Kontaktbereiche Japan-Knöterich - Bahnkörper im Bereich der Versuchsstrecke bezüglich der Effizienz der Infrarot-Bestrahlung besonders begutachtet werden. Ergebnisse sind gegenwärtig noch nicht veröffentlicht worden.

**Beurteilung:** Bis zum Nachweis anderslautender Ergebnisse ist sicher die Einschätzung der Deutschen Bundesbahn zutreffend, die die Nachhaltigkeit des Verfahrens wegen der geringen Tiefenwirkung (wenige cm) im Hinblick auf mehrjährige Kräuter negativ einschätzt. Eigene Bewertungen der Auswirkungen der Versuchszüge auf bahnahe Reynoutria-Bestände deuten auf unzureichende Wirksamkeit des Verfahrens.

#### 3.4.2 Ausgraben der Rhizome

**Projekt:** Vom Internationalen Bund für Sozialarbeit e.V. durchgeführte landespflegerischen Leistungen bein-

halten die Böschungspflege der Gewässer des Zweckverbandes Hochwasserschutz Bühl/Baden-Baden, einem Bereich mit teilweise alten und großflächigen Japan-Knöterich-Beständen. Mitarbeiter gruben die Knöterich-Rhizome mit der Grabegabel aus und erreichten eine Tagesleistung von 0,5 ha. Die ausgegrabenen Rhizome wurden mittels Kompostierung entsorgt.

**Beurteilung:** Der örtliche Augenschein vermittelt den Eindruck, daß der Verein ernsthaft versuchte, auf diesem Weg den Japan-Knöterich zu regulieren. Die bearbeiteten Flächen sind jedoch von Konkurrenzvegetation besiedelt, ohne den Japan-Knöterich unter einen Flächenanteil von 40 - 60% zu verdrängen.

#### 3.4.3 Ausreißen der Rhizome

**Projekt:** Eine 100 m<sup>2</sup> große Reynoutria-Fläche in einem 2,8 ha großen Naturreservat der Stadt Oberkirch wurde von 1988 bis 1990 durch einen engagierten Naturfreund bekämpft (schriftl. Mitt.). Die Rhizome, laut Schreiben vermutlich durch den dieses Gebiet tangierenden Stangenbach angeschwemmt, wurden "in unregelmäßigen, relativ kurzen Abständen" einzeln ausgerissen. Die Arbeitseinsätze sowie die jeweils erzielte Ausbeute wurden sorgfältig festgehalten. Der Japan-Knöterich soll dadurch völlig zum Verschwinden gebracht worden sein.

Die genaue Zahl der Triebe und Arbeitseinsätze (in Klammern) für die Maßnahme in den Jahren 1988 - 90 sind wie folgt anzugeben:

Jahr	Zahl der Triebe	Zahl der Einsätze
1988	3145	15
1989	1538	28
1990	379	22
Gesamt	5062	65

**Beurteilung:** Die Verhältnismäßigkeit des beschriebenen Aufwandes darf als unausgewogen bezeichnet werden. Das Unternehmen beleuchtet aber anschaulich das Spektrum der Abwehrversuche in Reynoutria-Gebieten.

### 3.4.4 Weitere Aktivitäten und Vorschläge

Im Verlauf der Untersuchungen konnten weitere Vorschläge gesammelt werden, die zur Kontrolle von *Reynoutria japonica* geeignet sein könnten.

Es wurde angeregt, Japan-Knöterich-Bestände mit **schwarzer Folie abzudecken**. Obwohl dieser Vorschlag für sehr kleinräumige Bestände durchführbar sein könnte, erscheint er nicht praktikabel. Weil *Reynoutria japonica* imstande ist, auch ohne direktes Sonnenlicht die Entwicklung oberirdischer Triebe aus den Rhizom-Reserven zu gestalten, muß eine Abdeckung lichtundurchlässig und auch reiß- und spannfest sein, um ein Höhenwachstum zu verhindern. Diese Eigenschaften müßten für sicher zwei Vegetationsperioden erhalten bleiben, ohne durch Einfluß der UV-Strahlung, mechanische Einwirkung durch Tiere oder (im Gewässerbereich) Geschwemmsel bzw. Geschiebe oder Mutwilligkeit beeinträchtigt werden zu können. Weil solche Gewebe wegen ihres materiellen Wertes unbeaufsichtigt diebstahlsgefährdet sein könnten und in Knöterich-Gebieten großflächig verwendet werden müßten, werden solche Einsätze hier nicht weiter diskutiert. Abschließend sei noch verwiesen auf den negativen ökologischen Wert einer solchen Maßnahme.

Gewässeranlieger im ländlichen Raum schlagen ausgewachsene *Reynoutria*-Pflanzen mit Stangen, Stöcken u.ä. ab, weil die Mahd Mensch und Gerät überfordert. Dieses Verfahren wird, wohl aufgrund traditioneller pädagogischer Methoden mit vergleichbarem Werkzeug, **Bengeln** genannt. Es bewirkt großflächige Gewebeverletzungen an der Bruchstelle, die Pflanzen stagnieren länger als nach normaler Mahd. Das Verfahren war Vorbild für die Maßnahme Schlegeln auf den Dauerbeobachtungsflächen. Dort hat sich klar erwiesen, daß die Stagnation kein Hinweis auf erfolgreiche Bekämpfung ist. Die Pflanze erstarkt zwischen den Maßnahmen, wenn diese, wie beim Bengeln üblich, nur ein- oder zweimal im Jahr angewendet werden. Bei häufigerem Einsatz nehmen die Triebdurchmesser ab, so daß die Verletzungen sich wenig von denen bei der Mahd erlittenen unterscheiden

Der Vorschlag, Japan-Knöterich-Bestände mit (an landwirtschaftliche Schlepper o.ä. angebauten) **Walzen** zu unterdrücken, basiert wohl auf der Annahme, durch die vielfachen Quetschungen die Pflanze entsprechend den Erwartungen an Schlegeln nachhaltig zu schädigen. Diese Maßnahme setzt Knöterich-Bestände in völlig ebenem, für die genannten Antriebsgeräte befahrbaren Gelände voraus.

Um die ungeklärte Entwicklung von *Reynoutria*-Rhizomen im Kern von Halden nachzuvollziehen, wurde rhizomhaltiges Kies-Boden-Substrat auf eine **regelmäßige Miete** mit ca. 5 m Breite, 2 m Höhe und 20 m Länge aufgesetzt mit dem Ziel, nach dem ersten Frost umzusetzen und hierbei das Material vom Rand in den Kern der neuen Miete zu schichten und den Kernbereich außen anzudecken. Im Frühjahr 1994 soll die Miete nochmals umgesetzt werden und dabei die Bildung etwaiger Triebe dokumentiert werden.

Vor demselben Hintergrund wird gegenwärtig noch diskutiert, *Reynoutria*-haltigen Boden mäßig verdichtet versuchsweise in **gemauerten Silos** zu lagern. Eine solche Maßnahme kann allerdings nicht sinnvoll praktisch nachvollzogen werden und könnte in erster Linie der Grundlagenforschung dienen. Dem Versuch wird zudem keine besondere Priorität eingeräumt.

Der Versuch, *Reynoutria japonica* **vollständig auszugraben** und z.B. auf eine Deponie (Kosten!) zu bringen, sollte gut vorbereitet werden. Wichtig sind Kenntnisse oder Vermutungen über den Ursprung des Bestandes, um die mutmaßliche Tiefe, bis zu der Rhizome erwartet werden können, zuverlässig zu unterschreiten. Es ist sinnvoll, eher zu viel als zu wenig Material zu entfernen. Nicht zu übersehen ist die Notwendigkeit, nach der Maßnahme mit knöterich-freiem Material wiederaufzufüllen.

Im Verlauf des Einbaus von Spreitlagen an der Wolf verwies der beauftragte Landschaftsgärtner auf die überlieferte Gartenbau-Technik, Kulturböden durch **Cyanamid-Begasung** unter Abdeckung zu säubern. Dabei reagiert Kalkstickstoff unter Wasseraufnahme zu den pflanzenschädlichen Stoffen Cyanamid, Ammoniak und Cyannid.

Unterhalb der Spreitlagen unternahm man im Frühjahr 1993 auf einer 15 x 10 m großen Fläche in dem durchgehenden Reynoutria-Saum einen Versuch mit ca. 25 kg Kalkstickstoff unter starker Silofolie. Nach einer Woche wurde die Folie entfernt und die Fläche mit einer Grasmischung eingesät. Während in den angrenzenden Bereichen Reynoutria japonica bereits Höhen von 50 - 100 cm erreicht hatte, war zu diesem Zeitpunkt die behandelte Fläche völlig frei von Vegetation. Nach einer weiteren Woche begann der Japan-Knöterich aus vermutlich tieferen Schichten zu treiben. Auf die darauf folgende Mahd folgte eine kurze Stagnation bis Reynoutria japonica erneut austrieb. Im Juli 1993 unterschied sich die behandelte Fläche nicht von den angrenzenden Beständen.

Unter Hinweis auf die Frostempfindlichkeit des Japan-Knöterichs wurde vorgeschlagen, durch Flüssiggas größere Bestände durch **Frost** zu bekämpfen. Abgesehen von den technischen Fragen und Risiken, muß der Effekt ähnlich gering wie einmalige Mahd eingeschätzt werden. Eine Aufwertung könnte allerdings durch Fäulnisprozesse der beschädigten Blätter bei entsprechenden Außentemperaturen erwartet werden.

## 4 Zusammenfassung der Ergebnisse

### Reynoutria japonica in der Ortenau

Reynoutria japonica wurde um 1830 in Europa und spätestens um 1910 im Untersuchungsgebiet (Ortenau) eingeführt. Vermutlich sind bereits zu dieser Zeit verschiedene Typen, Bastarde oder Varietäten ins Land gekommen oder hier entstanden. Die Ortenau stellt für die Bundesrepublik einen wesentlichen Verbreitungsschwerpunkt dar. Die Pflanze hat sich über Primärstandorte entlang zahlreicher Gewässer und durch Verschleppung in der gesamten Region etabliert. Damit sind vielfältige Probleme, vor allem in der Gewässerunterhaltung, verbunden.

In der Ortenau existieren verschiedene Reynoutria-Typen, die sich voneinander unterscheiden, jedoch noch nicht endgültig voneinander abgrenzbar sind. Sie erreichen Höhen bis zu 4,0 m, jedoch sind auch Typen vertreten, die 1,5 m kaum überschreiten. Bis zu einer gesicherten Bestimmung werden sie hier als Reynoutria japonica subsumiert, auch wenn es Gründe zur Annahme gibt, daß Bastarde mit anderen Reynoutria (Fallopia)-Arten entstanden sind (Reynoutria sachalinensis, Polygonum wallichii).

Reynoutria japonica besiedelt alle Naturräume des Untersuchungsgebietes, d.h. das Spektrum vom Nördlichen Talschwarzwald bis zur Rheinaue. Die Standorte reichen von vollschattigen Auewäldern bis zu vollsonnigen Dammkronen. Die durchwurzelbaren Substrate können felsig-grusige Ufer von Schwarzwaldbächen oder staunasse Auelehme sein. Konkurrenzpflanzen sind nicht bekannt. Die im Untersuchungsgebiet wachsenden Stauden und Einjährigen, auch andere Neophyten oder Zuchtformen, werden vom Japan-Knöterich verdrängt. Im Schatten von Gehölzen kümmernd der Japan-Knöterich, wächst weniger dicht und hoch.

Reynoutria japonica schließt sein Höhenwachstum Mitte Mai mit Werten von bis 4,0 m und Triebdurchmessern bis 40 mm bei 100% Flächendeckung ab. Wird die Pflanze danach gemäht, erreicht der folgende Zuwachs nicht mehr diese Werte, Höhe und Durchmesser nehmen jedoch weiter ab.

