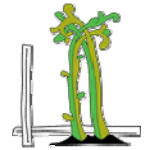


Universität für Bodenkultur Wien

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna

Department für Bautechnik und Naturgefahren

Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau (IBLB)



BEWERTUNG REVITALISierter TEILSTRECKEN DES MÖDLINGBACHES

**Untersuchung ingenieurbilogischer Bauwerke hinsichtlich des
Zustandes, der Wirkung und der Vitalität der verwendeten Weiden,
sowie der ökomorphologischen Zielerreichung,
im Stadtgebiet von Mödling**

Diplomarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieur

Verfasst und eingereicht von
Christoph Horvath

Betreuer: O.Univ.Prof. Dr. Florin Florineth

Wien, im Oktober 2007

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben danken!

In besonderer Weise gebührt dieser Dank:

O.Univ.Prof.Dr. Florin Florineth für die Betreuung meiner Diplomarbeit, sowie den Mitarbeitern des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau für die fachliche Hilfe

Meinen Eltern für Eure Unterstützung, Geduld, Rat und Hilfe in allen Belangen

Meiner Freundin und Lebenspartnerin Gerda, für Dein Verständnis, Deine Liebe und Hilfe in all den Jahren

Unserem Herrn und Gott und unserer Fürsprecherin der Gottesmutter Maria im Gnadenbild der ´Mutter der immerwährenden Hilfe´

Inhaltsverzeichnis

I Kurzfassung

II Abstract

1. Einleitung.....	8
1.1. Arbeitsschritte	9
2. Ingenieurbiologie	10
2.1. Allgemeines	10
2.2. Ingenieurbiologie und Schutzwasserbau	10
2.3. Grundlagen zur Ingenieurbiologie an Fließgewässern.....	13
2.3.1. Verwendete Materialien	13
2.3.2. Ziele der Maßnahmen.....	13
2.3.3. Ökologische Konstitution der Arten.....	15
2.3.4. Biotechnische Konstitution der Art	16
2.3.5. Herkunft (Provenienz)	19
2.4. Grundlagen zur Verwendung von Weiden	20
2.4.1. Vorstellung der Weidenarten am Mödlingbach	21
2.5. Grundlagen zur Hydraulik	26
2.5.1. Fließgeschwindigkeit.....	27
2.5.2. Schubspannung	30
2.5.3. Strömungswiderstand	31
2.6. Ingenieurbiologische Bauwerke an Fließgewässern	33
2.7. Ingenieurbiologische Bautypen am Mödlingbach im Detail.....	34
2.7.1. Buhnen	34
2.7.2. Sohlschwellen	37
2.7.3. Flechtzaun	38
2.7.4. Rangenbergbau (Stangenverbau).....	39
2.7.5. Faschinenreihen	40
2.7.6. Steckhölzer	41
2.7.7. Wurzelstöcke	42
2.8. Stärken der Ingenieurbiologie	43

2.9. Grenzen der Ingenieurbiologie.....	45
3. Der Mödlingbach.....	46
3.1. Einzugsgebiet	46
3.2. Hydrologie.....	47
3.3. Geschichtlicher Hintergrund.....	49
4. Das Leitbild.....	51
4.1. Das Leitbildkonzept.....	51
4.2. Referenzstrecken am Mödlingbach.....	54
5. Das Bearbeitungsgebiet.....	57
6. Erhebung von Zustand und Wirkung der ingenieurbiologischen Einbauten.....	59
6.1. Allgemeines	59
6.2. Methodik	59
6.3. Definitionen	60
6.3.1. Zustandsklassen.....	60
6.3.2. Wirkungsklassen.....	61
6.3.3. Bauwerke und deren Wirkung:.....	61
6.4. Ergebnisse	62
6.4.1. Datenblatt	62
6.4.2. Betrachtung der Teilbereiche A – B - C	63
6.4.3. Betrachtung der Bautypen	75
6.5. Zusammenfassung der Ergebnisse	81
7. Erhebung und Bewertung der ökomorphologischen Strukturen	82
7.1. Allgemeines	82
7.2. Strukturausstattung.....	84
7.2.1. Leitstrukturen für den Mödlingbach im Siedlungsgebiet.....	85
7.3. Methodik	87
7.4. Aufnahme der Ökomorphologie - Referenzstrecken	88
7.4.1. Datenblätter und Strukturkarten.....	89

7.4.2.	Vergleichbarkeit der Daten	94
7.4.3.	Betrachtung der Ergebnisse der Referenzstrecken	96
7.5.	Definition von Zielerreichungsklassen.....	98
7.6.	Aufnahme der Ökomorphologie - Untersuchungsabschnitt.....	100
7.6.1.	Methodik	100
7.6.2.	Datenblätter und Strukturkarten der untersuchten Teilbereiche.....	101
7.6.3.	Vergleich der Ergebnisse der Untersuchungsabschnitte	108
7.7.	Zusammenfassung der ökomorphologischen Bewertung	116
8.	Vitalität der Weiden.....	117
8.1.	Allgemeines	117
8.2.	Definition von Vitalitätsklassen.....	118
8.3.	Methodik	119
8.4.	Ergebnisse	120
8.4.1.	Datenblatt	121
8.4.2.	Vergleich der Ergebnisse	122
8.5.	Zusammenfassung der Ergebnisse	127
9.	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	128
10.	Literaturverzeichnis.....	130
11.	Anhang - Fotodokumentation.....	133

I Kurzfassung

Seit dem Jahr 2000 wird von der Gemeinde Mödling, gemeinsam mit dem Amt für Wasserbau der Niederösterreichischen Landesregierung und der Universität für Bodenkultur ein Rückbau und eine Revitalisierung des hart verbauten Mödlingbaches, im Stadtgebiet von Mödling, durchgeführt.

Dabei wurden die linearen Strukturen, sowie die versiegelte Bachsole aufgebrochen und durch ingenieurbioologische Maßnahmen die Entwicklung eines naturnahen Zustandes, bei Beibehaltung der geforderten Hochwassersicherheit, ermöglicht.

Die so entstandenen ökomorphologischen Strukturen bieten Lebensgrundlage für die Fischfauna, sowie für zahlreiche Benthosorganismen.

Die vorliegende Arbeit untersucht die Wirkung und den Zustand der ingenieurbioologischen Einbauten, sowie die Vitalität der verwendeten Weiden.

Darüber hinaus wird die strukturelle Zielerreichung anhand ausgewählter Elemente, bezüglich spezifischer Referenzvorgaben aus flussaufwärts gelegenen Abschnitten, bewertet.

Die Ergebnisse im betrachteten Abschnitt zeigen hinsichtlich aller Untersuchungen im Mittel ein sehr positives Bild, wenngleich in einzelnen Teilbereichen Verbesserungen notwendig wären.

Im Allgemeinen kann von gelungenen Maßnahmen zur Revitalisierung gesprochen werden, die zusätzlich zum ökologischen Nutzen auch noch eine ästhetische Aufwertung des Bachbettes, sowie die Schaffung eines Erlebnis-, Schul-, und Naherholungsangebots für die Gemeinde bewirkt haben.

II Abstract

Since 2000 the canalized Mödlingbach has been reconstructed and revitalized in the urban area of Mödling by the municipality of Mödling in cooperation with the Department of Water Engineering of the Provincial Government of Lower Austria and the University of Natural Resources and Applied Life Sciences in Vienna.

In the course of this task the linear structures as well as the sealed stream bed were broken up and the development of a nature-oriented state was facilitated by applying soil bioengineering techniques, while the required flood control was maintained. The ecomorphological structures created by this procedure offer the base of life for the stream's flora, the fish fauna as well as numerous benthic organisms.

This thesis examines the effects of the soil bioengineering installations and the state they are in as well as the vitality of the willows that were used. Besides, on the basis of selected elements, evaluation is made on whether, in comparison to specific reference stretches, the structural aim has been achieved.

The results in the stretch of the Mödlingbach that has been examined show a very positive picture on average, although enhancements are needed in individual subareas.

In general, the revitalizing measures taken can be considered as having been successful. In addition to their ecological benefits, they offer an aesthetical enhancement of the streambed as well as facilities for school activities, adventurous experiences, and recreation for the residents.

1. Einleitung

Die Gründung frühzeitlicher Siedlungen, woraus sich je nach ihrer Bedeutung auch Städte entwickelten, geschah im menschlichen Bewusstsein seiner Abhängigkeit von der Umwelt. Maßgeblich waren hierbei neben topografischen und klimatischen Verhältnissen auch Überlegungen zu Handelswegen und Verkehrsachsen.

Während sich in die großen Siedlungen und Städte an den kontinentalen Rändern und damit nahe den jeweiligen Meeren befinden, ist im Landesinneren die Flussnähe ein wesentlicher Faktor.

Das Fließgewässer war neben der Möglichkeit des Transportes von Handelsgütern auch eine zusätzliche Nahrungsquelle, erfüllte die Aufgabe der Wasserversorgung und erhielt die Hygiene durch den Abtransport von Abfällen und Schmutzwässern. Das Fließgewässer war somit Lebensader und wesentlicher Faktor zum Funktionieren einer dauerhaften Siedlung. Periodische und episodische Ausuferungen wurden entweder positiv genutzt (vgl. Nil - fruchtbares Schwemmland) oder als unvermeidbare menschliche Katastrophen ertragen.

Seit dem Beginn der Industrialisierung im 19. Jh. ging die Bedeutung des Fließgewässers für die Stadt Schritt für Schritt verloren. Den vom Fließgewässer ausgehenden Gefahren konnte kein positiver Nutzen mehr gegenüber gestellt werden.

Der aktive Hochwasserschutz durch den möglichst raschen Wasserabtransport wurde ein wesentliches Thema.

Zahlreiche Flussbegradigungen und harte Verbauungen im Verlauf des 20. Jhdts. sind Ausdruck dieser Entwicklung.

So wurde auch im Stadtgebiet von Mödling der Mödlingbach, nach einem großen Hochwasser im Jahre 1990, abschnittsweise durch eine harte Verbauung in ein festes Korsett gezwängt.

Der Verlust der Flusssdynamik führte zu maßgeblichen Beeinträchtigungen für Bachflora und Bachfauna.

Seit dem Jahr 2000 wird im Zuge von Projektarbeiten des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau (IBLB) an der BOKU Wien in enger

Zusammenarbeit mit der Stadtgemeinde Mödling und dem Amt für Wasserbau der Niederösterreichischen Landesregierung, der Rückbau des Bachabschnitts im Stadtgebiet von Mödling, in jährlichen Baulosen vorgenommen.

Die Ingenieurbiologie versucht durch den gezielten und strukturgebenden Einsatz lebender und toter natürlicher Materialien die Charakteristik eines naturnahen Fließgewässers zu erreichen und die Ausprägung unterschiedlicher Morphologien, variierender Fließgeschwindigkeiten, Breiten und Tiefen sowie Verlandungszonen zu initiieren.

Die folgende Arbeit ist eine Aufnahme des aktuellen Zustandes im restrukturierten Bachabschnitt vom Kurpark bis zur Höhe Badstraße und untersucht die ökomorphologische Zielerreichung im Niederwassergerinne.

1.1. Arbeitsschritte

- Aufnahme und Bewertung von Zustand und Wirkung der einzelnen Bauwerke
- Aufnahme und Bewertung der Strukturelemente hinsichtlich der ökomorphologischen Zielerreichung
- Wachstum und Vitalität der verwendeten Weidenarten

2. Ingenieurbiologie

2.1. Allgemeines

Das Sichern und Gestalten mit Pflanzen hat lange Tradition. Erste Hinweise darauf finden sich bereits 2.600 v. Ch. in Ägypten (vgl. FLORINETH, 2004, S. 11).

Aus diesem jahrtausende alten Handwerk entwickelte sich die Ingenieurbiologie, als eine technisch- biologische Disziplin.

Die Aufgabe der Ingenieurbiologie ist: Kräfte in der Landschaft umzuwandeln, ableiten oder aufnehmen durch biotechnisch geeignete Pflanzen, durch Böden deren bodenmechanische Eigenschaften durch sie verbessert werden, und durch Wasserbaumaßnahmen, durch die die zerstörende Kraft des Wassers abgewendet wird. Die so entstehenden Pflanzenbauwerke schaffen neue Lebensräume, deren Summe sich in einem ökologisch-mechanischen Wirkungskomplex niederschlägt. Das bewirkt die Erreichung und Erhaltung eines dynamischen Gleichgewichtszustandes, also der angestrebten Stabilisierung (BEGEMANN, SCHIECHTL, 1994, S. 11).

Dabei bedient sich die Ingenieurbiologie geeigneter Pflanzen bzw. Pflanzenteile, die oftmals in Verbindung mit unbelebten Baustoffen (Steinblöcke, Totholz) zur Stabilisierung von Hängen, Uferanbrüchen oder Gräben eingesetzt werden.

2.2. Ingenieurbiologie und Schutzwasserbau

Seit etwa 200 Jahren besitzt der Schutzwasserbau durch die zunehmende Besiedlungsdichte hohe Dominanz. Der Einsatz von Maschinen, das fehlende Bewusstsein für die ökologischen Zusammenhänge an Fließgewässern und die vorrangige Verwendung von Hartbauweisen führten zum Verlust zahlreicher Auen und anderer Retentionsräume, sowie limnischer und terrestrischer Lebensräume, mit den heute augenscheinlichen Auswirkungen (vgl. SCHIECHTL, STERN 1994, S. 3).

Ergebnis dieser Entwicklung sind Begradigungen in monotonen trapezförmigen Profilen, Unterbrechungen des Kontinuums, Verlust der Artenvielfalt, Veränderung des Bodenwasserhaushaltes, Absinken des Grundwasserspiegels, Beschleunigung der Hochwasserwelle und durch eine falsche Bodenpolitik das Ansteigen des Schadenpotentials im Fall von Hochwässern.

Die für ihre jeweilige Landschaft typischen, natürlichen Fließgewässernetze sind damit in Österreich fast vollständig verschwunden und beschränken sich heute nur mehr auf einzelne kleine Teilabschnitte.

Vor etwa 20 Jahren begann diesbezüglich ein Umdenken.

Das Konzept des naturnahen Wasserbaues hat in den letzten Jahrzehnten bei der Wasserbaulichen Planung und Umsetzung von Projekten an Bedeutung gewonnen. In einem zeitgemäßen Gewässerleitbild sind die Ziele des Hochwasserschutzes, die Gewässergüte, die Lebensraumfunktion für Tiere und Pflanzen, die Erholungsfunktion und das Landschaftsbild definiert (RAUCH, 2006, S. 21).

Ziel des naturnahen Wasserbaues ist es, mit Hilfe der Ingenieurbiologie eine Revitalisierung von Fließgewässerabschnitten zu erreichen ohne die Anliegen des Hochwasserschutzes und des Siedlungswesens zu vernachlässigen.

Dabei verfolgt der biologisch- ökologisch gestützte Wasserbau folgende Leitsätze:

- *Erhaltung der landschaftstypischen Gewässermorphologie*
- *Erhaltung der Gewässerdynamik*
- *Erhaltung von Kolken, Furten und Schotterbänken*
- *Erhaltung der Gewässersohle*
- *Erhaltung von Flach- und Steilufern, von Prall- und Gleitufeln*
- *Erhaltung von wechselnden Bettbreiten*
- *Erhaltung verschiedener Strömungsmuster*
- *Erhaltung der fließenden Retention*
- *Erhaltung der Wandermöglichkeit für Wasserorganismen*
- *Einsatz lebender Baustoffe*
- *Aufbau, Entwicklung und Pflege standortgerechter Vegetation*
- *Pflegeorientierte Bewirtschaftung von Ufersäumen und Auen nach forstökologischen Prinzipien*

- *Einplanung der Sicherheit in Richtung potentieller Schaden durch Versagen der Anlage*
- *Berücksichtigung der Multifunktionalität des Gewässers in Siedlungsgebieten*
- *Berücksichtigung der großen Wirtschaftlichkeit von ingenieurbilogischen Ufersicherungen, auch unter Einbeziehung von Reparaturen nach Hochwasserschäden*

(SCHIECHTL, STERN, 1994, S. 4)

2.3. Grundlagen zur Ingenieurbiologie an Fließgewässern

2.3.1. *Verwendete Materialien*

Grundsätzlich werden im naturnahen Wasserbau nur natürliche Materialien verwendet und die jeweiligen Pflanzenarten aus vergleichbaren Standorten entnommen.