Reynoutria japonica blüht in den Monaten August und September, 1993 bereits Ende Juli. Wegen der Zweihäusigkeit steht oft kein Befruchtungspartner zur Verfügung, auch kommt bei später Blüte der Samen nicht zur Reife. Unter Konkurrenzbedingungen entwickeln sich Pflanzen aus Samen nach bisheriger Kenntnis eher selten, so daß die Verbreitung durch Samen keine überragende Rolle spielt.

Reynoutria japonica verbreitet sich wohl überwiegend über Rhizome, die den Hauptanteil an der gesamten Biomasse ausmachen. Ihr Durchmesser beträgt 1 - 4 cm, aber auch 10 cm sind nicht ungewöhnlich. Mit zunehmendem

Alter können sie sich zu knollenförmigen Gebilden mit mehreren kg Gewicht auswachsen. Wurzeln und besonders Feinwurzeln sind nur in geringem Maß vorhanden.



Abb. 44: Armstark verdicktes Rhizom aus dem Überschwemmungsgebiet Großer Deich

### Verbreitungsstrategie

Die Verbreitungsstrategie von *Reynoutria japonica* ist eng verknüpft mit menschlichen Verhaltensweisen. Auf eine Primärsiedlung, meist als gärtnerische Anpflanzung in Parks und Gärten, folgt eine flächige Ausbreitung durch die Rhizome. Deren waagrechtes unterirdisches Wachstum kann 1 - 2 m im Jahr betragen. Wird hierbei eine Fließgewässerböschung erreicht, schließt die zweite Phase an.

Durch Hochwasser werden die Bestände unter- oder hinterpült, da unter dem dichten Laubdach keine bodenfestigenden Arten mit Feinwurzelfilz siedeln können. Die freigelegten, brüchigen Rhizome gelangen teilweise fragmentiert in die fließende Welle und sind imstande, nach Sedimentation neue Bestände zu begründen. Geeignete Flächen hierfür sind z.B. erodierte oder abgerutschte Grasböschungen ohne schützenden Gehölzsaum an der Mittelwasserlinie. Diese Flächen haben den zusätzlichen Vorteil, daß sie schwer zugänglich sind und deshalb nicht immer in erforderlichem Umfang unterhalten werden können. An solchen Gewässern entstehen daher zunehmend durchgängige *Reynoutria-*

Säume. Durch das waagrechte Rhizomwachstum wächst der Japan-Knöterich zwischen solchen Verbreitungsschüben stetig in die angrenzenden Flächen. Das Längenwachstum der Rhizome erfolgt vermutlich gleichzeitig mit dem Austrieb im Frühjahr, so daß die anschließende Mahd keinen Einfluß hierauf mehr haben kann, da die jungen Rhizome wegen der bestehenden Verbindung zum Polykormon auch eine frühe Mahd kompensieren können und daher imstande sind, auszugreifen, um das Wachstum im folgenden Jahr fortzusetzen. Das daraus resultierende exponentielle Flächenwachstum erhöht zunehmend die Wahrscheinlichkeit, bei Bodenbewegungen im Gewässerbereich mit *Reynoutria* in Berührung zu kommen. Diese funktional dritte Phase in der Verbreitungsstrategie wirft letztendlich die quantitativen und qualitativen Probleme auf, die die Präsenz von *Reynoutria japonica* so gewichtig erscheinen läßt.

Durch Baumaßnahmen und Unterhaltungsarbeiten an knöterich-bestandenen Gewässern wird in erheblichem Ausmaß Boden bewegt. Meist handelt es sich bei den Einbauorten wiederum um Standorte, die auch an bislang nicht betroffenen Gewässern liegen können. Die zufällig und unbeabsichtigt verschleppten Rhizome sind noch austriebsfähig, wenn sie in Tiefen von 2 m eingebaut werden bzw. von entsprechend mächtigen Schichten überdeckt werden. In diesen Extremfällen erreicht *Reynoutria japonica* durch spargelähnliche Triebe die Oberfläche, um sich dann dem Typ entsprechend weiter zu entwickeln. Bei Einbau der Rhizome direkt unter der Oberfläche entwickelt sich die Pflanze innerhalb weniger Tage, auch aus Fragmenten von wenigen cm Länge. Ein Beleg für die Nachhaltigkeit dieser Verbreitungsstrategie im weiteren Umkreis der Region ist die Tatsache, daß im Bereich des Oberrheinischen Grabens die linksrheinischen Zuflüsse (aus dem Elsaß) weitgehend von *Reynoutria* begleitet werden; von den im rechtsrheinischen Gebiet aus dem Schwarzwald zufließenden Gewässern, ist zwischen den Gewässern Alb und Wiese nur noch die Schutter nicht vom Japan-Knöterich begleitet.

### Kontrollmethoden

Die wichtigste Kontrollmethode ist die **Information** über die Eigenschaften des Japan-Knöterichs, um weitere Primärsiedlungen und die versehentliche Verbreitung zu verhindern. Es war für alle Beteiligten an dieser Untersuchung eine grundlegende Erfahrung, daß auch in Gebieten mit extremer Präsenz dieser auffälligen Pflanze die Situation außerhalb des Kreises der direkt Betroffenen kaum reflektiert wurde. Dadurch besteht die Gefahr, daß an sich notwendige Kontrollmöglichkeiten als überzogen betrachtet werden und nicht zur Anwendung kommen. Wirksame Kontrollmethoden setzen aber angesichts der ungewöhnlichen Wuchseigenschaften und effektiven Verbreitungsstrategie einen Aufwand voraus, der das Ausmaß gewöhnlicher Unterhaltungsmaßnahmen übersteigt. Besonders das rapide Höhenwachstum, das frühe Flächenwachstum, die hohen Reserven im Rhizom und dessen extreme Vitalität auch bei Verlagerung stellen hohe Anforderungen an Ausdauer und Management bei Gegenmaßnahmen. Die Wahl einer geeigneten Kontrollmethode ist abhängig vom spezifischen Problem und gegebenenfalls von Einschränkungen aus dem Kontext der Situation.

Für die **Sanierung von Japan-Knöterich-Befallsstrecken im Gelände** kommen folgende Methoden in Frage:

**Intensivmäh mit 6 - 8 Einsätzen im Jahr:** *Reynoutria japonica* muß rechtzeitig gemäht werden, bevor die Pflanze wieder Flächendeckung erreicht, am zweckmäßigsten prinzipiell bei Erreichen einer Wuchshöhe von 40 cm. Der Zuwachs erfolgt zunehmend verzögert, Alternativvegetation über Spontanentwicklung oder Ansaat tritt in Konkurrenz zu dem geschwächten Bestand und sichert den zuvor offenen Boden. Mit einer Verdrängung kann nicht vor dem dritten Jahr gerechnet werden, als Zeitrahmen sollten 4 - 7 Jahre realistisch kalkuliert werden.

**Beweidung mit Schafherden:** Diese Methode ist sinnvoll bei großen Grünlandflächen mit Knöterich-Anteilen, wie es beidseits vieler Fließgewässer der Fall ist.

Schafe sichern bei ordnungsgemäßer Haltung die Grasnarbe bzw. entlasten sie und vermindern den Geräteeinsatz und dessen Kosten. Sie sind die ökologisch verträglichere Alternative. Mit großen Herden besteht bezüglich der Knöterich-Bekämpfung keine Erfahrung. Um *Reynoutria japonica* zu verdrängen, ist sicher ein 3 - 4maliger Weidegang/Jahr notwendig. Bei ganzjähriger normaler Beweidung benötigen 10 - 20 Tiere ca. 1 ha, bei der intensiveren Beweidung gegen Japan-Knöterich könnten auch mehr Tiere kalkuliert werden, denen gegebenenfalls zugefüttert werden muß.

**Herbizidbehandlung mit Round-up:** Während andere im 10-m-Abstand vom Gewässer zulässigen Mittel keine befriedigenden Ergebnisse gezeigt haben, konnte *Round-up* (Glyphosat) eine gute Wirkung bescheinigt werden. *Round-up* ist zwar ein systemisches, jedoch auch ein Totalherbizid, das völlig pflanzenfreie Flächen hinterläßt. Außerdem wirkt es nicht 100%ig, im Folgejahr treiben einige Knöterich-Pflanzen nochmals aus und müssen nachbehandelt werden. Die behandelten Flächen können sofort nach der Anwendung eingesät werden. Der Einsatz in unmittelbarer Gewässernähe ist nicht zugelassen. Der Einsatz von *Round-up* ist von den gesetzlichen Auflagen abhängig und von der Einschätzung der Situation. Er kann dann erwogen werden, wenn die ökologischen Nachteile durch *Reynoutria japonica* überwiegen und keine andere Methode einsetzbar erscheint. Für die Behandlung hochwassergeschädigter erodierter, von *Reynoutria japonica* bestandener Ufer kommt dieses Verfahren nicht in Frage.

**Weiden-Spreitlagenbau mit 100%-austriebsfähigen Weidenruten und abschließender Pflanzung:** Der Uferschaden sollte unmittelbar vor Beginn der Baumaßnahme durch Einbau von knöterich-freiem Boden in den alten Zustand versetzt werden. Fichten-Spreitlagenbau bzw. Abdeckung mit Jutegewebe und mit dichtem Weiden-Steckholz-Besatz nach erfolgreicher Eignungsprüfung.

Für die **Behandlung rhizomhaltigen Aushubmaterials** eignet sich folgende Methode:

**Kompostierung mit Frischkompost** zu ungefähr gleichen Teilen, wenn der Aushub wieder verwendet werden soll bzw. wenn große Mengen anfallen, deren Entsorgung Schwierigkeiten bereiten. Richtig angesetzt ist der entstandene Kompost, eventuell nach dem Aussieben von Steinen, marktfähig. Für leichte Böden, die zum Wiedereinbau in geringer Stärke vorgesehen sind, eignet sich die mechanische Trennung mit Trommelsieben, etwa bei Äckern oder im Gartenbau. Die Flächen bedürfen der Überprüfung, weil die Methode prinzipiell nicht 100%ig wirksam sein kann.

**Einzelvorkommen sollten durch Ausbaggern entfernt und auf einer Erddeponie gelagert werden.**

Als **wichtigste Vorbeugemaßnahme** (neben sachlicher Information) muß die **Bepflanzung der Gewässerufer mit standortgerechten Gehölzsäumen** betrachtet werden. Dadurch kann die Sedimentation fragmentierter Japan-Knöterich-Rhizome nicht unterbunden, aber erheblich erschwert werden. Die Ufer werden gesichert. Bereits vorhandener Japan-Knöterich kann jedoch durch Pflanzungen nicht verdrängt, sondern nur geschwächt werden.