Die Auswahl des geeigneten Pflanzenmaterials für den jeweiligen Standort folgt folgenden vier Kriterien:

- Ziel der Maßnahme
- Ökologische Konstitution der Art
- Biotechnische Konstitution der Art
- Herkunft (Provenienz)

(SCHIECHTL/STERN, 1994, S. 20)

2.3.2. *Ziele der Maßnahmen*

Die Ziele des naturnahen Wasserbaues:

- Schutzfunktion – Schutz des Lebens- und Wirtschaftsraumes der Menschen
- Ökologische Funktion – Erhaltung, Sicherung und Wiederherstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit eines Gewässers

(FLORINETH/KLOIDT, 2006, S. 35)

Diese Funktionen zeigen ihre Bedeutung in folgenden Wirkungsbereichen:

Bedeutung für das Fließgewässer

- Brückenfunktion zwischen dem Fließgewässer und den angrenzenden Lebensräumen
- Schutz vor Uferanbrüchen durch Verminderung der Fließgeschwindigkeit
- Verbesserung kleinklimatischer Bedingungen
- Förderung von ökologischen Nischen

- Förderung der Artenvielfalt von Wassertieren und –Pflanzen durch Nahrungseintrag
- Filterung und Rückhalt von Schadstoffeinträgen
- Zusätzliche Aufnahme von wasserbelastenden Nährstoffen

Bedeutung für das Umfeld

- Festigung von Ufern und Dämmen
- Beschattung und Verbesserung des Kleinklimas
- Lebensraum, Deckungs- und Brutmöglichkeit für Tiere
- Lebensraum für biologische Schädlingsbekämpfer
- Lebensraum für gewässerspezifische Pflanzen
- Filterung und Rückhalt von Feststoffausträgen

Bedeutung für den Menschen

- Prägung des Landschaftsbildes
- Naherholung – Erlebniswert
- Brenn- und Nutzholzgewinnung
- Förderung der Jagd und Fischerei
- Sicherung von Lebensgrundlagen

(vgl. FLORINETH/KLOIDT, 2006, S. 37)

2.3.3. Ökologische Konstitution der Arten

Für das Gelingen einer ingenieurbiologischen Verbauung ist die Auswahl standortgerechter Pflanzenarten Voraussetzung. Die beste Möglichkeit eine adäquate Auswahl zu treffen besteht in einer pflanzensoziologischen Bestandsaufnahme nahe gelegener oder ähnlicher Standorte.

Besonders gut eignen sich hier Pflanzen mit einer weiten ökologischen Amplitude, die keine hoch spezifischen Ansprüche an ihren Standort stellen.

Beispiele dafür sind unter anderen:

Bäume: Grauerle (*Alnus incana*), Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Salweide (*Salix caprea*), Sandbirke (*Betula pendula*), Schwarzpappel (*Populus nigra*)

Sträucher: Blutroter Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Lavendel Weide (*Salix eleagnos*), Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Korbweide (*Salix viminalis*), Liguster (*Ligustrum vulgare*), Mandelweide (*Salix triandra*), Purpurweide (*Salix purpurea*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Schwarzweide (*Salix myrsinifolia*)

Gräser und Leguminosen: Ausläufer - Straußgras (*Agrostis stolonifera*), Englisches Raygras (*Lolium perenne*), Hornschotenklee (*Lotus corniculatus*), Knäulgras (*Dactylis glomerata*), Rotklee (*Trifolium pratense*), Rotschwingel (*Festuca rubra*), Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*), Weißklee (*Trifolium repens*), Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*), Wundklee (*Anthyllis vulneraria*)

(vgl. SCHIECHTL/STERN ,1994, S. 21)

2.3.4. Biotechnische Konstitution der Art

Die im Wasserbau verwendeten Arten müssen mechanische Kräfte, die auf Spross und/oder Wurzel wirken aufnehmen und ins Erdreich ableiten ohne dabei selbst nachhaltig geschädigt zu werden. Ebenso müssen sie über sehr gute regenerative Fähigkeiten verfügen und hinsichtlich periodischer und/oder episodischer Überflutungen, sowie Einschotterungen resistent sein.

Überstaubarkeit

Im Wasserbau müssen die verwendeten Pflanzen oftmals mit starken Wasserspiegelschwankungen, Überflutungen und Überstauungen zu recht kommen (vgl. FLORINETH, 2004, s. 27).

Gehölze die sich hier besonders gut eignen sind:

Mandelweide (*Salix triandra*), Silberweide (*Salix alba*), Bruchweide (*Salix fragilis*), Fahlweide (*Salix x rubens*), Lorbeerweide (*Salix pendandra*), Aschweide (*Salix cinerea*), Pappelhybriden (*Populus canadensis*,...), Quirlesche (*Fraxinus angustifolia*) (HACKER, 1997)

Auszugwiderstand

Ist jene Kraft die aufgewendet werden muss um eine Pflanze aus dem Boden zu ziehen. Er kann als Maß für die Boden-festigende Wirkung der Pflanze (Boden-Wurzel-Matrix) angesehen werden und wurde für einzelne Arten in zahlreichen Ausziehversuchen von OPLATKA (1995, 1998) und WEITZER et al. (1998) ermittelt. Der Verlauf des Auszugwiderstandes bis zum völligen Versagen der Pflanze ist in Abbildung 1 ersichtlich.

Der Kraftverlauf folgt keinem linearen Anstieg; die Pflanze hat selbst nach dem Reißen der Nebenwurzeln gute Reserven, bis hin zum endgültigen Versagen.

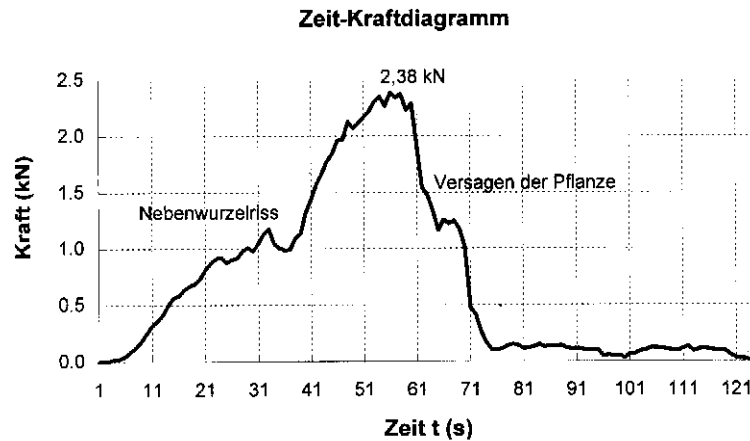


Abb. 1: Zeit-Kraft Diagramm eines Auszugversuches; 8-jähriger Bergahorn auf kiesigsteinigem Untergrund (GERSTGRASSER, 2000 nach WEITZER et al., 1998, S. 18)

Bei der Gegenüberstellung von Weiden und Nicht-Weiden wurde festgestellt, dass alle Weidenarten (...) höhere Auszugwiderstände aufwiesen als Nicht-Weiden. Weiden haben daher in der Anwuchsphase höhere Auszugwiderstände als Bergahorn, Eschen oder Grau- und Grünerlen (GERSTGRASSER, 2000, S. 45).

Im Vergleich mit den von OPLATKA (1998) ermittelten Strömungskräften bei $v=4\text{m/s}$ zeigt sich, dass die gemessenen Auszugwiderstände der Weiden um ein Vielfaches über den auftretenden Strömungskräften liegen.

Biegesteifigkeit

Gibt das Maß der Verformbarkeit eines Materials an und ist das Produkt aus E-Modul (E) und dem Trägheitsmoment (I).

$$\text{Biegesteifigkeit} = E \cdot I \quad [\text{KNm}^2]$$

$$I_{\text{Kreis}} = \pi \cdot d^4 / 64 \quad [\text{m}^4]$$

Der E-Modul ist ein materialspezifischer Kennwert für die Verformbarkeit des Materials und ist bei Gehölzen abhängig von deren Art und Durchmesser.

Durch die Definition des Trägheitsmomentes (I) zeigt sich, dass die Biegesteifigkeit mit der 4. Potenz des Durchmessers (d) zunimmt.

Durch zahlreiche Versuche wurde das Durchbiegungsverhalten verschiedener Gehölzarten untersucht (vgl. Abbildung 2).

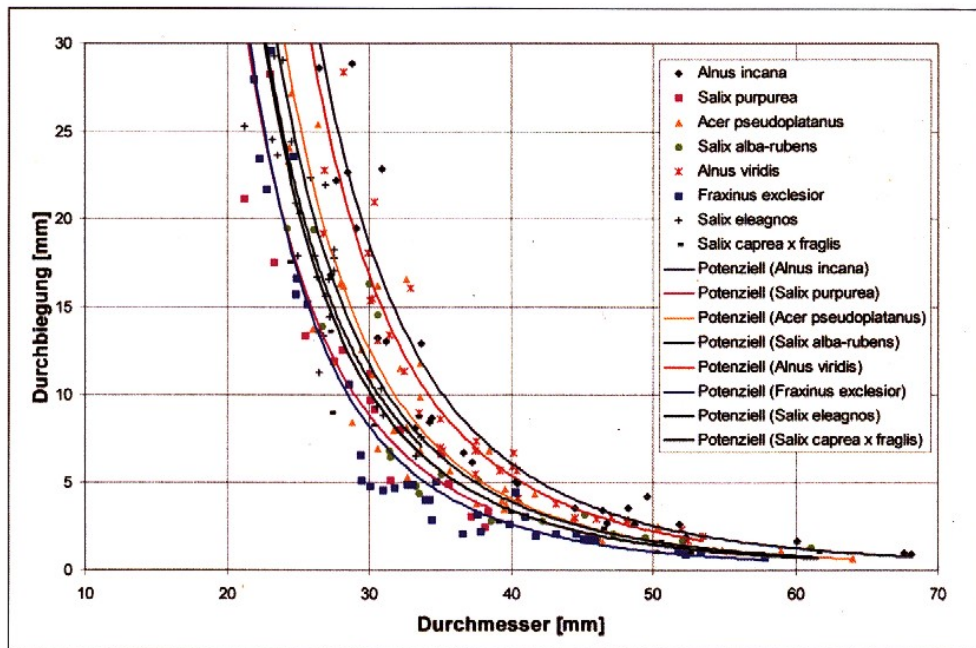


Abb. 2: Vergleich der Durchbiegung von unterschiedlichen Baumarten bei einer Probelänge von 1,0 m und einer Kraft von 10 N nach (WEITZER et al., 1998)

Das Durchbiegeverhalten sinkt mit steigendem Durchmesser nach einer Potenzfunktion. Ab einem Durchmesser von 40 mm wird die Durchbiegung bei entsprechender Belastung minimiert (< 5 mm). Es geht die Elastizität verloren und gleichzeitig steigt mit zunehmendem Durchmesser das Bruchmoment (RAUCH, 2006, S. 34).

Diese Erkenntnis ist von besonderer Bedeutung. Die einzelnen Baumarten weisen ab einem Durchmesser von ca. 40 mm ein erhöhtes Bruchmoment auf, halten daher höheren Strömungskräften stand, wodurch aber wiederum die strömungsumlenkenden Kräfte verstärkt und Erosionsprozesse initiiert werden. Junge und elastische Pflanzen hingegen schützen vor Erosion, indem sie sich bei Strömungsbelastung flach auf den Boden legen und ihren Strömungswiderstand verringern.

Einschotterung

Durch das vom Fließgewässer mitgeführte Geschiebe besteht für die Pflanzen die Gefahr verschüttet zu werden. Je dichter dabei die Lagerung der Sedimente (Lehm,

Schluff, Ton) und je höher die Überschüttung, desto eher kommt es zum Absterben der Pflanze. Generell überstehen Gehölze solche Überschüttungen besser als Gräser und Kräuter. Besonders einige Weiden ertragen Einschotterungen von bis zu 30% ihrer Baumhöhe (vgl. SCHIECHTL/STERN, 1994, S. 22).

Vegetative Vermehrbarkeit

Pflanzen die sich gut für ingenieurbiologische Maßnahmen eignen, besitzen in der Regel eine gute vegetative Vermehrbarkeit. Darunter versteht man, dass sowohl Teile des Sprosses als auch der Wurzel vermehrungsfähig sind. Durch Stecklinge, Steckhölzer, Brutknospen oder Teilung kann eine neue eigenständige, genetisch idente Pflanze heranwachsen.

Durch die Bildung neuer proventiver- und/oder adventiver Wurzelanlagen bei Überschüttung, besitzen solche Pflanzen die Fähigkeit diese unbeschadet zu überstehen (vgl. Einschotterung).

2.3.5. Herkunft (Provenienz)

Um eine vitale standortgerechte Vegetation zu etablieren, ist bei der Auswahl der Pflanzen auf deren natürliche Verbreitung und Vorkommen zu achten.

Dabei sollte nicht nur auf das Wuchsgebiet der einzelnen Arten sondern auch auf lokale Höhenstufen geachtet werden.

Prinzipiell soll getrachtet werden, nur heimische Pflanzen und Gehölze aus dem zur Baustelle nächstgelegenen Wuchsgebiet zu verwenden. In je größerer Höhe über dem Meer die Baustellen liegen, desto kritischer wäre dieser Punkt zu behandeln (SCHIECHTL/STERN, 1994, S. 24).

2.4. Grundlagen zur Verwendung von Weiden

Aufgrund der guten vegetativen Vermehrbarkeit, dem natürlichen Vorkommen an Fließgewässern und dem breiten Artenspektrum (32 Arten in Österreich), eignen sich Weiden in besonderer Weise für ingenieurbiologische Bauweisen.

*Zur Uferbepflanzung an der Nieder- und Mittelwasserlinie eignen sich die sehr elastischen Straucharten wie Korb-Weide (*Salix viminalis*), Mandel-Weide (*Salix triandra*), Purpur-Weide (*Salix purpurea*) und Schwarz-Weide (*Salix myrsinifolia*) sehr gut. Diese werden beim Überströmen an den Boden angedrückt, wodurch sie diesen vor Erosion schützen und zugleich die Fließgeschwindigkeit nur wenig verringern (HÖRANDL et al., 2002, S. 38).*

Weiters verläuft das Wachstum des Stammdurchmessers bei Strauchweiden langsamer, was den Einsatz von Pflegemaßnahmen (z.B. Stockschnitt) erst später notwendig macht.

Baumförmige Weiden und Ufergehölze sollten demnach am oberen Böschungsquerschnitt gepflanzt werden, wo deren hydraulischer Einfluss nicht mehr so wirksam ist.

Gründe zur speziellen Eignung von Weiden im Wasserbau:

- gute vegetative Vermehrbarkeit
- große ökologische Amplitude
- leichte Materialbeschaffung
- rasches Anwachsen
- gute Boden festigende Wirkung
- hohe Regenerationsfähigkeit
- hohe Widerstandskraft gegen Überstauung und Einschotterung bzw. Einschlammung

2.4.1. Vorstellung der Weidenarten am Mödlingbach

Folgende Weidenarten wurden in den revitalisierten Teilstrecken am Mödlingbach verwendet:

Purpur-Weide (*Salix purpurea*)

Schwarz-Weide (*Salix myrsinifolia*)

Korb-Weide (*Salix viminalis*)

Mandel-Weide (*Salix triandra*)

Asch-Weide (*Salix cinerea*)

Dotterweide (*Salix alba* var. *vitellina*)

Kübler-Weide (*Salix smithiana*) = (*Salix caprea* x *viminalis*)

Bruchweide (*Salix fragilis*)

Wegen ihrer Brüchigkeit eigentlich nicht für den Wasserbau geeignet!!!

Purpur-Weide (*Salix purpurea*)

Die elastische Strauchweide besitzt eine ausgezeichnete vegetative Vermehrbarkeit und ist wegen ihrer großen ökologischen Amplitude und hohen Schadstoffresistenz bestens für den Einsatz an der Nieder- und Mittelwasserlinie geeignet (vgl. HÖRANDL, 2002, S. 138).

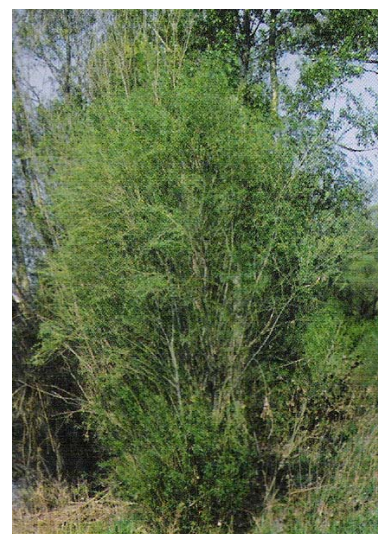


Abb. 3: *Salix purpurea* (HÖRANDL, 2002)

Schwarz-Weide (*Salix myrsinifolia*)

Aufgrund des langsamen Wachstums, hoher Elastizität und Biegefestigkeit und der guten Vermehrbarkeit als Steckholz sehr gut für die Revitalisierung von Stadtbächen und zur Ufersicherung an der Nieder- und Mittelwasserlinie geeignet (vgl. HÖRANDL, 2002, S. 106).

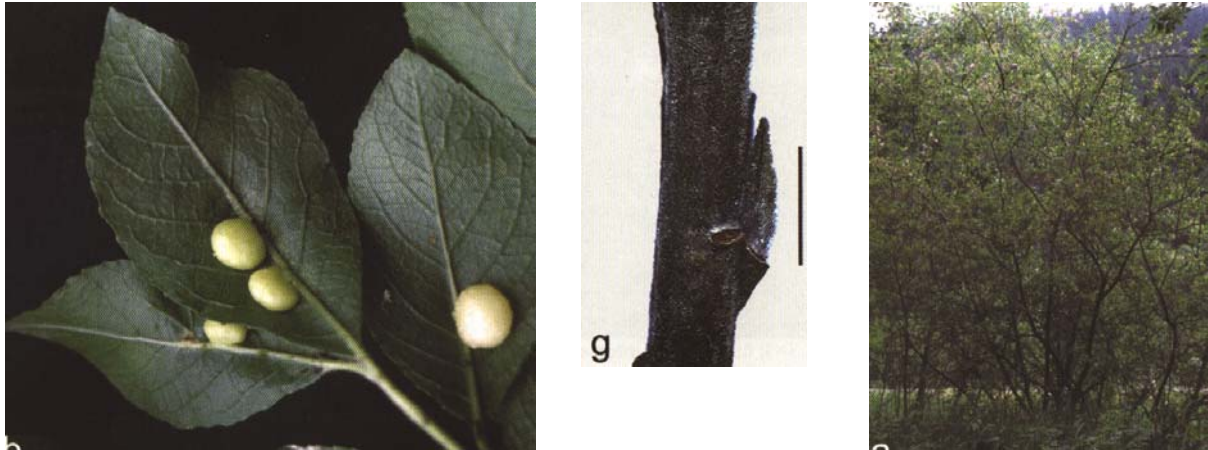


Abb. 4: *Salix myrsinifolia* (HÖRANDL, 2002)

Korb-Weide (*Salix viminalis*)

Wegen der hohen Elastizität und Reißfestigkeit und des langsamen Dickenwachstums bestens für Revitalisierungsarbeiten geeignet. Eignet sich sehr gut zum Flechten von Uferflechtzäunen. Als Kulturart an vielen kleinen Bächen angebaut (vgl. HÖRANDL, 2002, S. 134).



Abb. 5: *Salix viminalis* (HÖRANDL, 2002)

Mandel-Weide (*Salix triandra*)

Langsam wachsende, strauchförmige Weide mit hoher Elastizität und guter Steckholzvermehrbarkeit. Verwendung zur Revitalisierung an Stadtbächen aber auch zur Bepflanzung der Randzone bei Teichen (vgl. HÖRANDL, 2002, S. 86).



Abb. 6: *Salix triandra* (HÖRANDL, 2002)

Asch-Weide (*Salix cinerea*)

Als Steckholz gut vermehrbar, verträgt Überstauung mit Wasser bis zu zwei Drittel der Wuchshöhe über mehrere Wochen hinweg und ist daher sehr gut zum Einsatz an Wasserrückhaltebecken und Teichanlagen geeignet (vgl. HÖRANDL, 2002, S. 116).

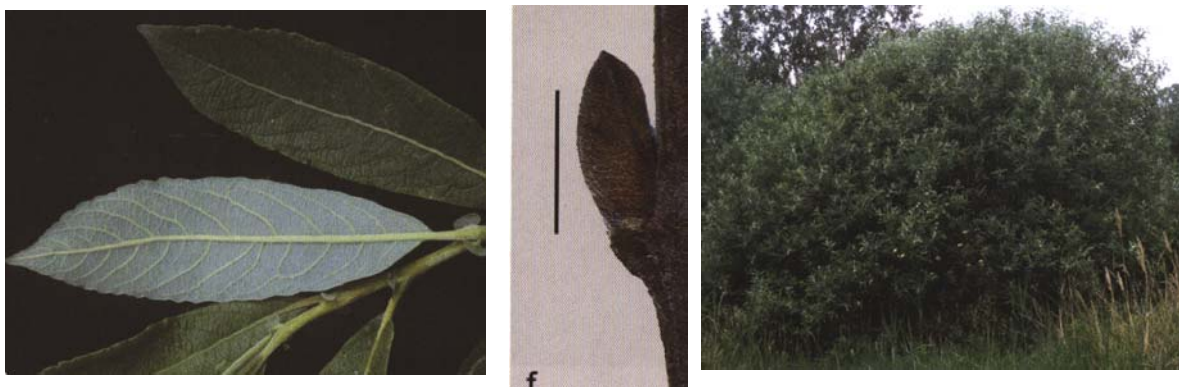


Abb. 7: *Salix cinerea* (HÖRANDL, 2002)

Dotterweide (*Salix alba* var *vitellina*)

Die Silber-Weide (*S. alba*) ist zwar sehr gut Steckholzvermehrbar, aber wegen des starken Aufwuchses eher am oberen Uferabschnitt zu verwenden. Die Dotter-Weide (*S. alba* var *vitellina*) hingegen ist sehr elastisch und bestens für den Einsatz bei Uferflechtzäunen geeignet (vgl. HÖRANDL, 2002, S. 84).



Abb. 8: *Salix alba* var *vitellina* (HÖRANDL, 2002) und Quelle Autor

Kübler-Weide (*Salix smithiana*) = (*Salix caprea* x *viminialis*)

In der Natur vorkommende Kreuzung aus *Salix caprea* und *Salix viminalis* mit sehr breiten und langen Laubblättern; große gelbe Blüten im Vorfrühjahr. Bis sieben Meter hoher Strauch, der viel als Lebendverbauung, Windschutz-, Bienennähr- und Landschaftsgehölz verwendet wird (FLORINETH, 2005/2006, S. 10).



Abb. 9: *Salix smithiana* (FLORINETH, 2005/2006)

Bruchweide (*Salix fragilis*)

Wegen des starken Aufwuchses und der hohen Brüchigkeit für Sicherungsmaßnahmen an Fließgewässern ungeeignet, eher für Entwässerungsmaßnahmen an feuchten Hängen oder für Gestaltungsarbeiten an Teichen und Seen; gut Steckholzvermehrbar (vgl. HÖRANDL, 2002, S. 82)



Abb. 10: *Salix fragilis* (HÖRANDL, 2002)

2.5. Grundlagen zur Hydraulik

Die Maßnahmen der Ingenieurbiologie im Wasserbau versuchen die Uferbereiche vor den angreifenden Kräften des Wassers zu schützen.

Die Kraft des fließenden Wassers kann über zwei wesentliche hydraulische Größen, - Fließgeschwindigkeit (v) und Schubspannung (τ_o) – beschrieben werden.

Der Abfluss (Q) steht mit der Fließgeschwindigkeit (v) über die Kontinuitätsgleichung (2.1) in engem Zusammenhang.

$$Q_{\text{ges}} = A \cdot v_m \quad (2.1)$$

Weitere wesentliche Gerinneparameter sind die Wasserhöhe (h), die Querschnittsform und –größe (A), das Gefälle (J) und die Sohlen- bzw. Böschungsrauheit (k_{st}) (vgl. Abbildung 11)

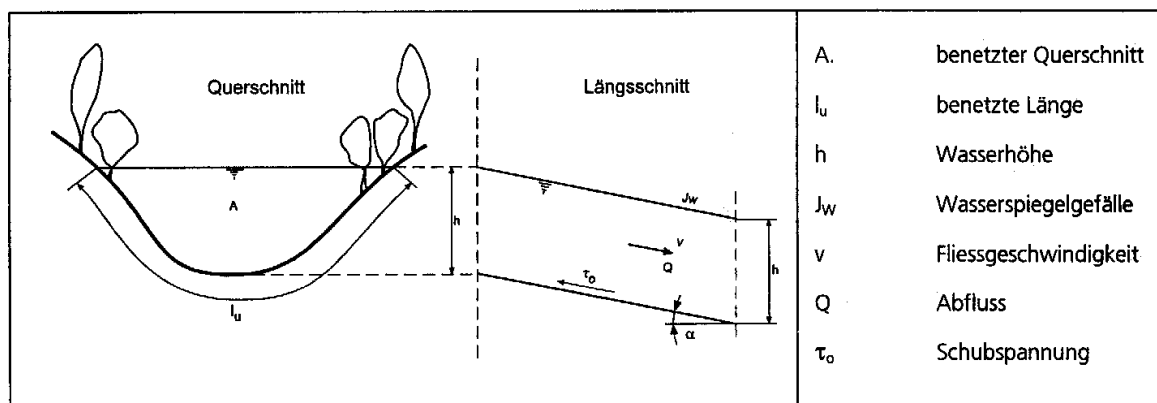


Abb. 11: Darstellung der maßgebenden Gerinneparameter und hydraulischen Größen (FLORINETH/KLOIDT, 2006, S. 44 nach BOLLRICH, 1996, S. 243)

Das natürliche dynamische Gerinne ist von zahlreichen Unregelmäßigkeiten und einem abwechselnden Bewuchs geprägt und besitzt eine gewisse Rauheit. Dies bewirkt ständig unterschiedliche turbulente Strömungsmuster, die durch Überlagerung sowie über Reibung- und Formverluste Energie verbrauchen und wiederum einen inneren Widerstand gegen den Abfluss bilden.

Aufgrund ständiger Änderungen dieser Widerstände und dynamischen Wechselwirkungen innerhalb des Strömungsbildes, gibt es kein allgemein gültiges

hydraulisches Berechnungsverfahren, mit dem die tatsächlich auftretenden Kräfte ermittelt werden können.

2.5.1. Fließgeschwindigkeit

Die drei wichtigsten empirischen Fließformeln zur Berechnung der mittleren Fließgeschwindigkeit und des Durchflusses sind die Formeln von *Manning-Strickler* (2.2), *Darcy-Weisbach* (2.3) und *de Chezy* (2.4) (vgl. GERSTGRASSER, 1998, S.14).

$$v_m = k_{St} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (2.2)$$

$$v_m = \sqrt{\frac{8 \cdot g}{\lambda}} \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad (2.3)$$

$$v_m = C \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad (2.4)$$

Aufgrund der Einfachheit in der Anwendung wird die Formel von *Manning-Strickler* am häufigsten angewendet.

Alle Einflüsse wie Oberflächenrauheit, Linienführung oder Querschnittsform gehen über den Widerstandsbeiwert k_{St} in die Berechnung ein. Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es zahlreiche Erfahrungswerte zur Abschätzung des Widerstandsbeiwertes k_{St} gibt (FLORINETH/KLOIDT, 2006, S. 47).

Ein Nachteil dieses Fließgesetzes liegt allerdings darin, dass der Widerstandsbeiwert k_{St} nicht dimensionslos ist und die physikalischen Verhältnisse dadurch nicht immer korrekt wiedergegeben werden (GERSTGRASSER, 1998, S. 14; zit. bei PASCHE, 1984, S. 7).

Die Berechnung nach Darcy-Weisbach empfiehlt sich für die Praxis, da über den Widerstandskoeffizienten (λ) die durch den Bewuchs vorhandenen Widerstandskräfte und die durch Interaktion bei gegliederten Querschnitten auftretenden Scherkräfte ausgedrückt werden können.

Der Widerstandskoeffizient (λ_v) für den bepflanzten Böschungsabschnitt ist die Summe der Widerstandskoeffizienten der Sohle (λ_{s0}) und der Pflanze (λ_p).

$$\lambda_v = \lambda_{s0} + \lambda_p$$

Das Widerstandsverhalten von Pflanzen wurde bei früheren Laborversuchen, dem starrer Objekte gleichgesetzt.

Im Realfall aber werden elastische Pflanzen bei Überströmung niedergedrückt.

Dabei kommt es zu Längs- und Querkontraktionen und dadurch zu einer Veränderung ihres hydraulischen Widerstandsverhaltens.

Die angeströmte Fläche wird dabei reduziert.

Bei starrer Vegetation ist die angeströmte Fläche (A_p) das Produkt aus der Höhe (h_p) der Pflanze und deren Durchmesser (d_p).

$$A_p = h_p \cdot d_p$$

Bei flexibler Vegetation verändert sich die angeströmte Fläche durch die Änderung der Höhe der Pflanze (vgl. Abbildung 12).

$$A_p' = h_p' \cdot d_p$$

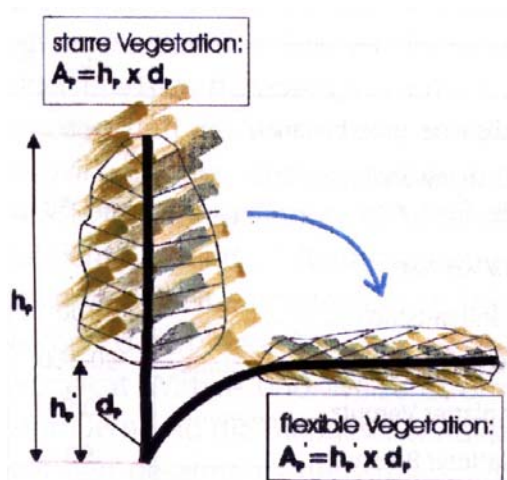


Abb. 12: Hydraulisches Widerstandsverhalten starrer und flexibler Vegetation (RAUCH, 2005, S. 156)

Die Berechnung des Widerstandskoeffizienten der Pflanze ist somit immer in Abhängigkeit des jeweiligen hydraulischen Widerstandsverhaltens zu sehen. Demnach geht bei starren Körpern A_P als angeströmte Fläche und bei flexiblen $A_{P'}$ in die Berechnung des Widerstandskoeffizienten der Pflanze (λ_P) ein.

$$\lambda_P = \frac{4 \cdot h_P \cdot d_P \cdot \cos \alpha}{a_x \cdot a_y} \cdot C_P$$

$$= \frac{4 \cdot A_P \cdot \cos \alpha}{a_x \cdot a_y} \cdot C_P$$

h_P	[m]	Höhe der Pflanze
$h_{P'}$	[m]	Höhe der Pflanze
d_P	[m]	Durchmesser der Pflanze
a_x	[m]	Abstand der Pflanzen in Fließrichtung
a_y	[m]	Abstand der Pflanzen normal zur Fließrichtung
α	[Grad]	Böschungswinkel
C_P	[-]	Widerstandsbeiwert der Einzelpflanze = 1,5
A_P	[m ²]	Angeströmte Fläche der Pflanze (starr)
$A_{P'}$	[m ²]	Angeströmte Fläche der Pflanze (flexibel)

(vgl. FLORINETH/KLOIDT, 2006, S. 46)

2.5.2. Schubspannung

Die Schubspannung gilt als wichtige hydraulische Größe und gibt jene Kraft an, die direkt auf die Sohle bzw. Böschung wirkt. Übersteigt sie die Widerstandskraft des Sohle- bzw. Böschungsmaterials so setzt Erosion ein.