## Glossar

**Adventivwurzeln:** Wurzeln, die an ungewöhnlicher Stelle bei einer Pflanze (z.B. am Sproß) entstehen;

**Bastard:** hier: Mischling zweier Pflanzenarten;

**Biozönose:** Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Tieren einer Lebensstätte (Biotop);

**Internodium:** zwischen zwei Blattansatzstellen oder Blattknoten liegender Sproßabschnitt einer Pflanze;

**Klon:** eine Gruppe von pflanzlichen Individuen, die vegetativ aus einem einzigen Ausgangsindividuum hervorgegangen und erbgleich sind (solange keine Mutationen aufgetreten sind);

**Morphologie:** hier: Wissenschaft von den Gestalten und Formen (der Pflanzen und Pflanzenorgane);

**Phänologie:** Wissenschaft von den Erscheinungsformen von Pflanzen, die durch den jahreszeitlichen Verlauf von Witterung und Klima bedingt sind;

**Polykormon:** Rhizomgeflecht, aus dem ein oberirdischer Sproßbestand aufwächst, der letztlich auf eine einzige Ursprungspflanze bzw. ein -rhizomteil zurückgeführt wird;

**Rhizom:** der ausdauernde unter oder dicht über der Bodenoberfläche wachsende Sproßteil einer mehrjährigen Pflanze, der zum Speichern von Nährstoffen und zum Austreiben neuer Sprosse befähigt ist;

**Sukzession:** durch äußere Einflüsse verursachtes Übergehen einer Pflanzengesellschaft in eine andere an einem Standort;

**Vermehrung generativ/vegetativ:** Vermehrung von Pflanzen geschlechtlich (generativ), ungeschlechtlich/mittels Pflanzenteilen (vegetativ);

**Zweihäusigkeit:** männliche und weibliche Fortpflanzungsanlagen einer Pflanzenart auf getrennten Individuen.

## Literaturhinweise

- ADLER, CH.:** Zur Strategie und Vergesellschaftung des Neophyten *Polygonum cuspidatum* unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br., Lehrstuhl Geobotanik, 1991, 105 S.
- AHRENS, J.F.:** Preliminary results with Glyphosate for control of *Polygonum cuspidatum*. Proceedings of the North-eastern Weed Science Society 29, 1975, S. 326.
- BAILEY, J.P.:** The salient characters of *Reynoutria japonica*. In: BOTANICAL SOCIETY OF THE BRITISH ISLES/RICH, T.C.G. & M.D.B. RICH: Plant Crib. 1988, hier. S. 66-68.
- BAILEY, J.P.:** Putative *Reynoutria japonica* HOUTT. x *Fallopia baldschuanica* (Regel) HOLUB Hybrids discovered in Britain. *Watsonia* 17, 1988, S. 163-164.
- BAILEY, J.P.:** Cytology and breeding of giant alien *Polygonum* species in Britain. Ph.D. Thesis, Leicester University, 1989.
- BAILEY, J.P.:** Breeding behaviour and seed production in alien giant knotweed in the British Isles. Biology and control of invasive plants. Conference Industrial Ecology Group; British Ecological Society, 1990, S. 110-120.
- BAKER, R.M.:** Mechanical control of Japanese knotweed in an S.S.S.I. Aspects of Applied Biology 16, 1988, S. 189-192.
- BEERLING, D.J.:** The use of non-persistent herbicides to control riparian stands of Japanese Knotweed (*Reynoutria japonica* Houtt.). In: The biology and control of invasive plants. Conference Industrial Ecology Group, British Ecological Society, 1990, S. 121-130.
- BEERLING, D.J.:** Technical note: The testing of cellular concrete revetment blocks resistant to growth of *Reynoutria japonica* Houtt. (Japanese Knotweed). *Water Research* 25, 1991, H. 4, S. 495-498.
- BEERLING, D.J.:** The effect of riparian land use on the occurrence and abundance of Japanese Knotweed *Reynoutria japonica* on selected rivers in South Wales. *Biological Conservation* 55, 1991, S. 329-337.
- BRANDES, D.:** Hinweis auf Verwilderungen von *Polygonum polystachyum* WALL. ex MEISN. *Florist. Rundbr.* 23, 1989, H. 1, S. 183-211.
- BRANDES, D.:** Neophytengesellschaften der Klasse *Artemisietea* im südöstlichen Niedersachsen. *Braunsch. Naturkundl. Schr.* 1, 1981, S. 183-211.
- BROCK, J.H.:** Standing crop of *Reynoutria japonica* in the autumn of 1991 for stands in Leicestershire and Wales. Interim Report: International Centre of Landscape Ecology. Geography Department, Loughborough University. 1990.
- BROCK, J. & M. WADE:** Regeneration of Japanese Knotweed (*Fallopia japonica*) from rhizome and stems: Observations from greenhouse trials. IXeme Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes 1992, S. 85-94.
- BRYX, A. & J. JANECKI:** Community of *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. - *Reynoutria japonica* Houtt. in spontaneous greenery of the city of Warsaw. *Annals of Warsaw Agricultural University SGGW-AR, Horticulture*, 15, 1989, S. 29-33.
- CHILD, L.E., DE WAAL, L.C. & P.M. WADE:** Control and management of *Reynoutria* species (knotweed). *Aspects of Applied Biology* 29, 1992, S. 295-307.
- CONOLLY, A.P.:** The distribution and history in the British Isles of some alien species of *Polygonum* and *Reynoutria*. *Watsonia* 11, 1977, S. 291-311.
- DIAZ BUSCHMANN, M., VOGELGSANG, S. & B. WAGENER:** Biologie und Bekämpfung des Japanknöterichs (*Fallopia japonica* HOUTT.). Lit.studie u. Mat.samml. (unveröff), Univ. Hohenheim, Inst. f. Phytomedizin, Fachgeb. Herbolgie. 1993. 26 S.
- DIERSCHKE, H., OTTE, A. & H. NORDMANN:** Die Ufervegetation der Fließgewässer des Westharzes und seines Vorlandes. *Nat.sch. u. La.pfl. Nieders., Beih. Nr.4*, 1983.
- EMERY, M.J.:** The ecology of Japanese Knotweed, its herbivores and pathogens and their potential as biological control agents. Msc. Thesis, University of Wales, 1983.
- FERRAZZI, P. & F. MARLETTO:** Bee value of *Reynoutria japonica* Houtt. *Apiculture Moderno* 81, 1990, H. 2, S. 71-76.
- FIGUEROA, P.F.:** Japanese Knotweed herbicide screening trial applied as a roadside spray. Proceedings of the Western Society of Weeds Science 42, 1989, S. 288-298.
- FOWLER, S.V., HOLDEN, A.N.G. & D. SCHROEDER:** The possibilities for classical biological control of weeds of industrial and amenity land in the U.K. using introduced insect herbivores or plant pathogens. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference of Weeds 3, 1991, S. 1173-1180.
- FUCHS, CH.:** Sur le developpement des structures de l'appareil souterrain du *Polygonum cuspidatum* SIEB. et ZUCC. *Bulletin de la Societe Botanique de France* 104, 1957, S.141-147.
- GALLE, P.:** Untersuchungen zur Blütenentwicklung der Polygonaceen. *Botan. Jahrb. Syst., Pfl.gesch., Pfl.geogr.* 98, 1977, S.141-145.

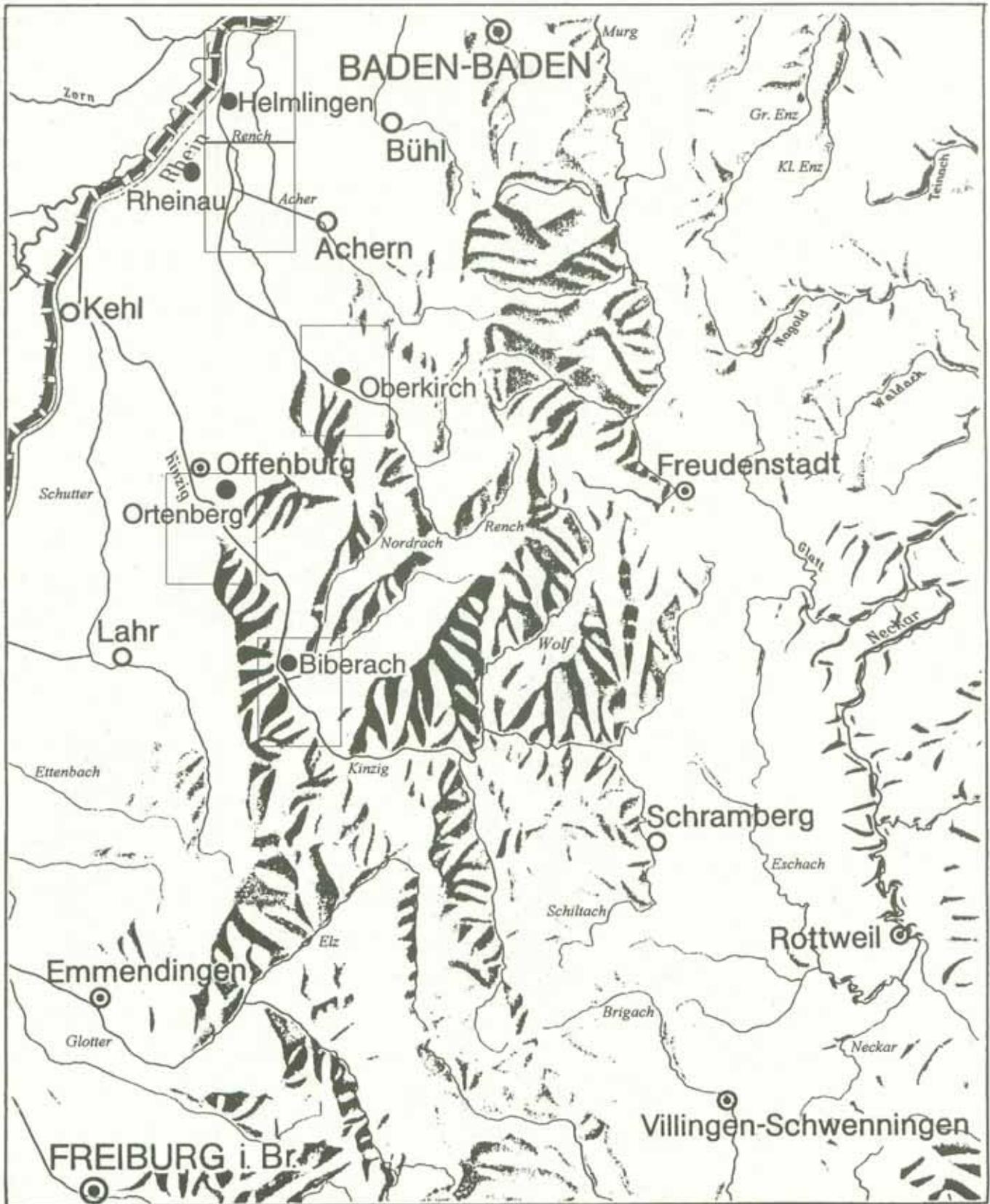
- HAJDUK, J.:** Geographic Distribution of the *Pleuropteris cuspidatus* Species in the Western Carpathians on the Territory of Slovakia. Zbornik Slovenskeho Narodneho Muzea Prirodne Vedy 16, 1970, H. 2, S. 3-7.
- HARLEY, K.L.S. & I.W. FORNO:** Biological Control of Weeds, a handbook for practitioners and students. Inkata Press, Melbourne/Sydney 1992.
- HARPER, C.W. & K.G. STOTT:** Chemical control of Japanese Knotweed. Proceedings of the 8th British Weed Control Conference 1966, S. 511-515.
- HESS, H.E., LANDOLT, E. & R. HIRZEL:** Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Bd.I. Basel/Stuttgart 1976. 2. Aufl., 858 S.
- HIROSE, T.:** Nitrogen use efficiency in growth of *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. Annals of Botany 54, 1984, H. 5, S. 695-704.
- HIROSE, T. & K. KITAJIMA:** Nitrogen uptake and plant growth. I. Effect of nitrogen removal on growth of *Polygonum cuspidatum*. Annals of Botany 58, 1986, H. 4, S. 479-486.
- HIROSE, T. & M. TATENŌ:** Soil nitrogen patterns induced by colonization of *Polygonum cuspidatum* on Mt. Fuji (Japan). Oecologia 61, 1984, H. 2, S. 218-223.
- HÖLZINGER, J.:** Die Vögel Baden-Württembergs. Band 4. Karlsruhe 1987.
- INDUSTRIAL ECOLOGY GROUP OF THE BRITISH ECOLOGICAL SOCIETY AT THE UNIVERSITY OF WALES COLLEGE OF CARDIFF:** Conference on the Biology and Control of Invasive Plants. Cardiff 1990. 137 S.
- IZCO, J.:** *Reynoutria japonica* in Spain. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biológica, 72, 1974, S. 25-28.
- JENNINGS, V.M. & R.S. FAWCETT:** Weed control: Japanese polygonum (*Polygonum cuspidatum* Sieb. and Zucc.). PM Iowa-State University of Science and Technology, Ames Cooperative Extension Service 762, 1977, 2 S.
- KIMURA, Y., OHMINAMI, H., OKUDA, H., BABA, K., KOZAWA, M. & S. ARICHI:** Effects of stilbene components of roots of *Polygonum* spp. on liver injury in peroxidized oilfed rats. Planta-Medica 49, 1983, H. 1, S. 51-54.
- KOWARIK, I.:** Zum Begriff "Wildpflanzen" und zu den Bedingungen und Auswirkungen der Einbürgerung hemerochorer Arten. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, 25, 1985, H. 3-4, S.8-25.
- KOWARIK, I.:** Ökologische Risiken der Einführung nicht-heimischer Pflanzen und Möglichkeiten ihrer Prognose. In: **STUDIER, A.** (Hrsg.): Biotechnologie: Mittel gegen den Welt-hunger? Schriften des Deutschen Übersee-Instituts Hamburg, Bd. 8, 1991, S. 121-131.
- KOWARIK, I. & H. SUKOPP:** Ökologische Folgen der Einführung neuer Pflanzenarten. Gentechnologie 10, 1986, S. 111-135.
- KRAUSE, ?:** J. Sturms Flora von Deutschland. Band 4, Stuttgart 1905.
- KRETZ, M.:** Neophyten insbesondere Japanknöterich (*Polygonum cuspidatum*) an der Kinzig und den Zuflüssen Nordrach und Wolf. Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Offenburg, 1990, Situationsbericht, unveröffentlicht.
- KUBO, M., KIMURA, Y., SHIN, H., HANEDA, T., TANI, T. & K. NAMBA:** Studies on the anti fungal substance of crude drug 2. on the roots of *Polygonum cuspidatum* Polygonaceae. Shoyakugaku Zasshi 35, 1981, H. 1, S. 58-61.
- KUBOTA, K., NISHIZONO, H., SUZUKI, S. & F. ISHII:** A copper-binding protein in root cytoplasm of *Polygonum cuspidatum* growing in a metalliferous habitat. Plant and Cell Physiology 29, 1988, H. 6, S. 1029-1033.
- LOCANDRO, R.R.:** The distribution of *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. in Western Europe. Comptes Rendues du 7. Colloque International sur l'Ecologie, la Biologie et la Systematique des Mauvaises Herbes. Comunité Française de Lutte contre les Mauvaises Herbes, Paris. European Weed Research Society 1, 1984, S.133-137.
- LOHMEYER, W.:** Über einige Neophyten als Bestandeglieder der bach- und fließbegleitenden nitrophilen Staudenfluren in Westdeutschland. Natur und Landschaft 46, 1971, H. 6, S.166-168.
- MACPHERSON, E.L.S. & P. MACPHERSON:** Alien *Polygonum* spp. Glasgow Naturalist 19, 1975, H. 3, S. 203-204.
- MARUTA, E.:** Seedlings establishment of *Polygonum cuspidatum* on Mt. Fuji. Japan Journal of Ecology 26, 1976, H. 2, S. 101-105.
- MARUTA, E.:** Size structure in *Polygonum cuspidatum* on Mt. Fuji. Japanese Journal of Ecology 31, 1981, H. 4, S. 441-445.
- MARUTA, E.:** Growth and survival of current-year seedlings of *Polygonum cuspidatum* at the upper distribution limit on Mt. Fuji (Japan). Oecologia 60, 1983, H. 3, S. 316-320.
- MARUTA, E. & T. SAEKI:** Transpiration and leaf temperature of *Polygonum cuspidatum* on Mt. Fuji. Japan Journal of Ecology 26, 1976, H. 2, S. 25-35.