Die Wirkung lässt sich durch das Gewicht der Flüssigkeitssäule über der Auflagefläche definieren.

(vgl. Abbildung 13)

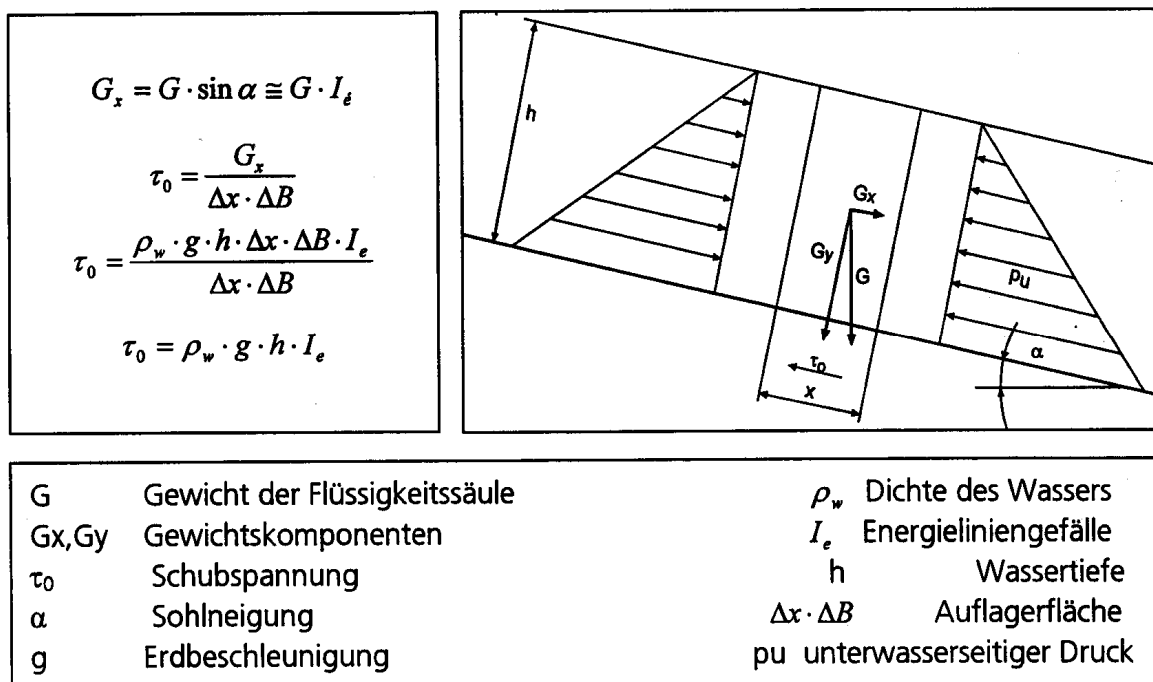


Abb. 13: Definition der Sohlschubspannung (τ_0) Als Gewichtskomponente nach (GERSTGRASSER, 1998, S. 23 nach JÄGGI, 1995, S 43)

Im idealisierten Fall lässt sich die Schubspannung (τ_0) als wirkende Kraft des Gewichts (G) der Flüssigkeitssäule auf die Auflagefläche beschreiben, wobei sich das Gewicht (G) aus der Dichte der Flüssigkeit (ρ) und deren Volumen zusammensetzt.

In der Praxis wird für das Gefälle häufig nicht mit dem schwierig zu bestimmenden Energieliniengefälle (I_e), sondern mit dem einfach zu bestimmenden Sohlgefälle (I_s) gerechnet. Meistens wird der Einfachheit halber für $\rho_w \approx 1000 \text{ kg/m}^3$ angenommen,

wobei diese Annahme aber nur bei reinem, geschiebefreien Wasser zulässig ist. Außerdem wird im Allgemeinen für schmale Gerinne, bei denen die Gerinnebreite $B \leq 30 \cdot h$ ist, anstelle der Wassertiefe (h) der hydraulische Radius (R) verwendet (FLORINETH/KLOIDT, 2006, S. 50 nach BOLLRICH, 1996, S. 266).

$$\tau_0 = \rho_w \cdot g \cdot R \cdot I_e$$

Die Berechnung der Schubspannung nach idealisierten Vorgaben stellt nur einen Mittelwert dar. Eine exakte Aussage über die wirkenden Kräfte, besonders für gehölzbewachsene Ufer, ist aufgrund der entstehenden Komplexität durch Abbremsung der Fließgeschwindigkeit und des Umlenkens der Strömungskräfte nicht möglich.

Tatsächlich können hier oftmals viel höhere Schleppspannungen auftreten als errechnet.

2.5.3. Strömungswiderstand

Der Strömungswiderstand (F_P) der auf ein starres Objekt (z.B. ein Baum) wirkt, kann über das Widerstandsgesetz nach Newton beschrieben werden (vgl. FLORINETH/KLOIDT, 2006, S 51):

$$F_P = \rho_w \cdot v^2 / 2 \cdot C_P \cdot A_P \quad (\text{starres Objekt})$$

$$F_P = \rho_w \cdot v / 2 \cdot C_P \cdot A_P \quad (\text{elastisches Objekt})$$

Die für einen unveränderlichen Körper spezifische Größe des Widerstandsbeiwertes (C_P) gilt nicht für elastische Körper.

Krautige Pflanzen, junge Gehölze und vor allem strauchförmige elastische Weiden neigen dazu, bei zunehmender Fließgeschwindigkeit nachzugeben, die angeströmte Fläche zu verkleinern und dadurch den Fließwiderstand zu senken.

Nach dem Widerstandsgesetz nach Newton steigt der Strömungswiderstand (F_P) mit dem Quadrat der Geschwindigkeit. Steigt nun die Fließgeschwindigkeit (v) an, beginnt die elastische Weide die angeströmte Fläche zu verkleinern. Der Strömungswiderstand (F_P) folgt nun einer linearen Zunahme bis zum Zeitpunkt, da auch bei weiter zunehmender Fließgeschwindigkeit keine weitere Verringerung der

angeströmten Fläche erreicht werden kann. Nun verhält sich die Weide wieder wie ein starres Objekt, wobei der Strömungswiderstand (F_P) mit dem Quadrat der Fließgeschwindigkeit (v) steigt (vgl. Abbildung 14).

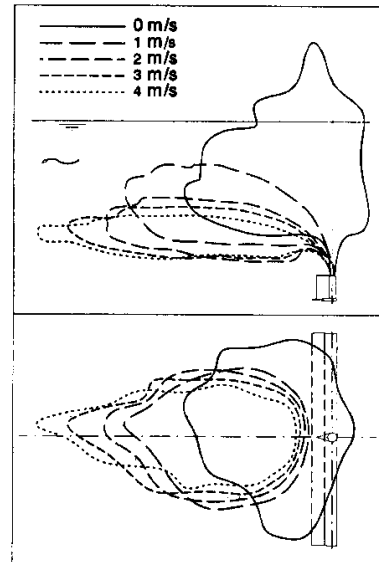


Abb. 14: Kontraktion einer Weide in Auf- und Grundriss bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (OPLATKA, 1998, S. 129)

Durch das Umlegen der elastischen Weide setzt sie ihren Fließwiderstand stark herab und kann dadurch hohe Fließgeschwindigkeiten aushalten. Die flach liegende Weide schützt dadurch den Boden auch vor Erosion.

Zu beachten gilt aber dennoch:

Für Ingenieurbiologische Bauweisen ist vor allem die Breitenkontraktion von besonderer Bedeutung, wie die Strömungskraft mit zunehmender Fließgeschwindigkeit steigt und die Uferböschungen stärkeren Belastungen ausgesetzt sind. Je stärker die Belastungen sind, desto wichtiger ist die schützende Wirkung der Pflanzen. Doch aufgrund der Breitenkontraktion nimmt die Fläche, die von der Pflanze geschützt werden kann, mit zunehmender Belastung ab (GERSTGRASSER, 2000, S. 40f.)!

Diese Tatsache ist besonders bei linearen Bauwerken (etwa Flechtzäune) zu bedenken, da bei höheren Fließgeschwindigkeiten und der einsetzenden Breitenreduktion der Weiden, der dahinter liegende Uferbereich weniger geschützt wird und hier verstärkt mit Erosion gerechnet werden kann.

2.6. Ingenieurbiologische Bauwerke an Fließgewässern

Die ingenieurbiologischen Bauwerke an Fließgewässern lassen sich unter anderem nach der Anordnung zur Fließrichtung in **Längs-** und **Querbauwerke** einteilen (vgl. FLORINETH/KLOIDT, 2006, S. 54f.).

Zu den Längsbauwerken zählen:

- Spreitlagen
- Weiden- und Senkfaschinen
- Weidenfaschinen auf Buschlagen
- Faschinenwände
- Geotextilpackungen auf Buschlagen
- Röhrichtwalzen
- Flechtzäune
- Wurzelstockreihen
- Uferpfahlwände
- Uferkrainerwände
- Rangenverbauten
- Raubäume
- Astpackungen (Packwerk)
- Gitterbuschbauten
- Lahnungen
- Verlandungszäune

Zu den Querbauwerken zählen:

- Lebende Buhnen
- Buschbautraversen
- Lebende Sohlschwellen (Sohlbauwerk)
- Lebende Bürsten und Kämme

Jedes dieser Bauwerke oder auch Bautypen, kann durch seine individuelle Ausführung, seine Ausrichtung und Dimensionierung und die Wahl der Materialien speziell an den jeweiligen Standort angepasst werden.

Im Folgenden werden die am Mödlingbach verwendeten Bautypen näher vorgestellt.

2.7. Ingenieurbiologische Bautypen am Mödlingbach im Detail

2.7.1. Buhnen

Buhnen sind quer zur Fließrichtung angeordnete, ufernahe Bauwerke zum Schutz von Uferanbrüchen. Dabei wird das Wasser zur Gerinnemitte hin abgelenkt um Stillwasserzonen hinter den Buhnen zu schaffen. Geschiebe, Schwebstoffe und Treibgut lagern sich hier ab und bauen den Uferanbruch auf.

Gleichzeitig besitzen diese Stillwasserzonen hohen ökologischen Wert. Sie werden von Fischen als Laich- und Aufwuchsorte angenommen und bieten infolge der natürlich einsetzenden Sukzession Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten.

Buhnen können nach ihrer Funktion und Lage über dem Wasser in Nieder-, Mittel- und Hochwasserbuhnen und nach ihrer Ausrichtung zur Fließrichtung in inklinante (flussaufwärts), normale (senkrecht), oder deklinante (flussabwärts) Buhnen eingeteilt werden.

Abbildung 15 zeigt die Wirkungsweise verschieden geneigter Buhnen.

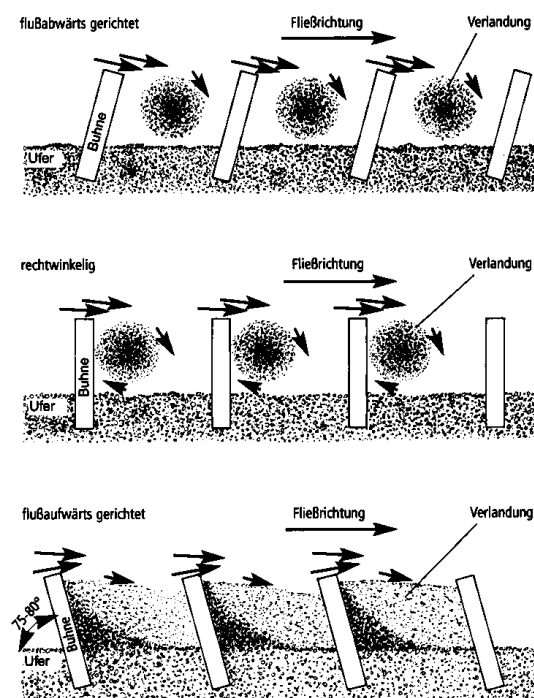


Abb. 15: Wirkungsweise verschieden geneigter Buhnen (FLORINETH, 2004, S. 153)

Für die Absicherung von Uferanbrüchen haben sich inklinante, in einem Winkel von 75-80° geneigte Buhnen als besonders wirksam herausgestellt.

Deklinante Buhnen hingegen sind hinsichtlich ihres Verlandungsmusters (vgl. Abbildung 15) ökologisch bedeutsamer.

Bei der Anlage von Buhnengruppen sollte der Abstand zwischen den einzelnen Buhnen das 1,5- bis 2,5-fache ihrer hydraulisch wirksamen Länge nicht übersteigen. Werden einzelne Buhnen oder auch Buhnengruppen in einem Abstand der dem 5- bis 7-fachen der Sohlbreite entspricht angeordnet, kann bei Niederwasser eine Mäandrierung und damit auch zusätzliche Belebung des Gewässers erreicht werden (vgl. FLORINETH (2004) S. 153 ff.).

Am Mödlingbach wurden ursprünglich Faschinen- und Steinbuhnen gebaut.

Im Zuge von Nachbesserungsarbeiten sind einzelne Faschinenbuhnen (im Bereich Kurpark) durch Holzpfehlbuhnen ersetzt worden.

Für den Bau der Faschinen wurden ausschließlich flexible Weidenarten verwendet. Abbildung 16 und 17 zeigen die beiden am Mödlingbach vorkommenden Bauarten der Faschinenbuhnen.

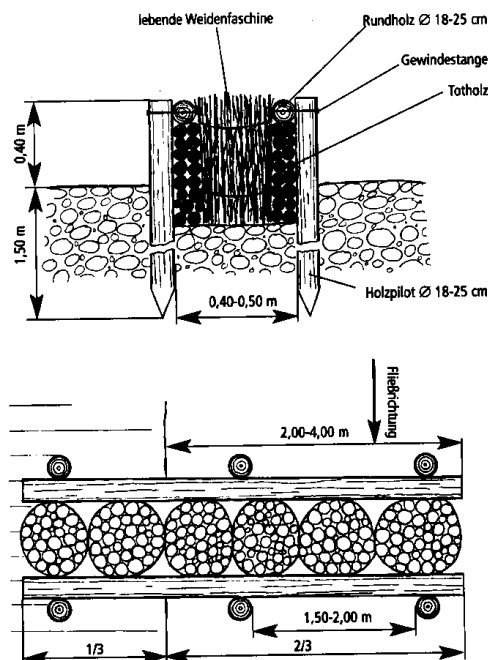


Abb. 17: Buhnen mit vertikal eingelegten Weidenfaschinen für geringe Wasserführung (FLORINETH, 2004, S. 154)

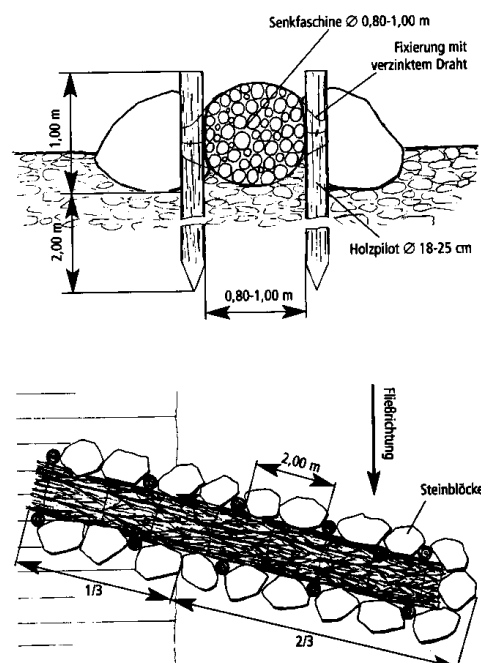


Abb. 16: Faschinenbuhnen, flussabwärts gerichtet, mit horizontal eingelegten Weidenfaschinen. (FLORINETH, 2004, S. 154)

Die Abbildungen 18 – 20 zeigen die drei am Mödlingbach eingesetzten Bühnenvarianten in natura.