- MATSUDA, K.:** Flavoids as Feeding Stimulants of the Beetles Attacking the Polygonaceous Plants. *Tohoku Journal of Agricultural Research* 27, 1976, H. 3-4, S. 115-121.
- MICHNA, R.:** Die Ortenau. In: BORCHERDT, CH. (Hrsg.): Geographische Landeskunde von Baden-Württemberg. Stuttgart 1983, S. 109-119.
- NATORI, T. & T. TOTSUKA:** An evaluation of high resistance in *Polygonum cuspidatum* to sulfur dioxide. *Japanese Journal of Ecology* 34, 1984, H. 2, S. 153-159.
- NEAL, J.C.:** Weeds in landscape: Japanese Knotweed or Mexican bamboo. *Long-Island horticulture news*. 1990, S.6.
- NISHIZONO, H., KUBOTA, K., SUZUKI, S. & F. ISHII:** Accumulation of heavy metals in cell walls of *Polygonum cuspidatum* roots from metalliferous habitats. *Plant and Cell Physiology* 30, 1989, H. 4, S. 595-598.
- OBERDORFER, E.:** Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Stuttgart 1979
- PALMER, J.P.:** The biology and control of invasive plants: Japanese Knotweed (*Reynoutria japonica*) in Wales. Conference Industrial Ecology Group of the British Ecological Society 1990, S. 96-109.
- PALMER, C.P., REID, D.F. & S.J. GODDING:** A review of forestry trials with a formulation of triclopyr, dicamba and 2,4-D. *Aspects of Applied Biology* 16, 1988, S. 207-214.
- PATTERSON, D.:** The history and distribution of five exotic weeds in North Carolina. *Castanea* 42, 1976, H. 2, S. 177-180.
- REIDL, K.:** Flora und Vegetation als Grundlage für den Naturschutz in der Stadt. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 24, 1992, H. 4, S. 136-141.
- RICHARDS, MOOREHEAD & LAING LTD./WELSH DEVELOPMENT AGENCY:** Japanese Knotweed (*Reynoutria japonica*) in Wales, Vol.I (Main Text), 1990, 83 S.
- ROBLIN, E.:** Chemical control of Japanese Knotweed (*Reynoutria japonica*) on river banks in South Wales. *Aspects of Applied Biology* 16, 1988, S. 201-206.
- RUDGARD, S.A.:** Biological Control of Japanese Knotweed in the U.K. Memorandum 1990. Wallingford.
- SCHIECHTL, H.:** Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau. München 1973.
- SCHMITZ, J. & K.J. STRANK:** Zur Soziologie der Reynoutria-Sippen (Polygonaceae) im Aachener Stadtwald. *Decheniana* 139, 1986 a, S. 141-147.
- SCHMITZ, J. & K.J. STRANK:** The sociology of reynoutria taxa Polygonaceae in the Municipal Forest of Aachen, West Germany. *Decheniana* 139, 1986 b, H. 0, S. 141-147.
- SCHMITZ, J. & K.J. STRANK:** Nachtrag zu "Die drei Reynoutria-Sippen (Polygonaceae) des Aachener Stadtwaldes. *Göttinger Floristische Rundbriefe* 20, 1986 c, H. 1, S. 77.
- SCHROEDER, D.:** Biologische Unkrautbekämpfung - Möglichkeiten und Begrenzungen. *Z. Pfl.krankh. Pfl.schutz, Sonderheft XII*, 1990, S. 19-41.
- SCHULDES, H. & R. KÜBLER:** Ökologie und Vergesellschaftung von *Solidago canadensis* et *gigantea*, *Reynoutria japonica* et *sachalinense*, *Impatiens glandulifera*, *Helianthus tuberosus*, *Heracleum mantegazzianum*. Ihre Verbreitung in Baden-Württemberg sowie Notwendigkeit und Möglichkeiten ihrer Bekämpfung. Studie i.A. des Min. f. Umw. Ba.-Wü. 1990. 129 S.
- SCHWABE, A.:** Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald. *Dissertationes Botanicae*, Band 102, 1987, Berlin & Stuttgart.
- SCHWABE, A. & A. KRATOCHWIL:** Gewässer-begleitende Neophyten und ihre Beurteilung aus Naturschutz-Sicht unter besonderer Berücksichtigung Südwestdeutschlands. Norddt. Naturschutzakademie, Hof Möhr, NNA-Berichte 4, H. 1, 1991, 27 S. (Sonderdruck).
- SCHWABE-KRATOCHWIL, A.:** Naturnahe Vegetation als Grundlage für die Ufergestaltung von Fließgewässern. 20. Weiterbildungslehrgang 1986. Min. f. Ern., Landw., Umw. und Forsten Ba.-Wü./Wasserwirtschaftsverw., S. 123-148.
- SCOTT, R. & R.H. MARRS:** Impact of Japanese Knotweed and methods of control. *Aspects of Applied Biology* 5, 1984, S. 291-296.
- SEBALD, O., SEYBOLD, S. & G. PHILIPPI:** Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 1. Stuttgart 1990. 613 S.
- SEIGER, L.A. & H.C. MERCHANT:** The ecology and control of *Polygonum cuspidatum*. *Bulletin of the Ecological Society of America* 72 (2. Suppl.), 1990, S. 322.
- SEIGER, L.A. & H.C. MERCHANT:** Effects of site on survivorship and size of *Polygonum cuspidatum*. *Bulletin of the Ecological Society of America* 72 (2. Suppl.), 1991, S. 247.
- STACE, C.:** New Flora of the British Isles. 1991.
- STAMP, N.E. & G.D. HARMON:** Effect of potassium and sodium on fecundity and survivorship of Japanese beetles. *OIKOS* 62, 1991, S. 299-305.

- STEVENS, W. & T. REYNOLDS: Plant virus inhibitors from members of the Polygonaceae. *Biomedical letters* 47, 1992, S. 269-273.
- STYPINSKI, P.: New localities of *Polygonum sachalinense* Schm. and *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. in Warmia and Masuria. *Fragmenta floristica et Geobotanica Ploska Akademia Nauk Institut Botanica* 23, 1977, H. 1, S. 3-16.
- SUKOPP, H. & I. KOWARIK: Berücksichtigung von Neophyten in Roten Listen gefährdeter Arten. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, Münster 1986, 18, Rote Listen von Pflanzengesellschaften, S. 105-113
- SUKOPP, H. & B. SCHICK: Zur Biologie neophytischer Reynoutria-Arten in Mitteleuropa. I. Über Floral- und Extrafloralnektarien. *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 124, 1991, S. 31-42.
- SUKOPP, H. & B. SCHICK: Zur Biologie neophytischer Reynoutria-Arten in Mitteleuropa. II. Morphometrie der Sproßsysteme. *Diss. Bot., Festschrift Zoller*, 196, 1993, S. 163-174.
- SUKOPP, H. & B. SCHICK: Zur Biologie neophytischer Reynoutria-Arten in Mitteleuropa. III. Morphometrie der Laubblätter. *Natur und Landschaft* 67, 1992, S. 31-42.
- SUKOPP, H. & U. SUKOPP: *Reynoutria japonica* HOUTT. in Japan und in Europa. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel*, Zürich 98, 1988, S. 354-372.
- TATENO, M.: Growth and turnover of microbial biomass during the decomposition of organic matter *Polygonum cuspidatum* in vitro. *Ecological Research* 2, 1988, H. 2, S. 113-120.
- TRINAJSTIC, I.: Contribution to the knowledge about spreading of the species *Reynoutria japonica* Houtt. (Polygonaceae) in Yugoslavia. *Fragmenta herbologica Jugoslavica* 19, 1990, H. 2, S. 139-143.
- VOGG, ? : *Polygonum cuspidatum* Siebold und Zucc. Ein Studienversuch zur Pflanzenbiologie. *Beiträge des Naturwiss. Vereins Augsburg* 42, 1919, S. 175-181.
- WALTER, E.: Zur Ausbreitung der beiden fernöstlichen Staudenknöteriche (*Reynoutria japonica* und *R. sachalinensis*) in Oberfranken. *LXIV. Bericht Naturforsch. Ges. Bamberg*, 1989, S. 1-17.
- WBA (Wasserwirtschafts- und Bodenschutzamt) OFFENBURG: *Gewässermorphologische Bewertung der Kinzig und ihrer Nebengewässer im Ortenaukreis*. 1991, unveröff.
- WBA (Wasserwirtschafts- und Bodenschutzamt) OFFENBURG: *Naturgemäße Bauweisen zur Ufer- und Böschungssicherung*. 1992, unveröff.
- WCISLO, H.: Chromosome Numbers in the Genus *Polygonum* Sensu-Lato in Poland. *Acta Biologica Cracoviensis Series Botanica* 20, 1977, H. 1-2, S.153-166.
- WEBER, E. & B. SCHMID: *Das Neophytenproblem*. *Diss. Bot., Festschrift Zoller*, 196, 1993, S. 209-227.
- WELSH DEVELOPMENT AGENCY: *Guidelines for the Control of Japanese Knotweed (Reynoutria japonica)*. Cardiff 1991, 29 S.
- WITTENBERGER, W.: Zur Ausbreitung des Staudenknöterichs im Raum Offenbach am Main. *Ber. Offenb. Ver. Naturkde.* 80, 1977, S. 31-34.
- WOLF, F.T.: The growth rate of *Polygonum cuspidatum*. *Journal of the Tennessee Academy of Science* 46, 1971, H. 2, S.80.
- YOUNG, R.G., BALOGH, R.A., SITLER, T.R. & E.C. AHARRAH: An investigation of Japanese fleecflower (*Polygonum cuspidatum*) planted on strip mines in Clarion and Venango countries, Pennsylvania Proceedings; Office of Engineering Serv.; College of Engineering, University of Kentucky, Lexington, USA; 1982, S. 143-152.
- ZEH, H.: *Ingenieurbioologische Bauweisen*. Bern 1986.
- ZENTRALSTELLE FÜR FLORISTISCHE KARTIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (NORD): *Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland (vorl. Fass.)*. *Flor. Rundbr. Beih.* 3, 1993, S.208.
- ZIMMERMANN, K. & W. TOPP: Anpassungserscheinungen von Insekten an Neophyten der Gattung *Reynoutria* (Polygonaceae) in Zentraleuropa. *Zool. Jahrbücher Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere* 118, 1991, H. 4, S. 377-390.
- ZWOELFER, H.: Possibilities and Limitations in Biological Control of Weeds. *OEPP/EPP Bulletin* 3, 1973, H. 3, S. 19-30.