Abb. 18: Faschinenbühne deklinant, am Mödlingbach Höhe Viechtlgasse, Alter zwei Jahre, im Juni 2007



Abb. 19: Holzpfehlbühnen inklinant, am Mödlingbach, Kurpark, wenige Monate nach den Nachbesserungsarbeiten, Juni 2007



Abb. 20: Blocksteinbühnen inklinant, am Mödlingbach, Kurpark, Alter sechs Jahre, März 2007

2.7.2. Sohlschwellen

Die quer zur Fließrichtung verlegten Sohlbauwerke dienen der Stabilisierung und Anhebung der Sohle. Durch die Verringerung des Gefälles kommt es zu einer Erhöhung des Geschieberückhaltes.

Wegen der Umlagerung von Sohlsubstraten kommt es unter diesen Bauwerken oftmals zu Auskolkungen und dadurch zur Schaffung variabler Tiefenverhältnisse.

Aus Gründen der Durchgängigkeit sollte eine Schwellenhöhe nicht größer als 10 – 20 cm sein. Manchmal werden zur zusätzlichen Stabilisierung unterstrom Holzpiloten eingeschlagen (PATT et al., 1998).

Am Mödlingbach wurden Steinschwellen eingebaut mit etwa 40 cm großen Steinblöcken (vgl. Abbildung 21).



Abb. 21: Steinschwelle (Sohlgurt) bald nach der Fertigstellung, Mödlingbach, unterhalb der Viechtlgasse, Mai 2005

2.7.3. Flechtzaun

Der Flechtzaun ist ein schmales, sehr glattes lineares Längsbauwerk und hat dadurch einen sehr geringen Materialbedarf.

Er eignet sich zur Sicherung des Böschungsfußes nicht aber höherer Ufer, denn er sollte eine maximale Höhe von 50 cm nicht überschreiten.

Wesentlich beim Flechtzaun ist dessen gute Wasserversorgung und der Kontakt zum Erdreich. Um das zu erreichen, werden die Weidenäste schräg eingeflochten (vgl. Abbildung 22).

Als Flechtmaterial eignen sich vor allem flexible Weidenarten (Purpurweide, Mandelweide, Dotterweide, Korbweide, Schwarzweide,...) mit Aststärken bis zu 10 cm, wodurch eine hohe Standsicherheit und ein rasches Anwachsen erreicht werden.

Wesentlich für ein gutes Anwachsen des Flechtzaunes und für die Sicherung des Uferbereiches ist eine gute Hinterfüllung mit geeignetem Bodenmaterial, sowie eine gute uferseitige Geländeeinbindung, um eine Hinterspülungen zu vermeiden.

Beim Flechtzaun handelt es sich um eine einfach und rasch zu bauende Bauweise mit einer sehr geringen Wandrauheit.

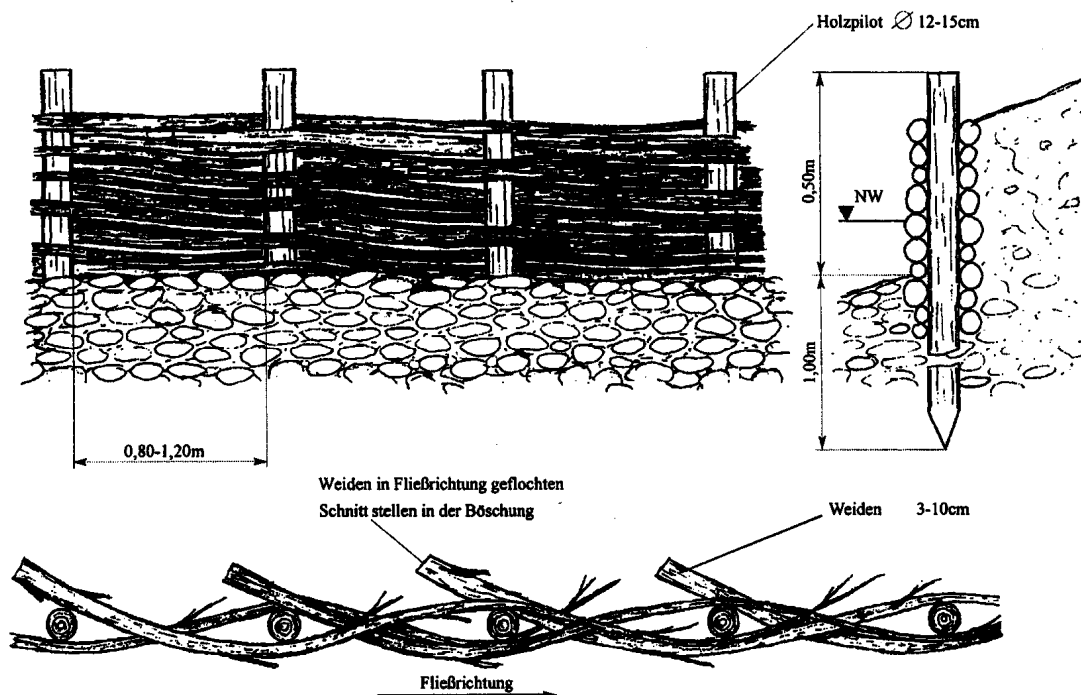


Abb. 22: Bauweise eines diagonal Flechtzaunes (FLORINTH/RAUCH, 2002, S. 56)

2.7.4. Rangenverbau (Stangenverbau)

Der Rangenverbau dient zur Sicherung steiler, niedriger Ufer und stellt einen sofort nach Fertigstellung funktionsfähigen Uferschutz dar.

Die eng übereinander angeordneten Rundhölzer schützen das Ufer vor der direkten Anströmung. Gegen die Ausspülung bei Überströmung wird der dahinter gelegene Uferbereich durch Gehölzpflanzungen (Steckhölzer, Faschinen, bewurzelte Pflanzen) gesichert (vgl. Abbildung 23).

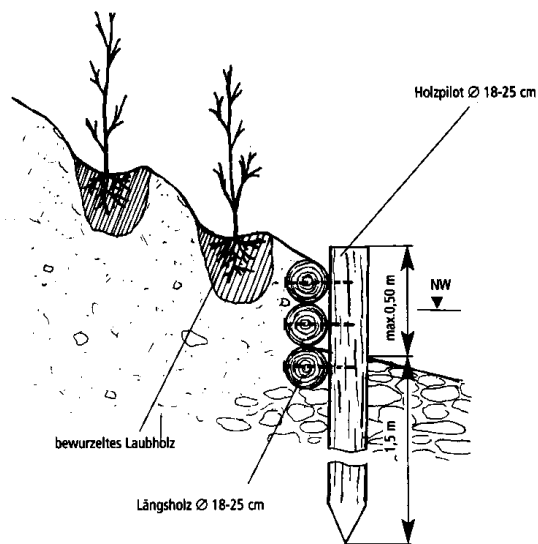


Abb. 23: Rangenverbau mit uferseitiger Gehölzpflanzung (FLORINETH, 2004, S. 147)

2.7.5. Faschinenreihen

Faschinen eignen sich zur Sicherung flacher Uferböschungen sowie des Böschungsfußes und können hohe Belastungen aufnehmen.

Die Faschine selbst ist ein langes, ca. 40 cm dickes Bündel aus ausschlagsfähigen Ästen, das im Abstand von ca. 1,0 m mit einem Draht zusammengebunden ist.

Die Länge der Faschine kann den jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden.

Wichtig ist auch hier die Hinterfüllung sowie eine gute Einbindung in den Boden, damit eine konstante Wasserversorgung gewährleistet ist.

Die Faschinenreihe bietet ebenso wie der Rangenverbau oder der Flechtzaun sofort nach Fertigstellung einen Schutz gegen Wellenschlag. Der Uferboden wird jedoch erst nach der Durchwurzelung gefestigt und vor Ausspülung geschützt (vgl.

Abbildung 24).

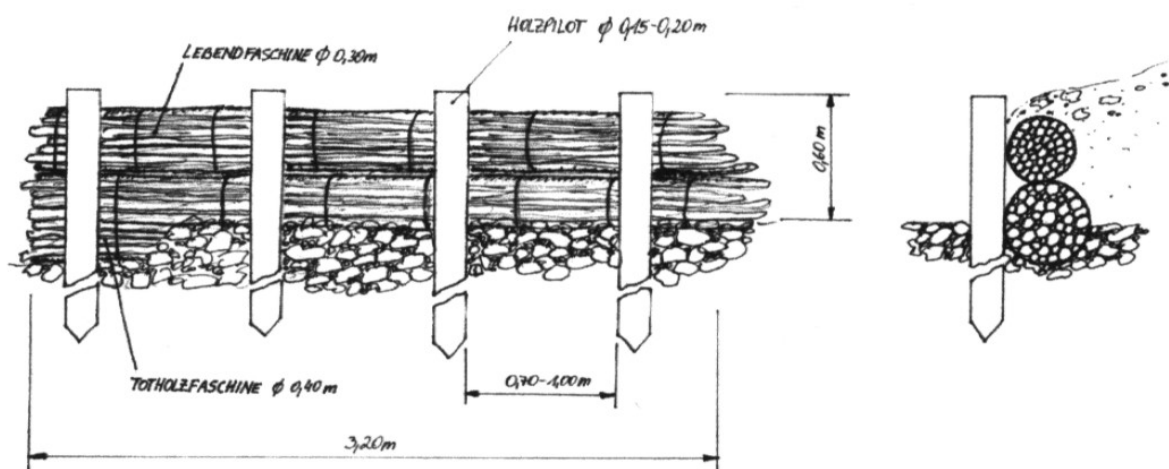


Abb. 24: Faschinenreihe mit Totholzfmaschine (Vertiefungsprojekt, 2006)

2.7.6. Steckhölzer

Ein Steckholz ist ein 3 - 8 m starker und 40 – 100 cm langer Ast oder Stammabschnitt, der während der Vegetationsruhe geschnitten und im Frühjahr direkt ins Erdreich gesteckt wird. Der Steckholzbesatz eignet sich zur Stabilisierung von Böschungen, Trockenmauern und Blocksteinschichtungen. Da die vegetative Bodenbewehrung erst nach dem Anwachsen und der Durchwurzelung des Bodens gegeben ist, ist der Steckholzbesatz gerade im Wasserbau nur begleitend zu anderen Böschungs- und Ufersicherungen (etwa Rangenverbau, Blocksteinschichtung, Faschinenreihen, ...) zu verwenden. (vgl. Abbildung 25)

Zur Steckholzvermehrung besonders gut geeignet sind:

Heimische Arten

- alle Weidenarten (*Salix species*)
- Schwarzpappel (*Populus nigra*)
- Liguster (*Ligustrum vulgare*)
- Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*)
- Goldregen (*Laburnum anagyroides* und *alpinum*)

Exotische Arten:

- Bocksdorn (*Lycium halimifolium*)
- Tamariske (*Tamarix gallica*, *articulata*, *africana*, *parviflora*)
- Strauchklee (*Medicago arborea*)
- Forsythie (*Forsythia suspensa* und *virens*)
- Oleander (*Nerium oleander*)

(vgl. FLORINETH/KLOIDT, 2006, S. 24)

Der Besatz mit Steckhölzern stellt eine einfache, rasch zu errichtende und sehr kostengünstige vegetative Bewehrungsmaßnahme dar.

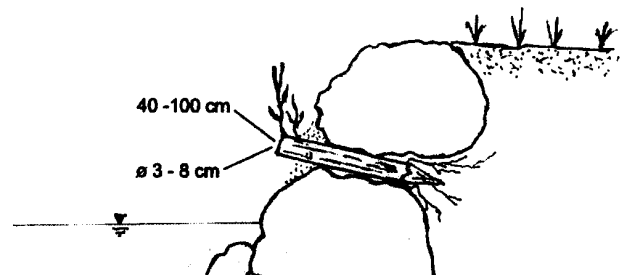


Abb. 25: Weidensteckholz bei Blocksteinschichtung (PINC, 2003, S. 59 nach GRUNDNIG et al., 2001/02)

2.7.7. Wurzelstöcke

Aufgrund der zahlreichen Hohlräume, gilt der Einbau lebender oder toter Wurzelstöcke von Ufergehölzen als ökologisch sehr wertvoll.

Hierbei werden die Wurzelstöcke in der Böschung verlegt und mit Stahlseilen an Holzpiloten festgemacht. Die Zwischenräume werden mit Blocksteinen verkeilt. Diese Art der Ufersicherung wirkt allerdings sehr rau und erzeugt starke Turbulenzen. Daher ist es wichtig sie gut in die Böschung einzubinden, wobei sie nicht weiter als 20 cm herausragen sollten.

Dennoch stellen Wurzelstöcke an flachen Böschungen ein wertvolles Strukturelement dar und bieten bei gutem Einbau auch Schutz gegen den Angriff hydraulischer Kräfte (vgl. Abbildung 26).

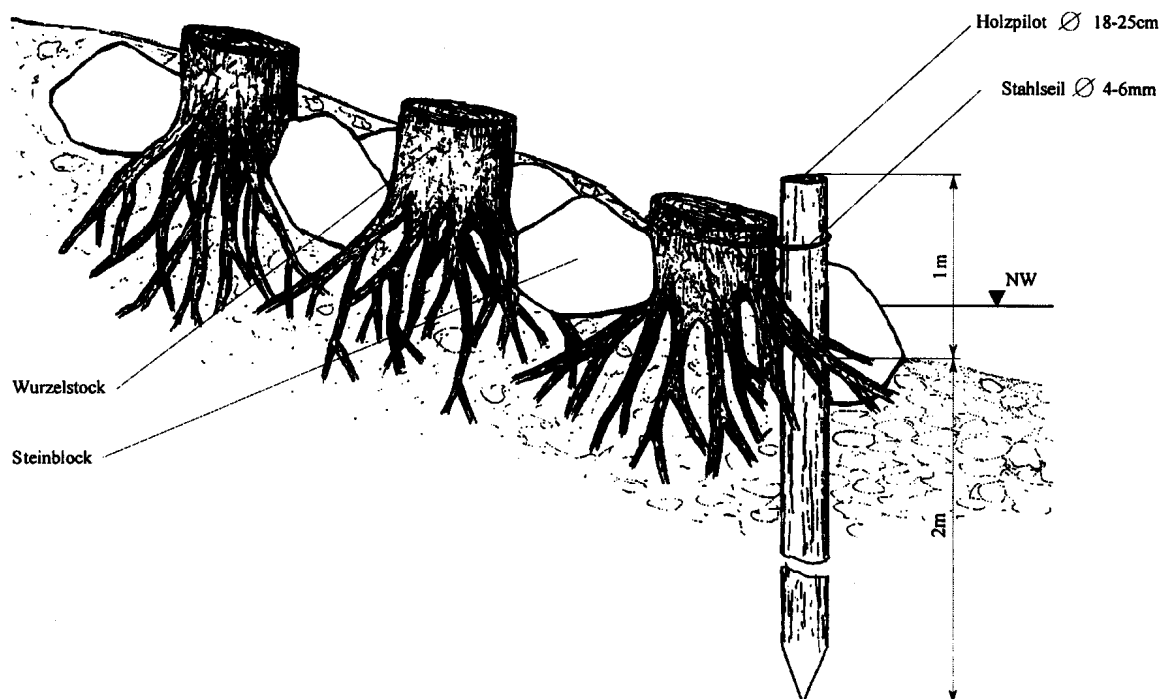


Abb. 26: Wurzelstockreihe FLORINETH/KLOIDT, 2006, S. 70)

2.8. Stärken der Ingenieurbiologie

Im Gegensatz zu rein technischen Schutz- und Sicherungsmaßnahmen, die in ihrer Wirkung oft nur technische und ökonomische Ziele verfolgen, besitzen die ingenieurbiologischen Bauweisen multifunktionelle Wirkung.