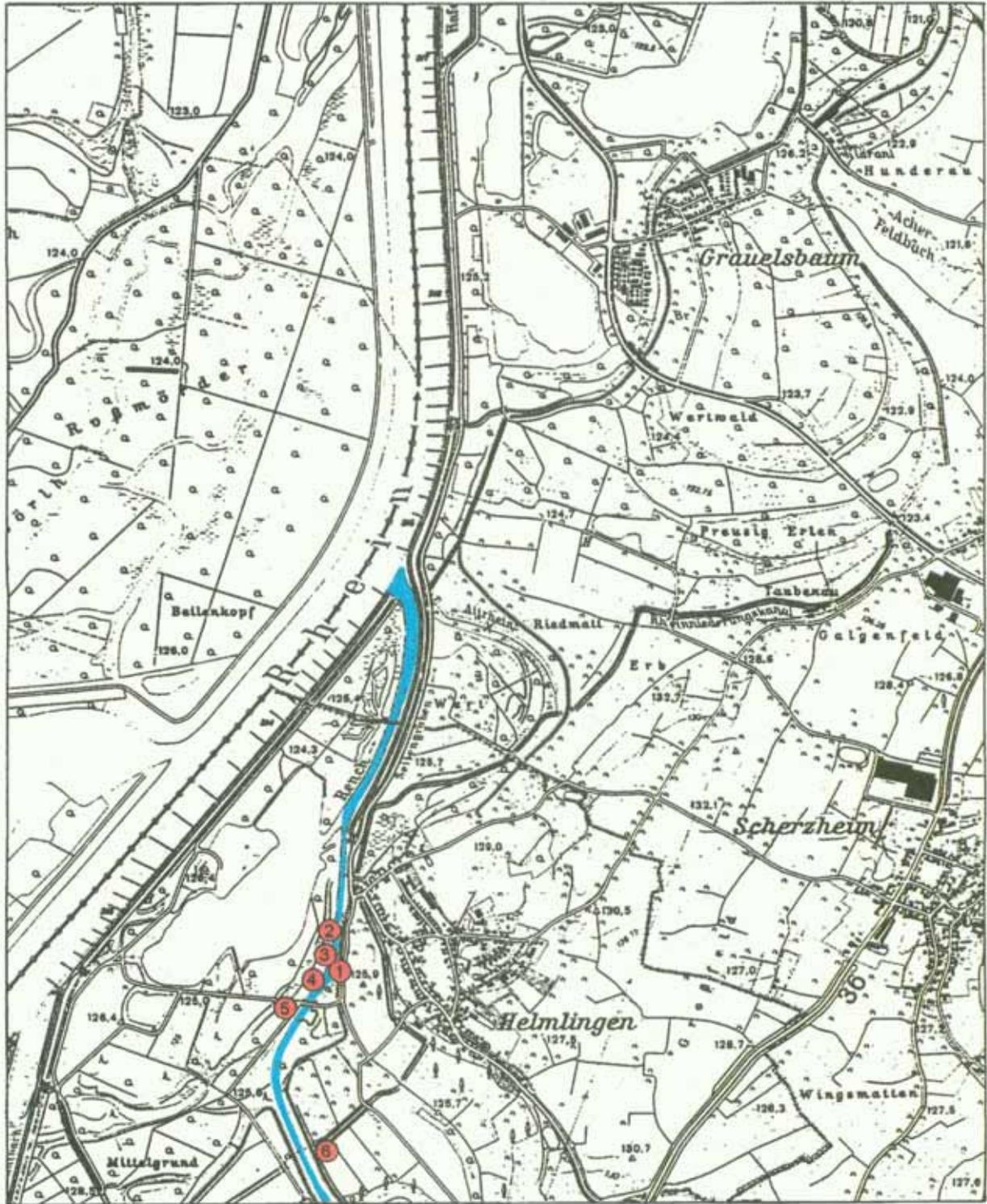
**Anhang Lage der Dauerbeobachtungsflächen:**  
 Orientierungskarte: Relief, Gewässer und Orte im Untersuchungsgebiet



**Rahmen:** Lage der Kartenausschnitte der nachfolgenden Seiten

Kartengrundlage: Reliefkarte Baden-Württemberg 1 : 600 000, vergrößerter Ausschnitt 1 : 350 000,  
 Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Vervielfältigung genehmigt unter Az.: 5.13/1066,  
 thematisch ergänzt durch die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

## Anhang Lage der Dauerbeobachtungsflächen: Dbf. Renschflutkanal/Alte Rensch (AR) I

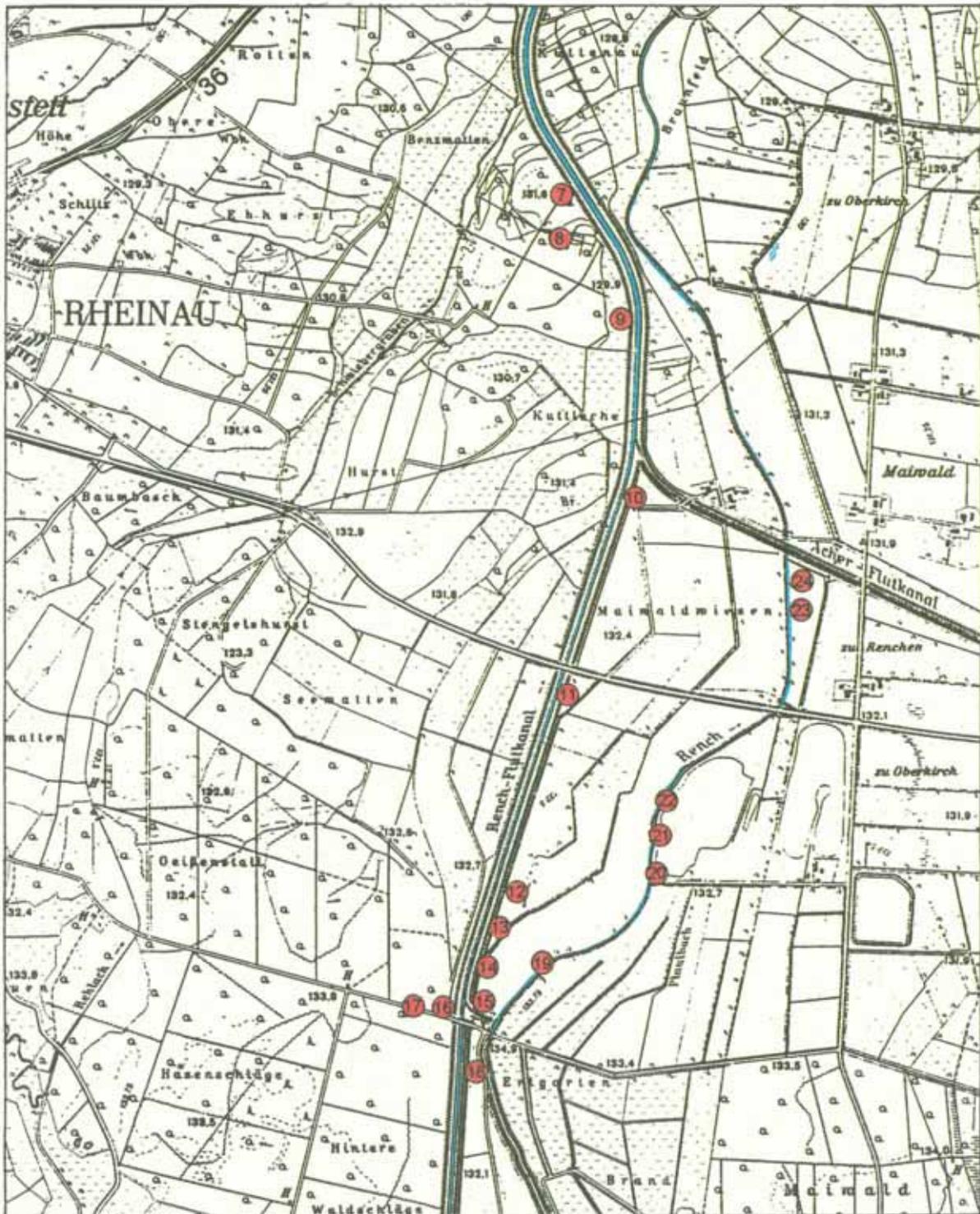


Topographische Karte 1:25 000, Ausschnitt aus Blatt 7213, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Vervielfältigung genehmigt unter Az.: 5.13/1066, thematisch ergänzt durch die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

(W) = Wasserseite Damm, (L) = Landseite Damm, (V) = Vorland, (U) = Ufer, (B) = Böschung, M = Mahd, S = Schlegeln, M1/S1 = 1 x im Monat, M2/S2 = 2 x im Monat, M4/S4 = 4 x im Monat, MFH/SFH = 2 x im Frühjahr und Herbst, Entfernung von der Mündung: Angabe in km + m.

1 - (U/V), km 1+876, P; 2 - (U/V), km 1+876, S4; 3 - (U/V), km 1+905, S2; 4 - (U/V), km 1+935, S1; 5 - (U/V), km 2+075, SFH; 6 - (U/V), km 2+702, MFH;

## Anhang Lage der Dauerbeobachtungsflächen: Dbf. Renchflutkanal/Alte Rench (AR) II

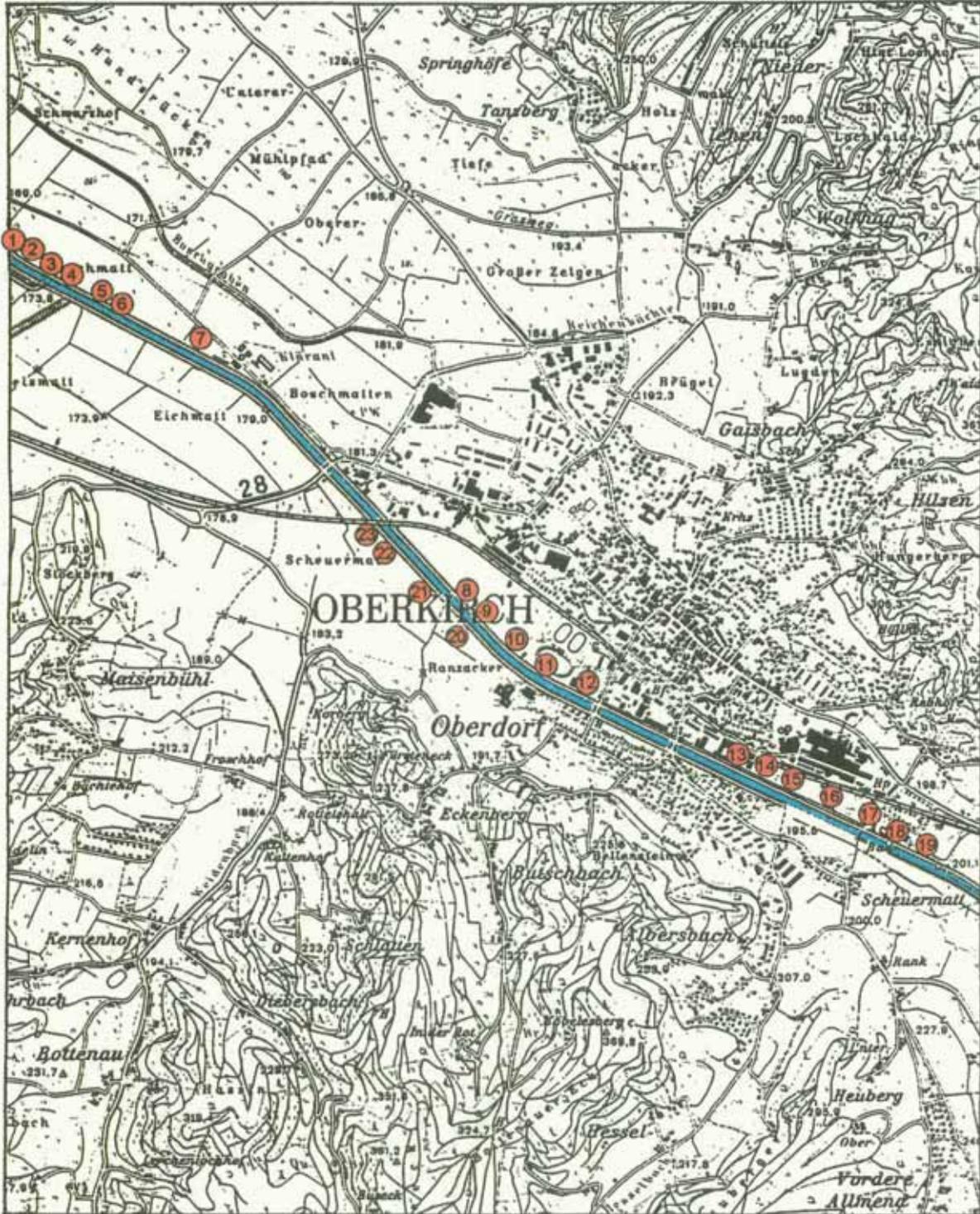


Topographische Karte 1:25 000, Ausschnitt aus Blatt 7313, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Vervielfältigung genehmigt unter Az.: 5.13/1066, thematisch ergänzt durch die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

(W) = Wasserseite Damm, (L) = Landseite Damm, (V) = Vorland, (U) = Ufer, (B) = Böschung, M = Mahd, B = Bengeln, M1/B1 = 1 x im Monat, M2/B2 = 2 x im Monat, M4/B4 = 4 x im Monat, MFH/BFH = 2 x im Frühjahr und Herbst, H = Herbizide/Wachststoffe, BK = Branntkalk, KS = Kalkstickstoff, P = Pflanzmaßnahmen, T = Thermische Verfahren, Entfernung von der Mündung: Angabe in km + m.

7 - (W), km 6+982, M1; 8 - (U), km 6+982, M1; 9 - (L/W), km 7+305, H; 10 - (W), km 8+114, T; 11 - (B), km 9+015, M4; 12 - (L/W), km 9+827, M2; 13 - (L/W), km 10+053, M2; 14 - (W), km 10+285, M4; 15 - (W), km 10+287, B4; 16 - (W), km 10+219, B2; 17 - (Weg/R), km 10+219, H; 18 - (U/V), km 6+110,5, P; 19 - (U/V), km 5+500/12,3 m unterh. Bauw., H; 20 - (B), km 4+630, KS; 21 - (Abraum), km 4+557, H; 22 - (B), km 4+455, BK; 23 - (B/Weg), km 3+409, B1; 24 - (B/Weg), km 3+409, B1;

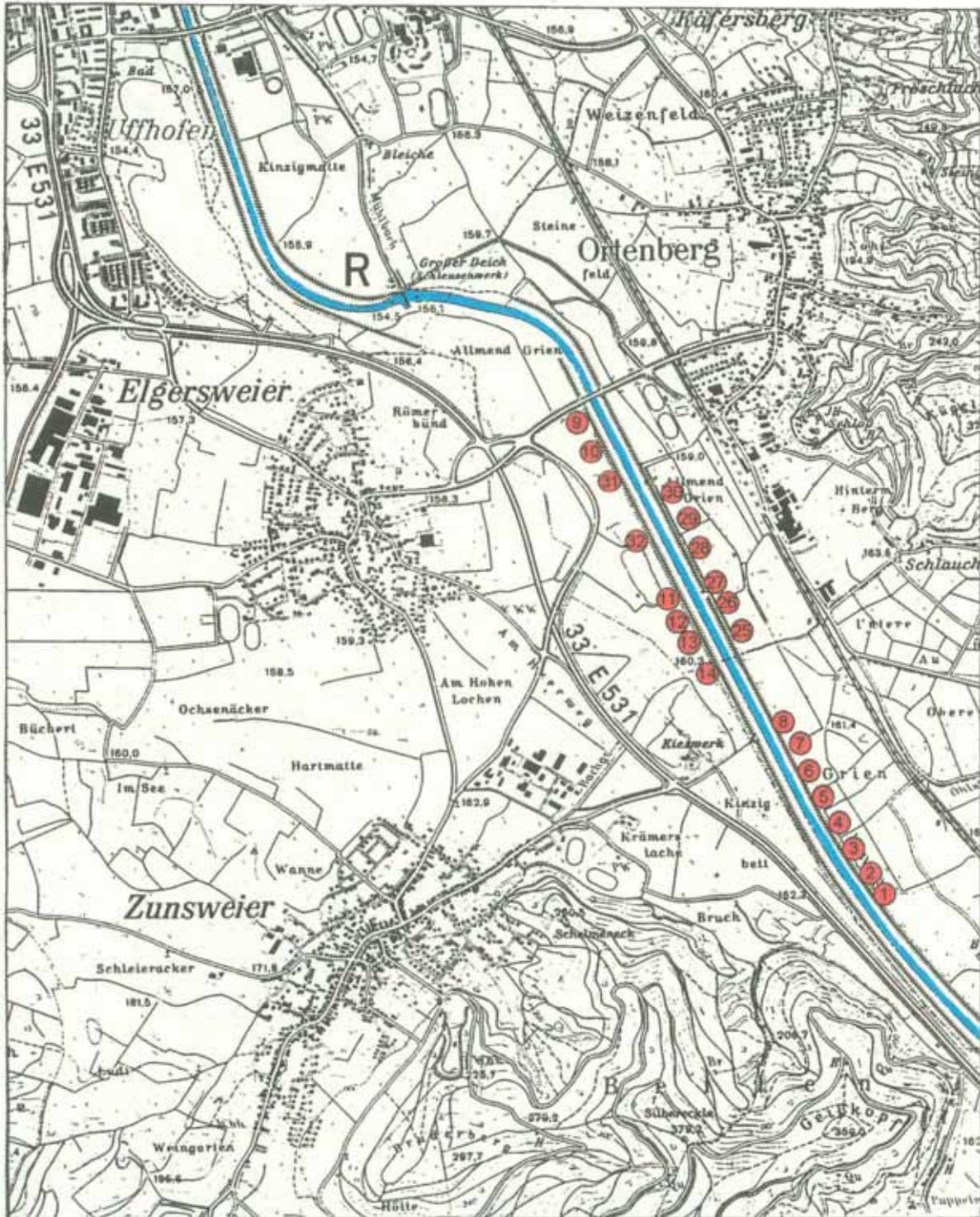
## Anhang Lage der Dauerbeobachtungsflächen: Dbf. Rench (RE)



Topographische Karte 1:25 000, Ausschnitt aus Blatt 7414; Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Vervielfältigung genehmigt unter Az.: 5.13/1066, thematisch ergänzt durch die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

(W) = Wasserseite Damm, (L) = Landseite Damm, (V) = Vorland, (U) = Ufer, M = Mahd, B = Bengeln, M1/B1 = 1 x im Monat, M2/B2 = 2 x im Monat, M4/B4 = 4 x im Monat, MFH/BFH = 2 x im Frühjahr und Herbst, H = Herbizide/Wuchsstoffe, T = Thermische Verfahren, R = Reserve, Entfernung von der Mündung: Angabe in km + m. 1 - (W), km 3+020, T; 2 - (L), km 3+045, H; 3 - (V/U), km 3+370, R; 4 - (V/U/W), km 3+490, R; 5 - (V/U/W), km 3+845, R; 6 - (V/U/W), km 3+990, R; 7 - (L), km 4+361, H; 8 - (V), km 6+025, BF/H; 9 - (V), km 6+180, B1; 10 - (V), km 6+240, B2; 11 - (V/W), km 6+400, B4; 12 - (V/W), km 6+475, BF/H; 13 - (V/U), km 7+300, B4; 14 - (V/U), km 7+525, B1; 15 - (V/U), km 7+555, B2; 16 - (V/U), km 7+605, MF/H; 17 - (V/U), km 7+900, M1; 18 - (V/U), km 7+950, M2; 19 - (V/U), km 8+012, M4; 20 - (W), km 6+260, MF/H; 21 - (V), km 5+970, M1; 22 - (V/U), km 5+730, M2; 23 - (V/U), km 5+555, M4;

## Anhang Lage der Dauerbeobachtungsflächen: Dbf. Kinzig (KI) I

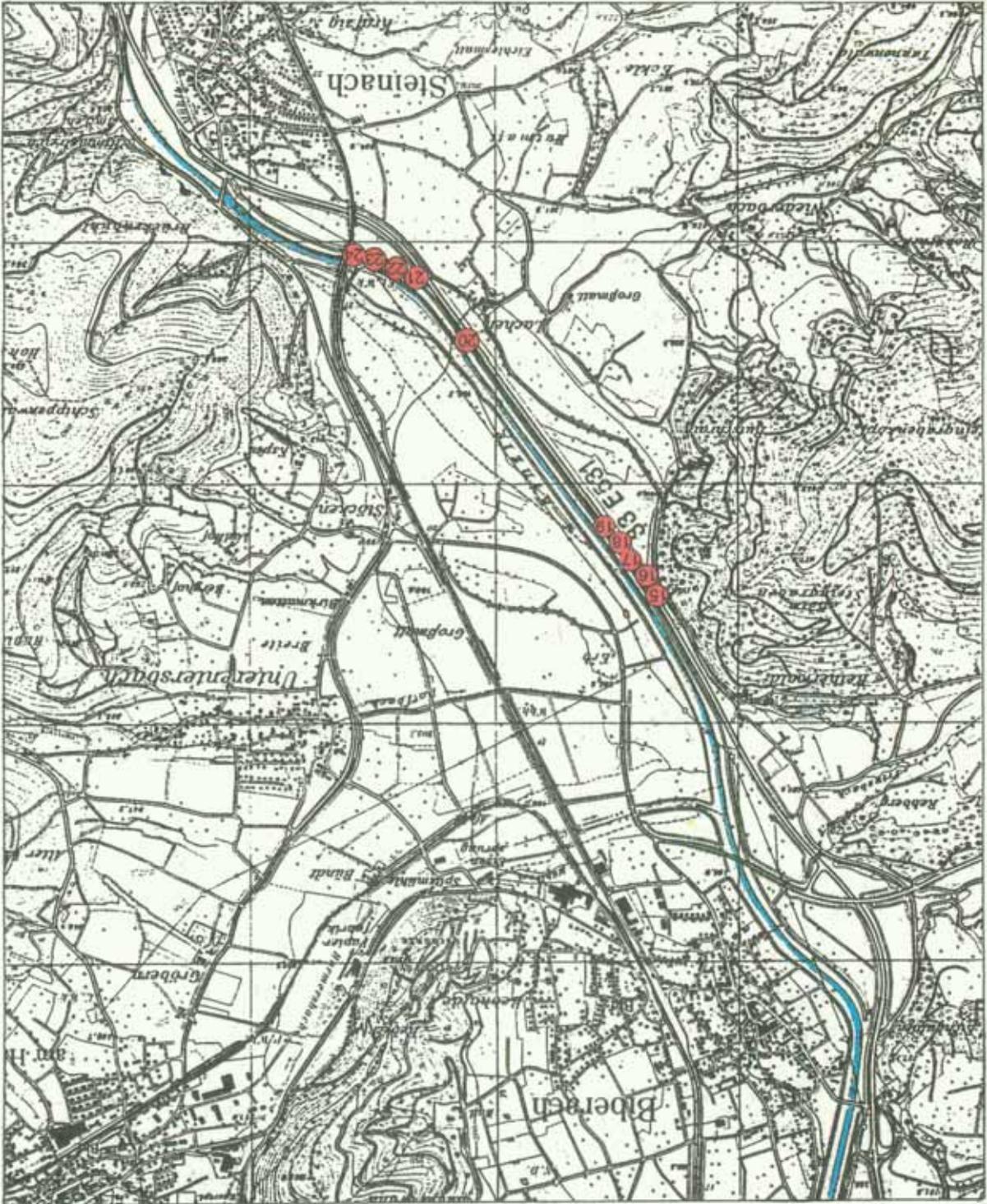


Topographische Karte 1:25 000, Ausschnitt aus Blatt 7513, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg. Vervielfältigung genehmigt unter Az.: 5.13/1066, thematisch ergänzt durch die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