Neben den technischen und ökonomischen Anforderungen können hier auch ökologische und ästhetische Wirkungen erreicht werden.

technisch

- *Schutz von Ufer vor Erosion durch Fließwasser und Wellenschlag*
- *Schutz von Böschungsflächen vor Oberflächenerosion durch Niederschlag, Wind und Frost*
- *Erhöhung der Böschungstabilität über die Herstellung eines Boden-Wurzel Verbundes*
- *Schutz gegen Wind und Steinschlag*

ökologisch

- *Ausgleich von Temperatur- und Feuchteextremen in der bodennahen Luftschicht und dadurch Schaffung günstiger Wachsbbedingungen*
- *Verbesserung des Bodenwasserhaushaltes durch Entwässern und Speichern*
- *Bodenaufschließung und Humusbildung*
- *Schaffung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere*
- *Beschattung der Ufer und Laichzonen durch Gehölzbewuchs*
- *Gewässerreinigung durch Bindung von Schadstoffen in der Rhizosphäre*
- *Schutzfunktion gegen Wind*

ökonomisch

- *Verringerung von Bau- und Erhaltungskosten*
- *Schaffung von nutzbaren Flächen für die Land- und Forstwirtschaft sowie für Erholungszwecke*

ästhetisch

- *Landschaftsharmonisierung der Trassenführung*
- *Eingliederung von Ausbauelementen und von Bauwerken in die Landschaft*
- *Erhöhung des Erlebniswertes einer Landschaft durch Schaffung neuer Strukturen*

(SCHIECHTL/STERN,1994, S. 18)

Ein wesentlicher Bestandteil einer guten ingenieurbiologischen Maßnahme ist die vegetative Bewehrung im Zuge der Durchwurzelung des Bodens (Boden-Wurzel-Matrix). Während bei rein technischen Maßnahmen die Schutz- und Stabilisierungswirkung im Laufe der Jahre abnimmt und die Instandhaltungsarbeiten meist recht kostenintensiv sind, ist bei ingenieurbiologischen Bauwerken bei geeigneter Pflege sogar mit einer Zunahme dieser Wirkungen zu rechnen. Es handelt sich hierbei um belebte Bauwerke, die überdies eine gewisse Anpassung und Selbstregulation, sowie die Fähigkeit zur Selbstregeneration nach mäßigen Schadeinwirkungen, besitzen.

2.9. Grenzen der Ingenieurbiologie

Grenzen für ingenieurbiologische Maßnahmen ergeben sich hinsichtlich der Anforderungen und/oder der standortsbedingten Gegebenheiten.

Nicht jede Böschungssituation lässt sich dauerhaft mit lebenden Pflanzen stabilisieren. Sehr kritisch muss daher der Planer die Standortbedingungen, die Nutzungen und auch die vorhandene Vegetation in ihrer zukünftigen Entwicklung bewerten, um mit Sicherheit garantieren zu können, dass das Stützbauwerk überhaupt eine Chance hat, dauerhaft seine Funktion zu erfüllen (BEGEMANN/SCHIECHTL, 1994, S. 186).

Eine manchmal problematische Eigenheit ingenieurbiologischer Bauweisen ist, dass die volle Schutz- und Sicherungsfunktion erst nach einigen Jahren und nach dem Maß der Durchwurzelung des Bodens gegeben ist.

Besonders kritisch kann sich diese Tatsache im Wasserbau äußern, wenn Schneeschmelzbedingte Hochwässer gerade erst angelegte Verbauungen betreffen. Auch ist der Schutz der Vegetation nicht über das ganze Jahr hin konstant.

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich in der technischen Berechnung und der 'Berechenbarkeit' von Pflanzen. Aufgrund der hohen Komplexität naturnaher Verhältnisse und dem Zulassen einer gewissen Dynamik sind exakte Kalkulationen kaum möglich. Sicherheit bieten meist empirische Daten und Berechnungen, sowie die Einplanung von statischen Sicherheiten in der Dimensionierung.

Um ingenieurbiologische Maßnahmen vernünftig und zielorientiert einsetzen zu können, bedarf es neben einer genauen Untersuchung der jeweiligen Anforderungen und der standörtlichen Situation auch der Kenntnis der Grenzen dieser Disziplin.

3. Der Mödlingbach

3.1. Einzugsgebiet

Der Mödliner Wildbach entspringt in Stangau bei Sulz im Wienerwald in einer Höhe von 480 m aus mehreren Quellbächen und mündet nach 28 km als Mödling bzw. Mödlingbach bei Achau in die Schwechat.

Das vom Stadtgebiet aus betrachtete Einzugsgebiet liegt zur Gänze im Wienerwald und beträgt 59 km². Der mittlere Jahresniederschlag in diesem Gebiet liegt bei 650 mm.

Der Mödliner Wildbach bei Stangau durchfließt ein offenes Tal bis Sittendorf und heißt ab hier Mödling oder Mödlingbach. Danach durchfließt der Mödlingbach einen breiten Talraum in südöstlicher Richtung bis Gaaden. Dort ändert er seine Fließrichtung in Richtung Nordosten. Dann wird das Tal enger und öffnet sich wieder nach der Einmündung des Weißenbaches hin in Richtung Hinterbrühl.

Weiters umfließt er den Anninger, der mit einer Höhe von 653 m die höchste Erhebung im Einzugsgebiet darstellt. Letztlich durchfließt er die Klause im Bereich Vorderbrühl, dahinter beginnt die Altstadt von Mödling (vgl. FLORINETH/MUHAR/PELIKAN, 2003).

Über den gesamten Verlauf weist der Mödlingbach die Flussordnungszahl 3 auf (vgl. WIMMER/MOOG, 1994).

Die Hauptzubringer des Mödlingbaches sind der Marbach, der Sparbach und der Weißenbach.

3.2. Hydrologie

Ein Schreibpegel am Anfang des Mödliner Stadtgebietes erfasst seit dem Jahr 1981 Messdaten.

Abbildung 27 zeigt die Abflussdauerlinie aus einer Beobachtungsreihe von 1981 – 1999.

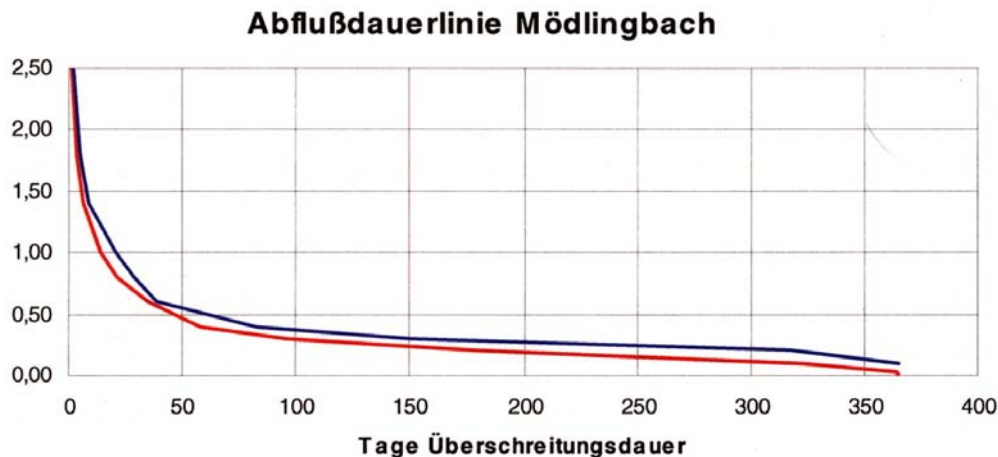


Abb. 27: Abflussdauerlinie des Mödlingbaches. rote Linie = mittlere Abflussdauerlinie für 1998 – 1999; blaue Linie Abflussdauerlinie für 1999 (FLORINETH, MUHAR, PELIKAN, 2003)

Der Mittelwasserabfluss des Mödlingbaches beträgt für die Zeitreihe 1998 - 1999 0,24 m³/s, was einer mittleren Abflusssspende von 4 l/s.km² entspricht.

Dieser Wert wird an 235 Tagen im Jahr oder 65% des Jahres überschritten.

Der Abflussjahresgang für diesen Zeitraum ergibt eine Spitze im März und den geringsten Wert im Oktober (vgl. Abbildung 28).

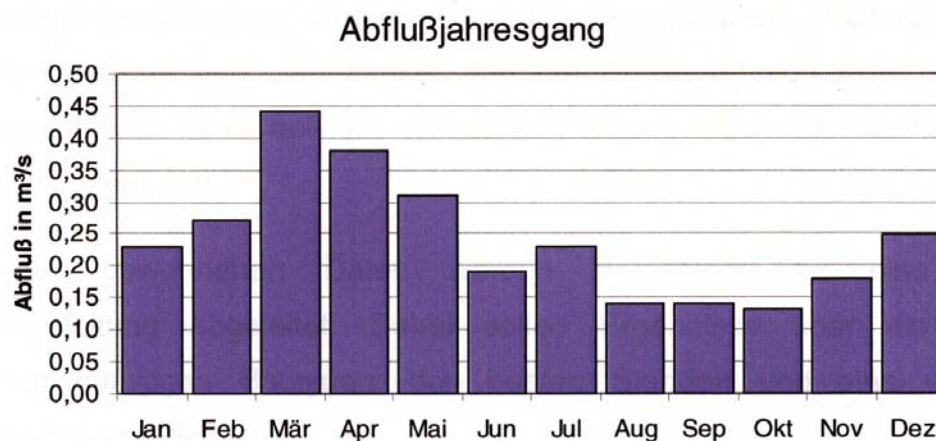


Abb. 28: mittlerer Abflussjahresgang des Mödlingbaches aus der Zeitreihe 1998 – 1999 (FLORINETH, MUHAR, PELIKAN, 2003)

3. Der Mödlingbach

Der Jahresgang ist durch ein komplexes Abflussverhalten, eines pluvio-nivalen Regimes, mit einem Maximum im März, April (Schneesmelze) und einem Sekundärmaximum im Sommer oder Winter gekennzeichnet.

Abflusswerte des Mödlingbaches laut des hydrographischen Dienstes für das Jahr 1996, gemessen am Pegel im Stadtgebiet von Mödling:

NQ	0,02 m ³ /s
MNQ	0,06 m ³ /s
MQ	0,24 m ³ /s
HQ	14,0 m ³ /s

Für das HQ₁₀₀ wird eine Abflussmenge von 45 m³/s und für das HQ₃₀ 30 m³/s angegeben.

Abbildung 29 zeigt die jahreszeitliche Verteilung der Hochwässer aus der Zeitreihe 1981 – 1999.



Abb. 29: Auftrittszeitpunkte und Abflussmengen der Hochwässer am Mödlingbach aus der Zeitreihe 1981 – 1999 (FLORINETH, MUHAR, PELIKAN, 2003)

3.3. Geschichtlicher Hintergrund

Erst in der Karolingischen Mark lässt sich die erste urkundliche Erwähnung mit dem 8. September 903 n. Chr. nachweisen. "MEDILIHHA ULTRA MONTEM COMMIGENUM"... (WALDER,1994)

Der Name Mödling stammt vom Wort Medilihha ab, was soviel wie Grenzbach bedeutet. Neuere Forschungen deuten das Wort als ´tragen und trüben´ Bach, eine Eigenschaft, die sich zuweilen bis heute erhalten hat (vgl. FLORINETH, 2007).

Die Stadt hatte Bedeutung als Handelsort von Wein und Getreide, wodurch bereits im 14. Jahrhundert Mühlen entlang des Baches entstanden.

Mehrmals wurde die Stadt von Hochwässern heimgesucht.

Die größte Flutkatastrophe gab es in der Nacht zum 8. April 1900, wo die Spitalskirche und die Elisabethstraße bis zu 2 m hoch überflutet worden sind.

Unter Bürgermeister Jakob Thoma (1890-1910) wurde daraufhin eine umfassende Bachregulierung in Angriff genommen. Dabei wurden die Stauanlagen der alten Mühlen entfernt und der Mödlingbach mit senkrechten Ufermauern in ein festes Bett gezwängt.

Bis in die 1970er Jahre wurden letzte harte Verbauungen mit einer Niederwasser-Betonrinne durchgeführt.

Die Maßnahmen brachte eine deutliche Verbesserung des Hochwasserschutzes, hinterließen aber ein monotones und kaum belebtes Bachbett.

Bereits 16 Jahre nach den letzten Betonierungsarbeiten, nämlich 1988, wurden unter der Leitung von Dipl.-Ing. Robert REDL aus Mödling erste Revitalisierungen durchgeführt und zwar im Abschnitt Frauensteiggasse bis zur Badstraße. Die Betonrinne wurde aufgebrochen und durch große Blocksteine ersetzt. Damit wurde dem damaligen Stand der Technik entsprechend wichtige Pionierarbeit geleistet und die Basis für die nachfolgenden und umfangreichen Umbauten geschaffen (FLORINETH, 2007).

3. Der Mödlingbach

Seit dem Jahr 2000 wird von der Gemeinde Mödling, in Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur Wien und der Abteilung für Wasserbau der NÖ Landesregierung aus Wr. Neustadt, in jährlichen Baulosen, der Rückbau und eine Revitalisierung des Mödlingbaches im gesamten Stadtgebiet, durchgeführt (vgl. Abbildungen 30 und 31).



Abb. 30: Revitalisierungsarbeiten am Mödlingbach, Höhe Viechtlgasse, März 2005



Abb. 31: Revitalisierter Abschnitt am Mödlingbach, Höhe Viechtlgasse, zwei Jahre nach der Fertigstellung, Juni 2007

4. Das Leitbild

4.1. Das Leitbildkonzept

Der naturnahe Wasserbau verfolgt im Wesentlichen vier Ziele:

- Minimierung nutzungsbedingter Beeinträchtigungen
- Annäherung an die potentielle Funktion
- Nachhaltigkeit
- Kostenoptimierung

Zur Erreichung bzw. auch Bemessung und detaillierten Formulierung dieser Ziele ist das Leitbildkonzept (GVC – Guiding View Concept) ein geeignetes Verfahrensmittel.

Ziele des Leitbildkonzeptes sind:

- Minimierung anthropogener Einflüsse
- Maximale Annäherung an naturnahe Verhältnisse
- Nachhaltigkeit
- Nutzenoptimierung

(vgl. MADER, 2006)

Im Rahmen des Leitbildkonzeptes wird versucht im Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie, unter Beteiligung betroffener Parteien, nachhaltige Lösungen zu ermitteln.