(W) = Wasserseite Damm, (L) = Landseite Damm, (U) = Ufer, M = Mahd, S = Schlegeln, M1/S1 = 1 x im Monat, M2/S2 = 2 x im Monat, M4/S4 = 4 x im Monat, MFH/SFH = 2 x im Frühjahr und Herbst; H = Herbizide/Wachsstoffe; A = nur Aufnahme, Entfernung von der Mündung: Angabe in km + m.

1 - (L), km 25+970, SFH; 2 - (L), km 25+930, S1; 3 - (U), km 25+930, MFH; 4 - (U), km 25+895, M1; 5 - (U), km 25+825, M2; 6 - (U), km 25+790, M4; 7 - (L), km 25+585, S2; 8 - (L), km 25+480, S4; 9 - (L), km 23+950, M4; 10 - (W), km 23+940, S4; 11 - (L), km 24+876, M2; 12 - (L), km 24+983, M1; 13 - (L), km 25+040, MFH; 14 - (W), km 25+040, S2; 25 - (L), km 25+200, H; 26 - (L), km 24+150, H; 27 - (L), 24+750, H; 28 - (L), km 24+780, H; 29 - (L), km 24+710, H; 30 - (L), km 24+600, H; 31 - nicht weitergeführt, 32 - nicht weitergeführt;

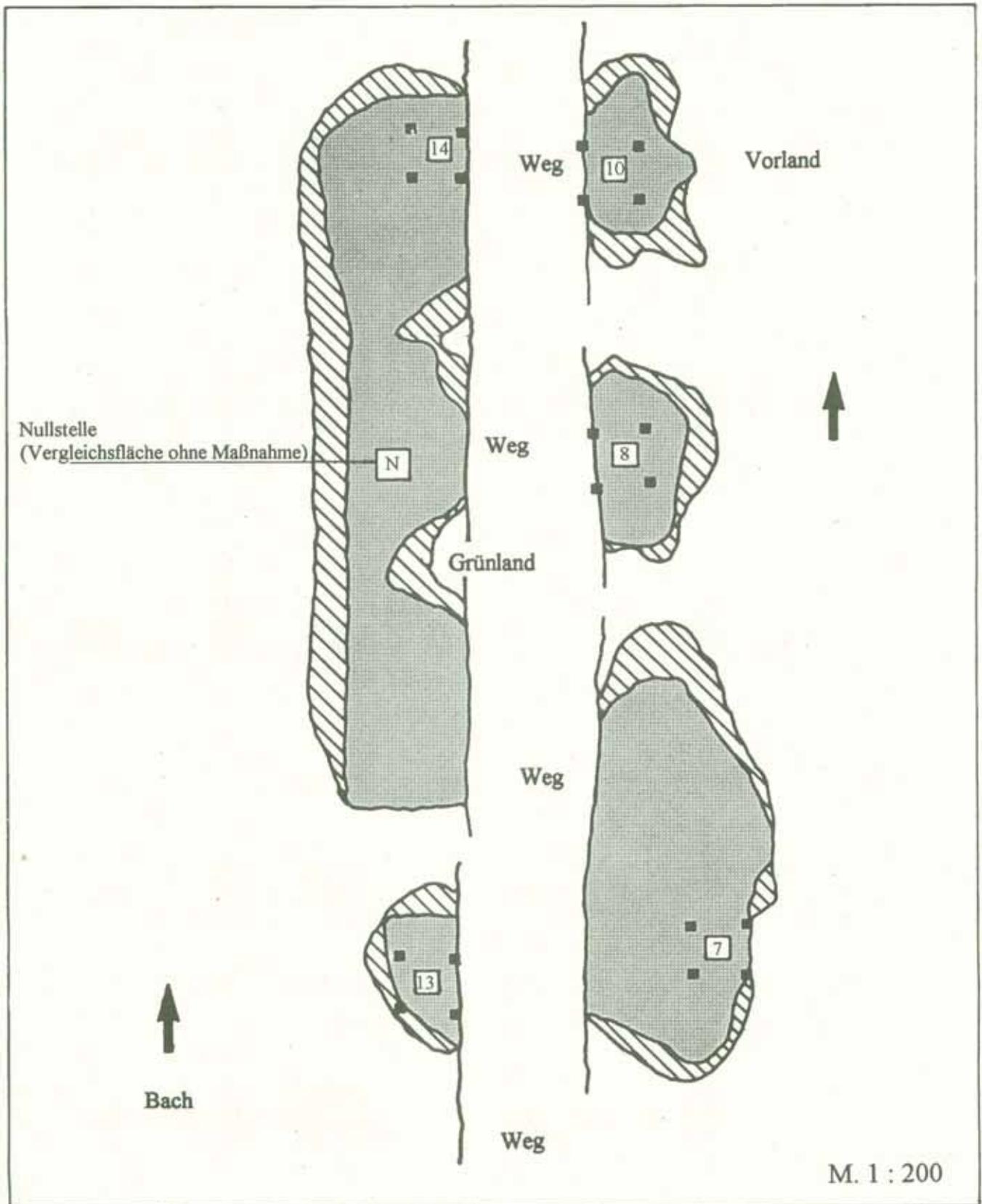
Anhang Lage der Dauerbeobachtungsflächen:  
Dbf. Kinzig (KI) II



(W) = Wasserseite Damm, (L) = Landseite Damm, (V) = Vorland, (U) = Ufer, H = Herbizide/Wachsstoffe, T = Thermische Verfahren, P = Pflanzmaßnahmen, A = nur Aufnahme, Entfernung von der Mündung: Angabe in km + m.  
 16 - (L), km 40+360, H; 17 - (U), km 40+430, T; 18 - (L), km 40+480, H; 19 - (U), km 40+500, T; 21 - (L), km 41+710, P; 24 - (L), km 41+948, P. Die Nummern 15, 20, 22 und 23 wurden nicht weitergeführt.

### Anhang Wachstumsbeobachtungen:

Beispiele für das Flächenwachstum an Dauerbeobachtungsflächen entlang des Kinzig-Dammes



Dauermarkierung mit Nummer



Fließrichtung



Knöterich-Fläche bis Juni 1992



Knöterich-Zuwachs bis April 1993

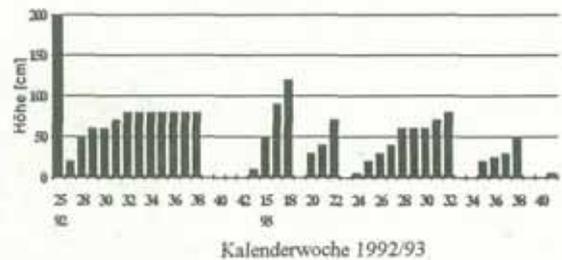
## Anhang Wachstumsbeobachtungen:

Diagrammtafel I: Höhenwachstum einiger Japan-Knöterich-Bestände bei jeweils zweimaligem Mähen bzw. Schlegeln im Frühjahr und im Herbst (Maßnahme MFH/SFH)

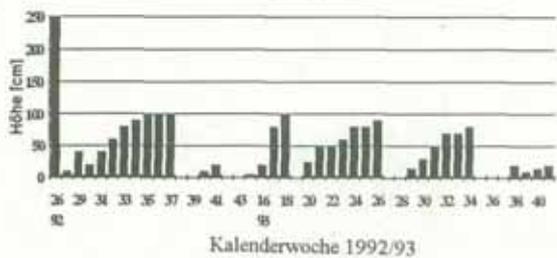
AR05 (Typ A)



KI13 (Typ C)



AR06 (Typ B)



RE08 (Typ D)



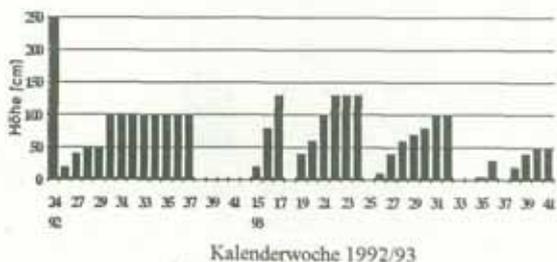
AR23 (Typ E)



RE12 (Typ D)



KI01 (Typ A)



RE16 (Typ D)



KI03 (Typ C)