Abbildung 32 zeigt das Verfahrenskonzept

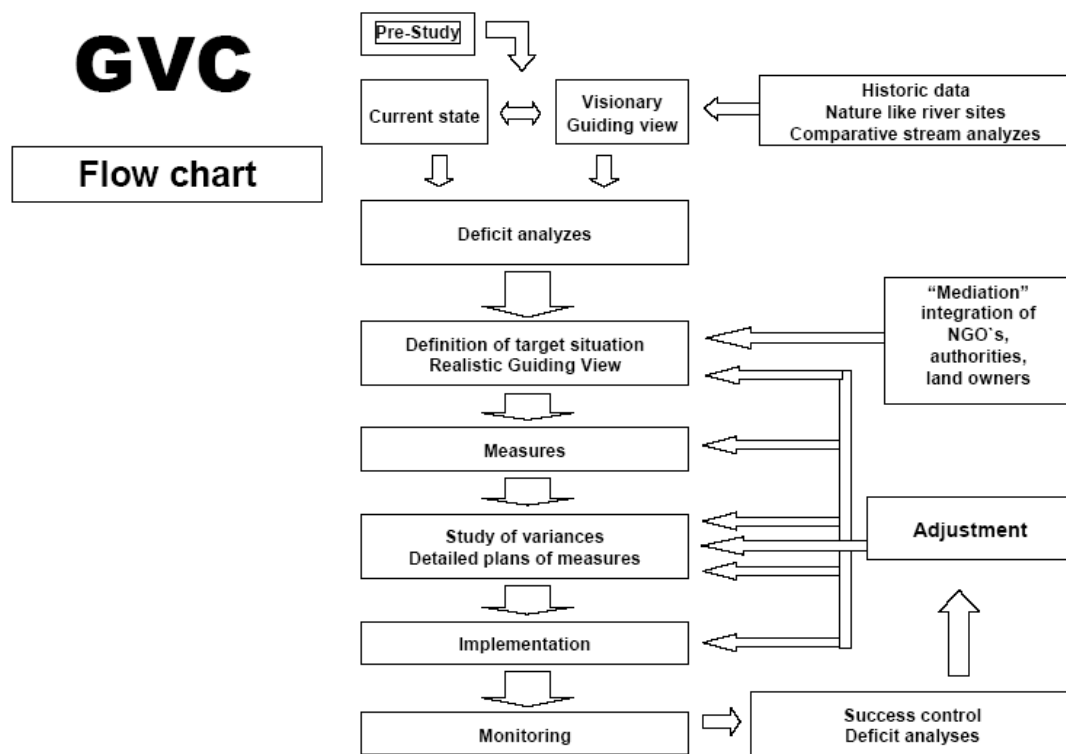


Abb. 32: Verfahrensverlauf beim Leitbildkonzept (GVC) (MADER, 2006)

In Vorstudien wird der IST-Zustand im betrachteten Gewässerabschnitt, hinsichtlich Lauf, Morphologien, Gewässergüte, Biologie usw. erhoben und mit vom Gewässertyp vergleichbaren, natürlichen Fließgewässern oder Gewässerabschnitten, sowie über historischen Daten miteinander verglichen und daraus ein 'Visionäres Leitbild' erstellt.

Dieses 'Visionäre Leitbild' beinhaltet keine anthropogenen bzw. ökonomischen Anforderungen an das jeweilige Fließgewässer, sondern orientiert sich ausschließlich am natürlichen Zustand.

Der Vergleich von IST-Zustand und 'Visionärem Leitbild' zeigt die vorhandenen Defizite.

Nach Kenntnis der Defizite können nun in Einbeziehung der Behörden, Bund, Länder, Eigentümer und NGO's Lösungen erarbeitet werden, die deren Anliegen und eine Verbesserung im Bereich der Defizite berücksichtigen.

Das Ergebnis ist ein 'Realistisches Leitbild' (gewässerspezifische Lösung) hinsichtlich dessen in weiterer Folge, Variantenstudien, Bemessungen und Planungen durchgeführt werden (vgl. Abbilung 33).

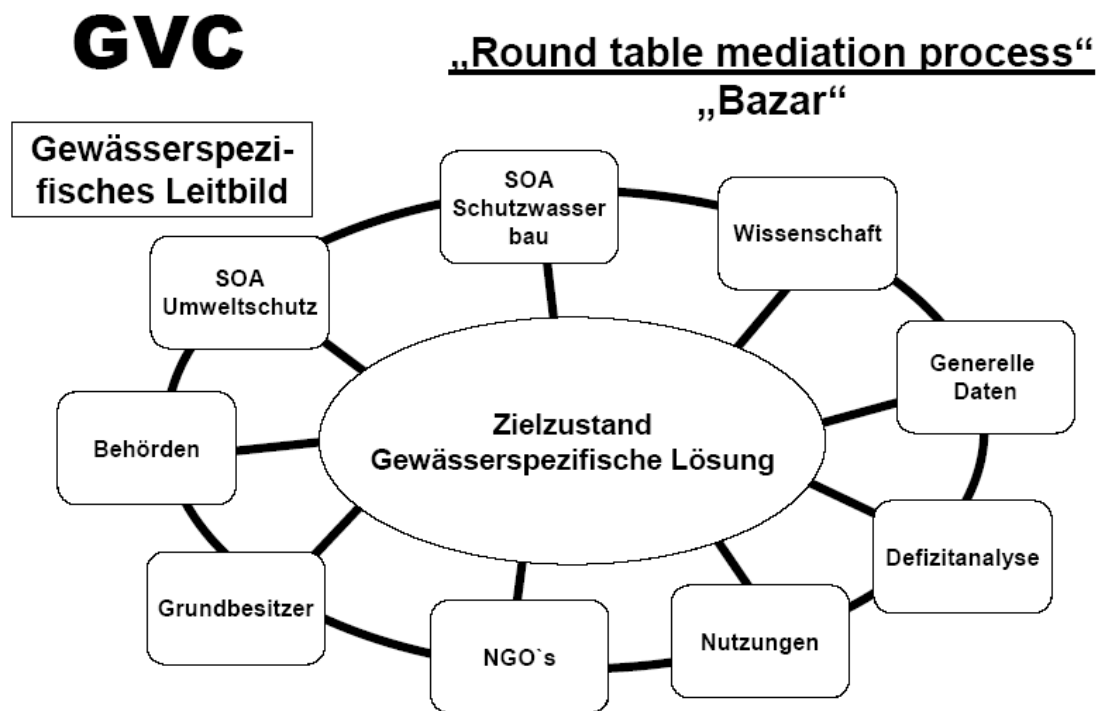


Abb. 33: Mediationsprozess mit Ziel 'Gewässerspezifische Lösung' (MADER, 2006)

Den Abschluss des Verfahrens bildet die Erfolgskontrolle im Rahmen eines Monitorings.

4.2. Referenzstrecken am Mödlingbach

Im Jahr 2002 wurde im Zuge einer Studie (FLORINETH, MUHAR, PELIKAN, 2003) der IST- Zustand in drei unterschiedlichen Abschnitten des Mödlingbaches erhoben (Abschnitt 1: bereits revitalisierte Strecke; Abschnitt 2: Projektstrecke; Abschnitt 3: erweitertes Untersuchungsgebiet)

Außerdem wurden für die Revitalisierungsarbeiten am Mödlingbach drei flussaufwärts gelegene Referenzabschnitte (R1, R2, R3) festgelegt, die trotz anthropogener Einflüsse einen naturnahen Zustand verkörpern.

Diese Referenzstrecken entsprechen hinsichtlich ihrer Morphologie, dem Strömungsbild, den Substratverhältnissen und der Ausbildung des Ufergehölzsaumes einem ´Realistischen Leitbild´ und gelten somit als Bemessungsgrundlage für die Revitalisierungsarbeiten (vgl. Abbildung 34).

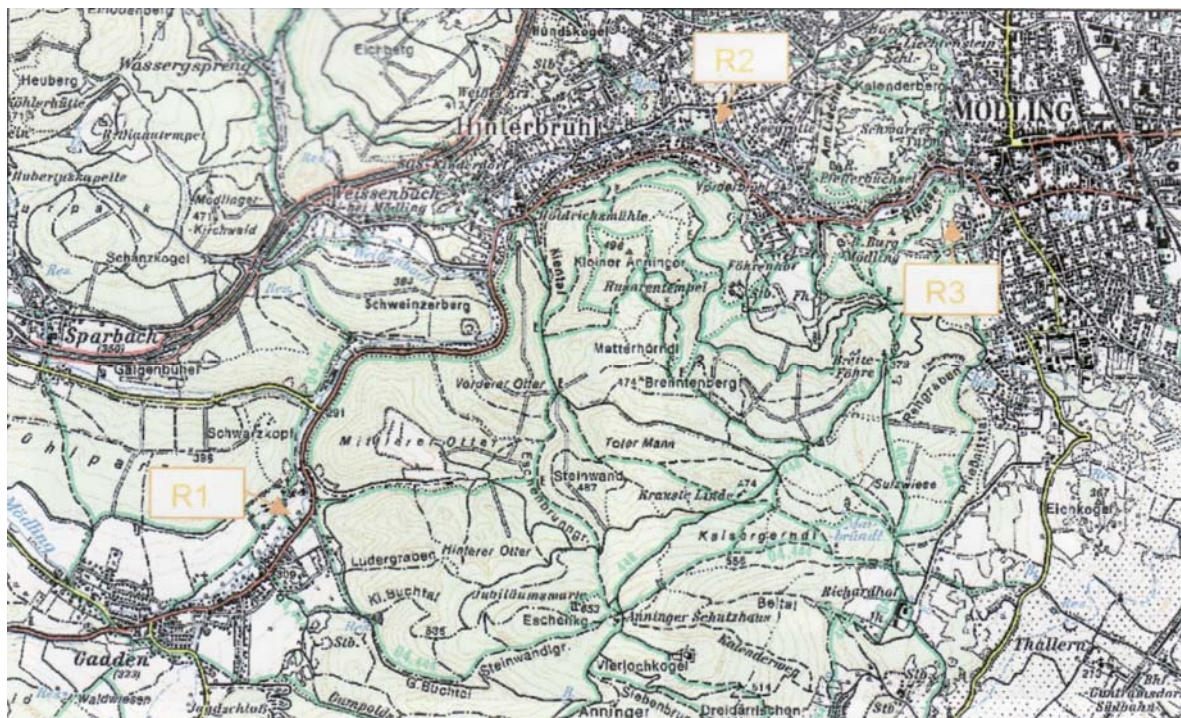


Abb. 34: Referenzstellen R1, R2, R3 am Mödlingbach (FLORINETH, MUHAR, PELIKAN, 2003)

Referenzstrecke R1:

Mödlingbach bei Gaaden

Die etwa 200 m lange Referenzstrecke liegt am Ortsanfang von Gaaden auf etwa 295 m ü. A.. Der Mödlingbach durchfließt ein Muldental im Alluvium des südlichen Wiener Beckens (vgl. Abbildung 35).

Morphologie – Strömungsbild – Substratverhältnisse - Ufervegetation

- Sohlsubstrat Makro- bis Mesolithal
- bogiger Bachlauf mit 2 – 3 m Breite
- sich rasch ändernde Strömungsverhältnisse
- kleinräumige Kolk-/Furthabfolgen im Längsprofil
- ein- bis zweireihig ausgebildeter Ufergehölzsaum



Abb 35: Variable Tiefen- und Breitenverhältnisse, Kolk und Furthabfolgen im Längsprofil, Ufergehölzsaum; R1 bei Gaaden Juni 2007

Referenzstrecke R2:

Mödlingbach bei Vorderbrühl

Die Referenzstrecke R2 mit einer Länge von etwa 200 m liegt im Ortsgebiet von Vorderbrühl auf einer Seehöhe von 245 m ü. A.. Der Mödlingbach durchfließt ein Sohlenkerbtal im schmalen Alluvium des südlichen Wiener Beckens (vgl. Abbildung 36).

Morphologie – Strömungsbild – Substratverhältnisse - Ufervegetation

- Sohlsubstrat Makro- bis Mesolithal
- kiesig- sandige Anlandungen
- Bachlauf mit 1,5 – 3 m Breite im Trapezprofil
- sich rasch ändernde Strömungsverhältnisse
- kleinräumige Kolk-/Furthabfolgen im Längsprofil
- ein- bis zweireihiger Ufergehölzsaum

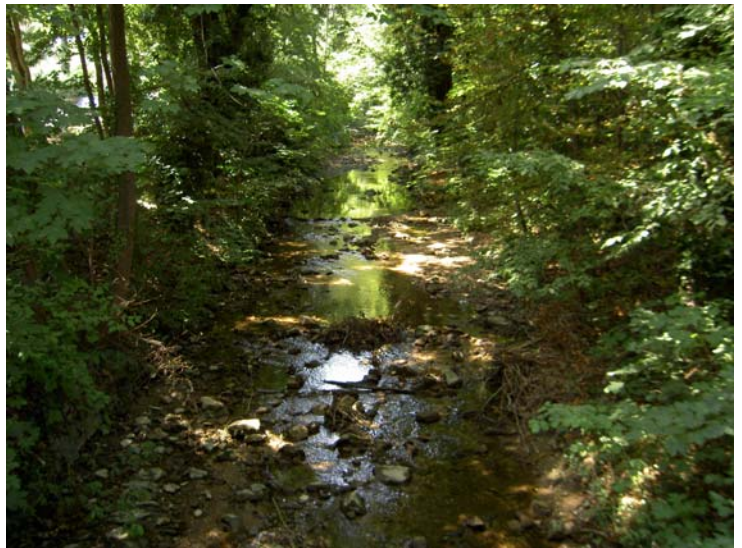


Abb. 36: Variable Tiefen- und Breitenverhältnisse, Sohlsubstrat, Ufergehölzsaum; R2 bei Vorderbrühl Juni 2007

Referenzstrecke R3:

Mödlingbach – Klause

Die Referenzstrecke R3 mit einer Länge von etwa 200 m liegt flussaufwärts vom Ortsgebiet Mödling in der 'Klause' auf einer Seehöhe von 232 m ü. A.. Der Mödlingbach durchbricht hier einen schmalen Ausläufer der Kalkalpen in einem Sohlenkerbtal. (vgl. Abbildung 37)

Morphologie – Strömungsbild – Substratverhältnisse - Ufervegetation

- Sohlsubstrat Makrolithal
- eingeeengt im Kastenprofil 2 – 4 m Breite
- rasche Strömungsverhältnisse – größeres Gefälle
- einreihiger Ufergehölzsaum



Abb. 37: Sohlsubstrat und enges Kastenprofil; R3 Klause Mödling Jänner 2007

5. Das Bearbeitungsgebiet

Das Bearbeitungsgebiet am Mödlingbach, das im Zuge dieser Diplomarbeit und einer weiteren von Herman HANSEN betreut wird, befindet sich im Stadtgebiet von Mödling und wurde in zwei Untersuchungsabschnitte (I und II) eingeteilt (vgl. Abbildung 38).

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem **Untersuchungsabschnitt I**, vom Kurpark bis zur Neusiedler Brücke.



Abb. 38: Bearbeitungsgebiet eingeteilt in zwei Untersuchungsabschnitte I und II

Weiters wurde der Untersuchungsabschnitt I in drei Teilbereiche (Teilbereich A, Teilbereich B, Teilbereich C), die sich hinsichtlich des Alters der Einbauten, der Linienführung und der allgemeinen Randsituation augenscheinlich unterscheiden, eingeteilt (vgl. Abbildung 39 – 42).



Abb. 39: Untersuchungsabschnitt I

Teilbereich A

Befindet sich im Bereich Kurpark,
vom Aquädukt flussaufwärts;
ein eher breit ausgeformtes Bachbett, geringe
Fließgeschwindigkeiten, flache Ufer, hoher
Beschattungsgrad



Abb. 40: Detail Teilbereich A

Teilbereich B

zwischen Holzsteg (Florineth-Steg)
und der Brücke Spitalmühlgasse;
schmäler, gestreckter Bachlauf z. T. höhere
Fließgeschwindigkeiten, meist steile Ufer
(Blocksteinwurf), sonnig



Abb. 41: Detail Teilbereich B

Teilbereich C

Zwischen Brücke Spitalmühlgasse und
Brücke Neusiedlergasse;
Schmäler bis breiter Bachlauf,
wechselnde Fließgeschwindigkeiten, bogige
Linienführung, steile bis flache Ufer, sonnig
bis schattig

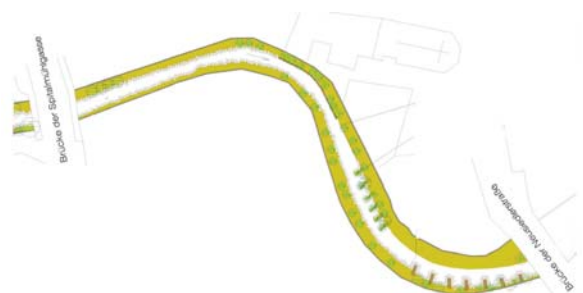


Abb. 42: Detail Teilbereich C

6. Erhebung von Zustand und Wirkung der ingenieurb biologischen Einbauten

6.1. Allgemeines

Im Bearbeitungsgebiet (Abschnitt I, Teilbereich A - B - C) finden sich Faschinenbuhnen in inklinanter und deklinanter Ausrichtung, sowie inklinant ausgerichtete Steinbuhnen, Faschinenreihen, Rangenvorbauten, Flechtzäune und Sohlschwellen, die in den Jahren 2001 bis 2005 errichtet wurden.