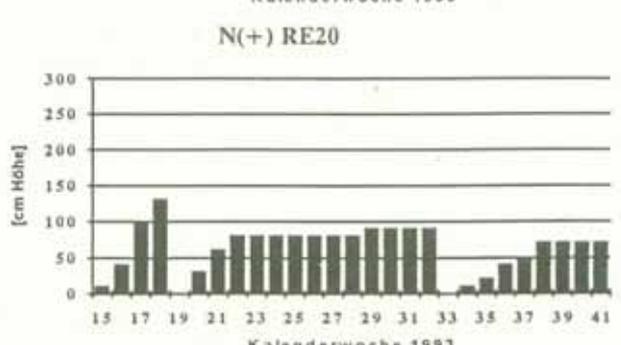
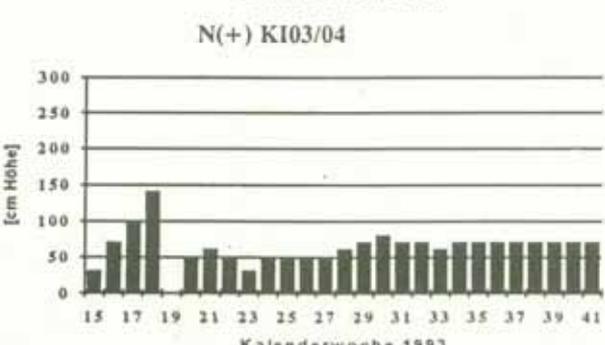
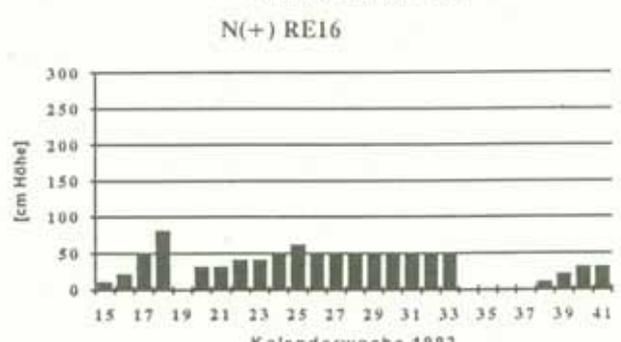
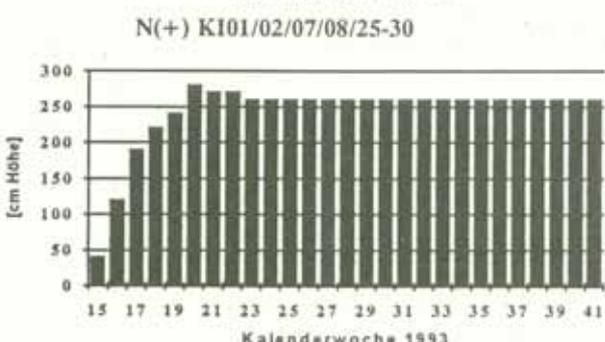
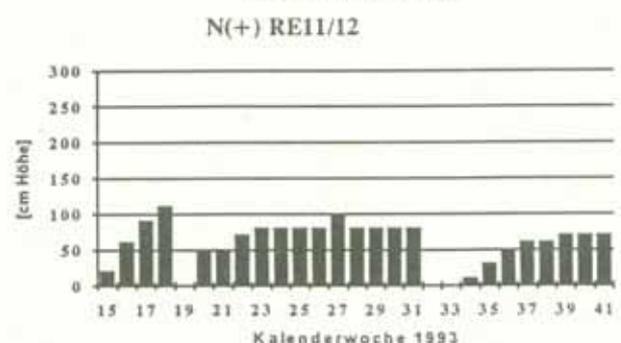
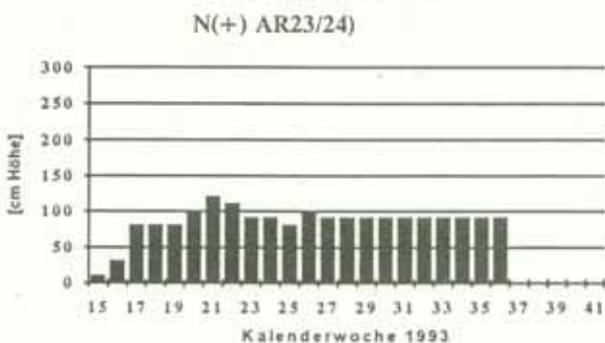
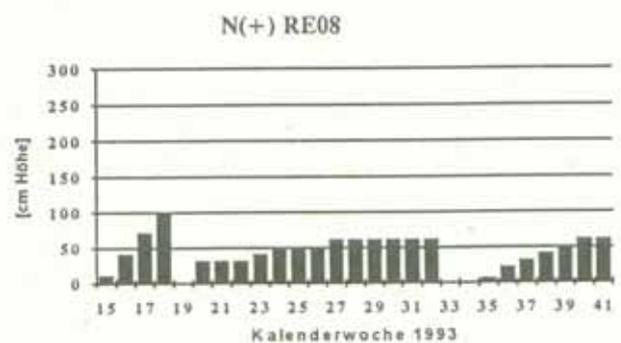
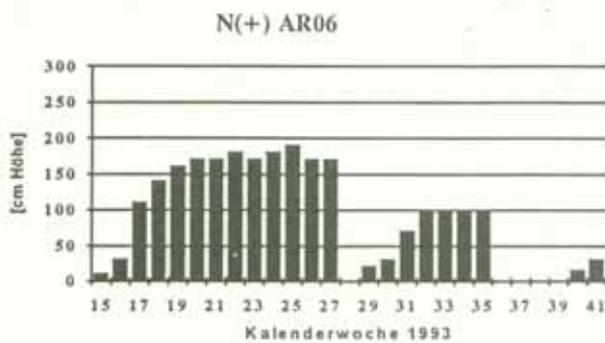
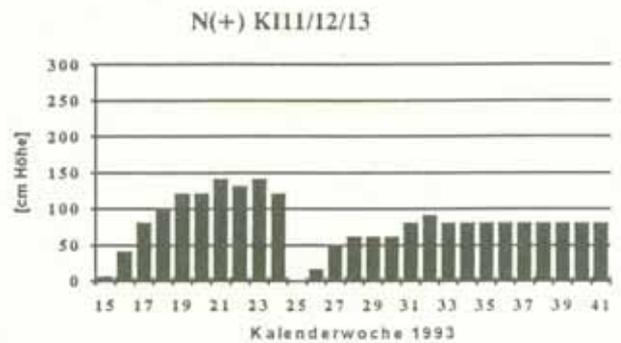
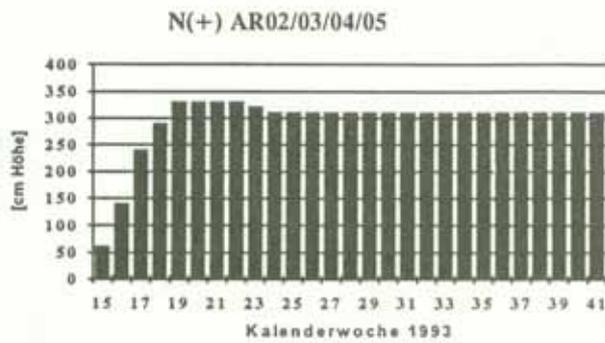
RE20 (Typ D)



Typ A-E: Kennzeichnung unterschiedlicher Japan-Knöterich-Pflanzen  
AR05 (ff): Kennzeichnung der Dauerbeobachtungsflächen (Erklärung im Text)

**Anhang Wachstumsbeobachtungen:**

Diagrammtafel II: Höhenwachstum unbehandelter Bestände auf Vergleichsflächen (Nullflächen)



N (+): unbehandelte Nullfläche



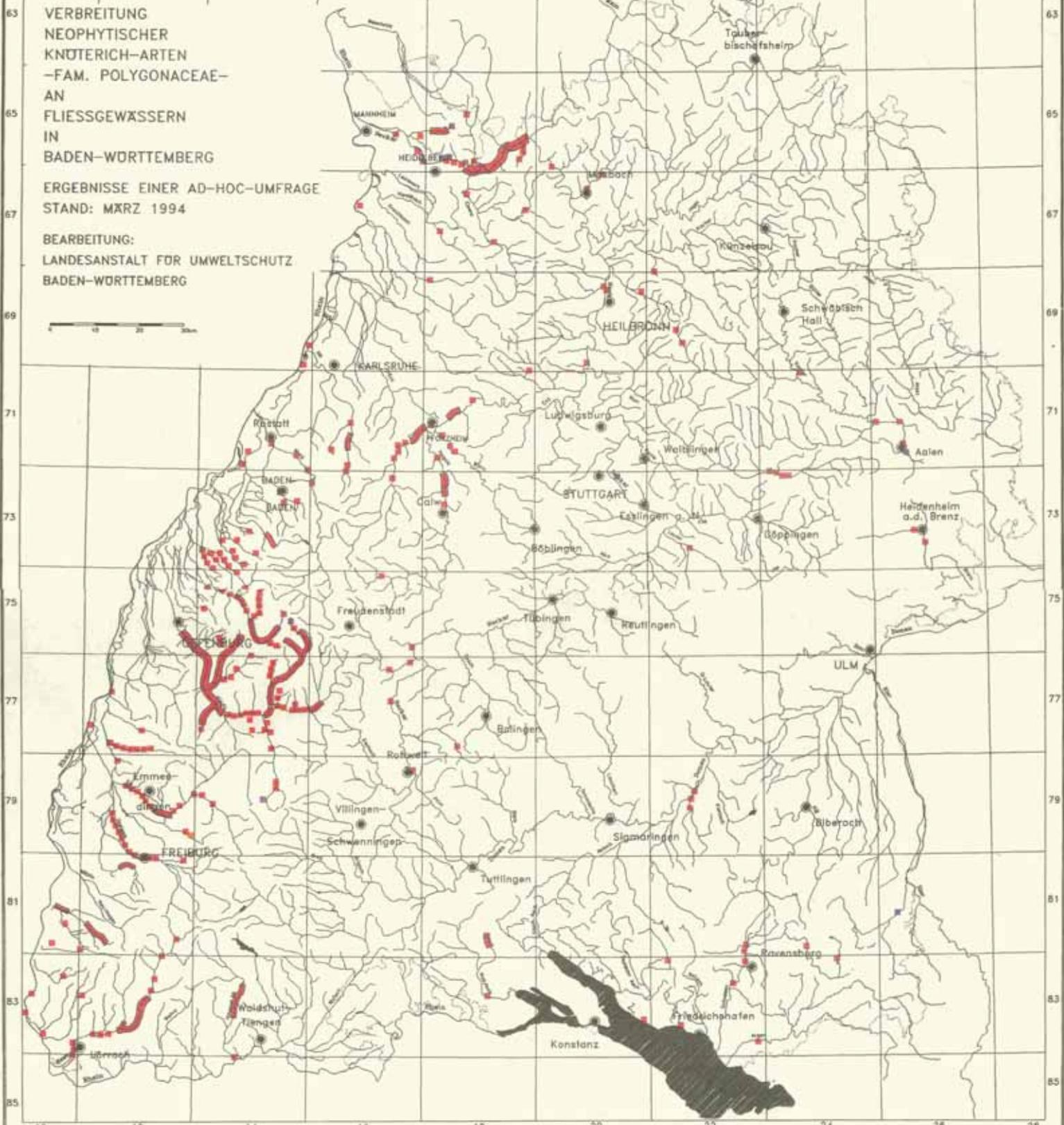
10 12 14 16 18 20 22 24 26 28

VERBREITUNG  
NEOPHYTISCHER  
KNÖTERICH-ARTEN  
-FAM. POLYGONACEAE-  
AN  
FLIESSGEWÄSSERN  
IN  
BADEN-WÜRTTEMBERG

ERGEBNISSE EINER AD-HOC-UMFRAGE  
STAND: MÄRZ 1994

BEARBEITUNG:  
LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ  
BADEN-WÜRTTEMBERG

0 10 20 30 km

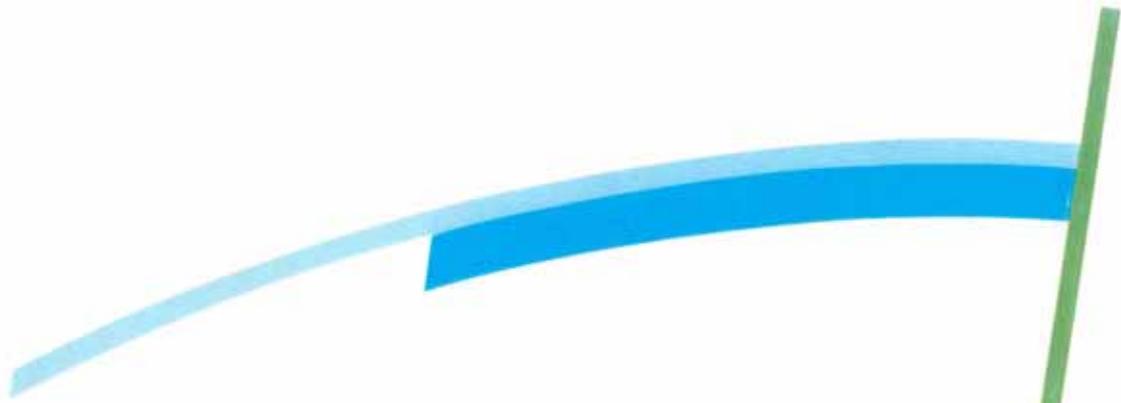


NENNENSWERTE BESTÄNDE VON

- █ *REYNOUTRIA JAPONICA* HOUTT./JAPAN-KNÖTERICH + KNÖTERICH-BASTARDE
- █ *REYNOUTRIA SACHALINENSIS* (FR. SCHMIDT PETROP. EX MAXIM.) NAKAI/SACHALIN-KNÖTERICH
- █ *POLYGONUM WALLICHI* GREUTER & BURDET/HIMALAYA-KNÖTERICH

BESTANDESDICHTE

- LOKAL BEGRENZT, KLEINE BESTÄNDE
- RELATIV HÄUFIG, ABER NICHT DURCHGEHEND
- = DURCHGEHEND



**LU**  
LANDESANSTALT FÜR  
UMWELTSCHUTZ  
BADEN-WÜRTTEMBERG