Um sich einen Überblick über deren Zustand und Wirkung zu verschaffen, wurden im März 2007 Erhebungen dazu durchgeführt.

6.2. Methodik

Die Erhebungen erfassen den Bautyp, das Alter, den allgemeinen Zustand und die Wirkung der einzelnen Bauwerke, sowie eine Fotodokumentation und zusätzliche Erläuterungen.

Für die Erhebung des allgemeinen Zustandes wurde ein Klassensystem mit der Bewertung von 1 für ´gut´, 2 für ´leichte Schäden´, 3 für ´schwere Schäden´ und 4 für ´zerstört´ angenommen und die Zustandsklassen definiert.

In gleicher Weise wurde ein Klassensystem für die Wirkung der Bauwerke von 1 für ´gut´, 2 für ´ausreichend´, 3 für ´gerade noch ausreichend´ und 4 für ´nicht ausreichend´, aufgestellt und die Wirkungsklassen definiert.

Hierbei wurde der Versuch unternommen, der subjektiven Zustands- und Wirkungsbewertung durch Definition der Zustands- und Wirkungsklassen, sowie des Wirkungsbereiches der einzelnen Bauwerke, eine objektive und nachvollziehbare Grundlage zu bieten.

6.3. Definitionen

6.3.1. Zustandsklassen

Bewertungszahl 1 - gut

Sowohl die stützende technische Struktur (Totmaterial), als auch die verwendeten Pflanzen (Lebendmaterial) sind in einem augenscheinlich guten Zustand. Es sind keine äußerlichen Beschädigungen ersichtlich, die ein baldiges Wirkungsversagen des Bauwerkes in Aussicht stellen könnten.

Bewertungszahl 2 - leichte Schäden

An der technischen Struktur (Totmaterial) oder an den verwendeten Pflanzen (Lebendmaterial) sind leichte Beschädigungen augenscheinlich. Es besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass das Lebendmaterial durch sein Wachstum und seine mechanischen Fähigkeiten die Schädigung kompensiert und es nicht zu einem Versagen des Bauwerkes kommt.

Bewertungszahl 3 - schwere Schäden:

Sowohl die technische Struktur (Totmaterial), als auch die verwendeten Pflanzen (Lebendmaterial) zeigen schwere äußerliche Schäden, sodass von einem baldigen gänzlichen Versagen auszugehen ist.

Bewertungszahl 4 - zerstört:

Das Bauwerk ist nur mehr rudimentär erkennbar und in seiner Funktion als wirkungslos einzustufen.

6.3.2. Wirkungsklassen

Bewertungszahl 1 – gut

Die dem jeweiligen Bauwerk zugeschriebene Wirkung wird in hohem Maße erreicht und ist deutlich erkennbar.

Bewertungszahl 2 – ausreichend

Die dem jeweiligen Bauwerk zugeschriebene Wirkung wird weitgehend erreicht und ist erkennbar, aber weniger deutlich als bei der Bewertung ´gut´.

Bewertungszahl 3 – gerade noch ausreichend

Die dem jeweiligen Bauwerk zugeschriebene Wirkung wird in geringem Maße erreicht und ist noch erkennbar.

Bewertungszahl 4 – nicht ausreichend

Die dem jeweiligen Bauwerk zugeschriebene Wirkung wird nicht erreicht.

6.3.3. Bauwerke und deren Wirkung:

Buhne

Schaffung von Stillwasserzonen mit Verlandungstendenz; Beschattung;
Ufersicherung;

Flechtzaun

Ufersicherung mit geringer Wandrauheit; Beschattung;

Rangenverbau

Uferschutz; bei Steckholzbesatz zusätzlich Beschattung

Sohlschwelle

Sohleanhebung; Reduktion der Schleppkraft; Geschiebeablagerung; Kolkbildung

Faschinenreihe

Uferschutz; Beschattung; besiedelbare Zwischenräume

6.4. Ergebnisse

Im folgenden Datenblatt sind alle Ergebnisse der Aufnahmen von Zustand und Wirkung der einzelnen Bauwerke zusammengefasst.

Erläuterungen zu den einzelnen Spalten:

Zz – Zuordnungszahl

Die erste Ziffer (römisch) der Zuordnungszahl bezieht sich auf den Untersuchungsabschnitt; der folgende Buchstabe A, B oder C auf den jeweiligen Teilbereich und die laufende Zahl bezeichnet das jeweilige Bauwerk.

(z.B.: IA6 = Untersuchungsabschnitt I; Teilbereich A; Bauwerk 6)

Über die Zuordnungszahl sind alle Bauwerke mit der Fotodokumentation (siehe Anhang – Fotodokumentation) und den Verortungsplänen verknüpft.

Bautyp

Bezeichnet den jeweiligen Bautyp; in der Klammer sind Angaben zur Bauart (F = Faschine, S = Stein, v = vertikale Faschinenbündel) und Ausrichtung (i = inklinant, d = deklinant)

Alter

Angaben in Jahren seit der Fertigstellung bis zum März 2007

Zustand

Angabe der Zustandklasse laut Definition (siehe 6.3.1.)

Wirkung

Angabe zur Wirkungsklasse laut Definition (siehe 6.3.2.)

Erläuterung

Zusätzliche Angaben zu Auffälligkeiten bei

6.4.1. Datenblatt

6. Erhebung von Zustand und Wirkung der ingenieurb biologischen Einbauten

IA1	Faschinenreihe	6	3	2	Uferschutz durch Totmaterial noch gewährleistet; Weidenwachstum gering
IA2	Buhne (F.v.i.)	6	2	2	
IA3	Buhne (F.v.i.)	6	3	2	starke Auflandung; Weiden tot; Faulschlamm; Stützstruktur gut
IA4	Buhne (F.v.i.)	6	3	2	Weidenwachstum gering; Faulschlamm; Stützstruktur gut
IA5	Buhne (S.i.)	6	1	1	
IA6	Buhne (S.i.)	6	1	1	
IA7	Buhne (F.v.i.)	6	3	2	starke org. Anlandung - Faulschlamm; Weiden tot; Steckhölzer von 2006 kaum angetrieben
IA8	Buhne (F.v.i.)	6	3	2	Faulschlamm; Weidenwachstum sehr gering
IA9	Faschinenreihe	6	3	4	minimaler Uferschutz durch Totholz, jedoch nicht ausreichend
IA10	Sohlschwelle	6	1	1	o. linkes Ufer leichte Umspülung
IA11	Buhne (F.v.i.)	6	3	4	Ufer ausgespült; Weiden tot
IA12	Buhne (F.v.i.)	6	4	4	gänzlich unterspült; Faschinen weggespült; Steckhölzer wenig angetrieben; Uferschutz gering bei NW fast überspült
IA13	Rangenverbau	6	2	3	
IA14	Sohlschwelle	6	1	1	
IB15	Buhne (F.v.d.)	6	3	4	Weiden tot; Lage außerhalb der NW-Rinne - keine Wirkung bei NW
IB16	Buhne (F.v.i.)	6	3	4	Lage außerhalb der NW-Rinne
IB17	Buhne (F.v.i.)	6	4	4	biologisch interessant, jedoch wirkungslos nach Definition
IB18	Buhne (F.v.i.)	6	4	4	
IB19	Faschinenreihe	6	2	2	uferseitige Einbindung zu gering; tw. hinterspült; Weidenwachstum sporadisch
IB20	Sohlschwelle	6	2	1	
IC21	Sohlschwelle	2	1	2	
IC22	Faschinenreihe	2	1	1	gute uferseitige Einbindung - großer Blockstein
IC23	Flechtzaun	2	1	1	
IC24	Buhne (F.v.d.)	2	1	2	Lage etwas hoch über dem NW-Bereich; Wurzelbereich durchspült
IC25	Buhne (F.v.d.)	2	1	1	
IC26	Buhne (F.v.d.)	2	1	1	
IC27	Buhne (F.v.d.)	2	1	2	teilweise eingeschottert
IC28	Buhne (F.v.d.)	2	1	2	verlandet
IC29	Buhne (F.v.d.)	2	1	2	verlandet
IC30	Buhne (F.v.i.)	5	1	1	gute Uferereinbindung durch Blocksteinwurf
IC31	Buhne (F.v.i.)	5	1	1	
IC32	Buhne (F.v.i.)	5	1	1	eingeschottert, aber Wirkung immer noch gut
IC33	Buhne (F.v.i.)	5	2	2	geringe Ausfälle bei Weiden direkt angeflossen im Pralluferbereich; Auflandung dahinter ca.0,75m
IC34	Buhne (F.v.i.)	5	1	2	
IC35	Buhne (F.v.i.)	5	1	1	
IC36	Buhne (F.v.i.)	5	1	1	
IC37	Buhne (F.v.i.)	5	1	1	
IC38	Buhne (F.v.i.)	5	2	3	starke Auflandung; dahinter Dachwassereinleitung
IC39	Buhne (F.v.i.)	5	1	2	
IC40	Buhne (F.v.i.)	5	1	2	
IC41	Buhne (F.v.i.)	5	1	1	
IC42	Buhne (F.v.i.)	5	1	1	
IC43	Buhne (F.v.i.)	5	1	2	
IC44	Sohlschwelle	5	1	1	o. linkes Ufer leichte Umspülung bei MW

6.4.2. Betrachtung der Teilbereiche A – B - C

Im Allgemeinen konnte bei einer bauwerks- und teilbereichsübergreifenden Betrachtung, bezogen auf Zustand und Wirkung eine *ausreichende Wirkung bei leichten Schäden* festgestellt werden.

Aufgrund der teils signifikanten Bewertungsunterschiede empfiehlt sich jedenfalls eine eingehende Betrachtung von Zustand und Wirkung, bezogen auf die Teilbereiche (A -B - C) und die einzelnen Bautypen.

Abbildung 43 zeigt die durchschnittliche Klassenbewertung von Zustand und Wirkung aller Bauwerke für die Teilbereiche.

Die beste Klassenbewertung erhält der Teilbereich C mit einem *guten Zustand* bei *guter Wirkung*. Wenngleich die Wirkung etwas schlechter als der Zustand bewertet wurde, liegen beide dennoch auf hohem Niveau.

Der Teilbereich A zeigt im Durchschnitt *leichte Schäden* bei *ausreichender Wirkung*. Die Wirkung wurde höher als der Zustand bewertet. Es zeigt sich, dass die Wirkung eines Bauwerkes durchaus besser sein kann, als es sein Zustand vermuten lässt.

Der Teilbereich B wurde bei *schweren Schäden* und einer *gerade noch ausreichenden Wirkung* am schlechtesten bewertet.

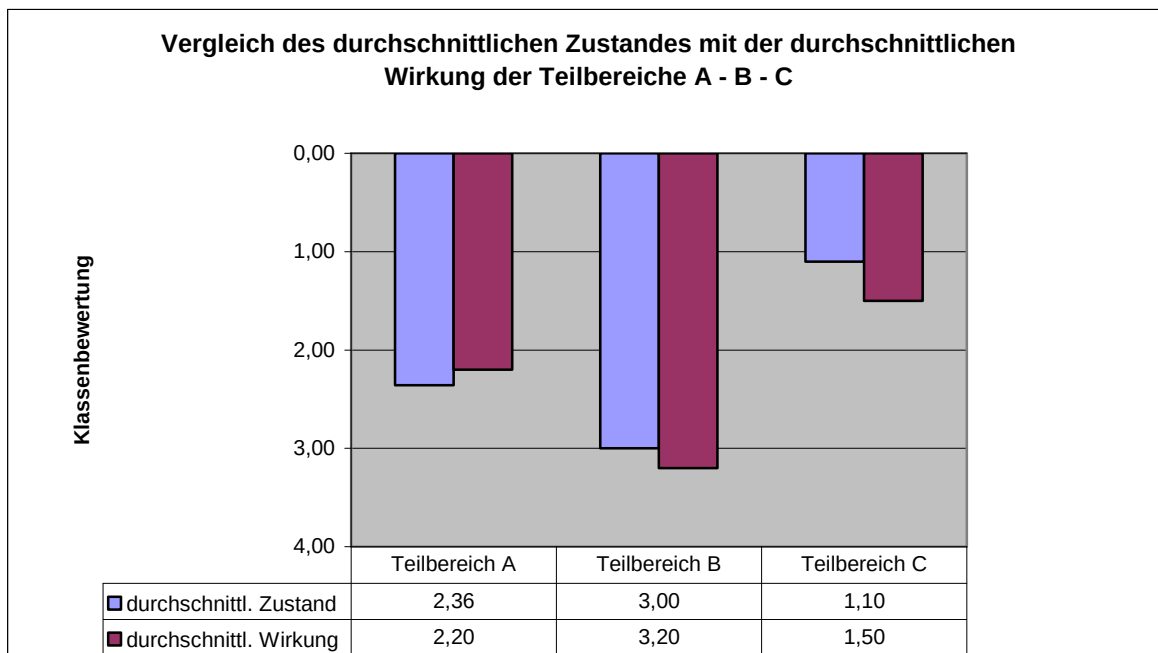


Abb. 43: Bewertung des durchschnittlichen Zustandes und der durchschnittlichen Wirkung aller Teilbereiche im Vergleich, Mödlingbach, März 2007

Bei Betrachtung der Mittelwerte von Zustand und Wirkung kann allerdings nur eine generelle Aussage für die Teilbereiche gemacht werden.

Eine differenziertere Veranschaulichung bringt die Verteilung der Bewertungsklassen innerhalb der Teilbereiche.

Die Korrelation von Zustand und Wirkung kann als Maß angesehen werden, inwieweit über Zustandsverbesserungen durch Pflege- oder Instandsetzungsarbeiten, eine relative Verbesserung der Wirkung erreicht werden kann.

Teilbereich A

Tabelle 1 zeigt eine Aufstellung der Häufigkeiten der Bewertungsklassen von Zustand und Wirkung.

Tab. 1:

allgemeiner Zustand	Häufigkeiten	Prozent	rel. Summenhäufigkeiten
Guter Zustand	4	28,57	0,29
leichte Schäden	2	14,29	0,43
schwere Schäden	7	50,00	0,93
zerstört	1	7,14	1,00
Wirkung			
Gut	4	28,57	0,29
ausreichend	7	50,00	0,79
gerade noch ausreichend	0	0,00	0,79
nicht ausreichend	3	21,43	1,00

Die Verteilung der relativen Summenhäufigkeiten zeigt deutlich, dass die durchschnittliche Zustandsbewertung des Teilbereiches A (2,4 - leichte Schäden), sehr kritisch betrachtet werden muss.

Nur 43% der Bauwerke können mit *gut* oder mit *leichten Schäden* beurteilt werden. Ein großer Anteil von 50% entfällt auf die Bewertungsklasse 3 = *schwere Schäden* und 7% werden mit der Bewertung 4 = *zerstört* eingestuft.

Bei der Wirkung zeigt die Verteilung ein anderes Bild. Immerhin 79% aller Bauwerke des Abschnittes weisen eine *gute* oder zumindest *ausreichende Wirkung* auf. Jedoch werden auch 21% in ihrer Wirkung als *nicht ausreichend* eingestuft (vgl. auch Abbildung 44).

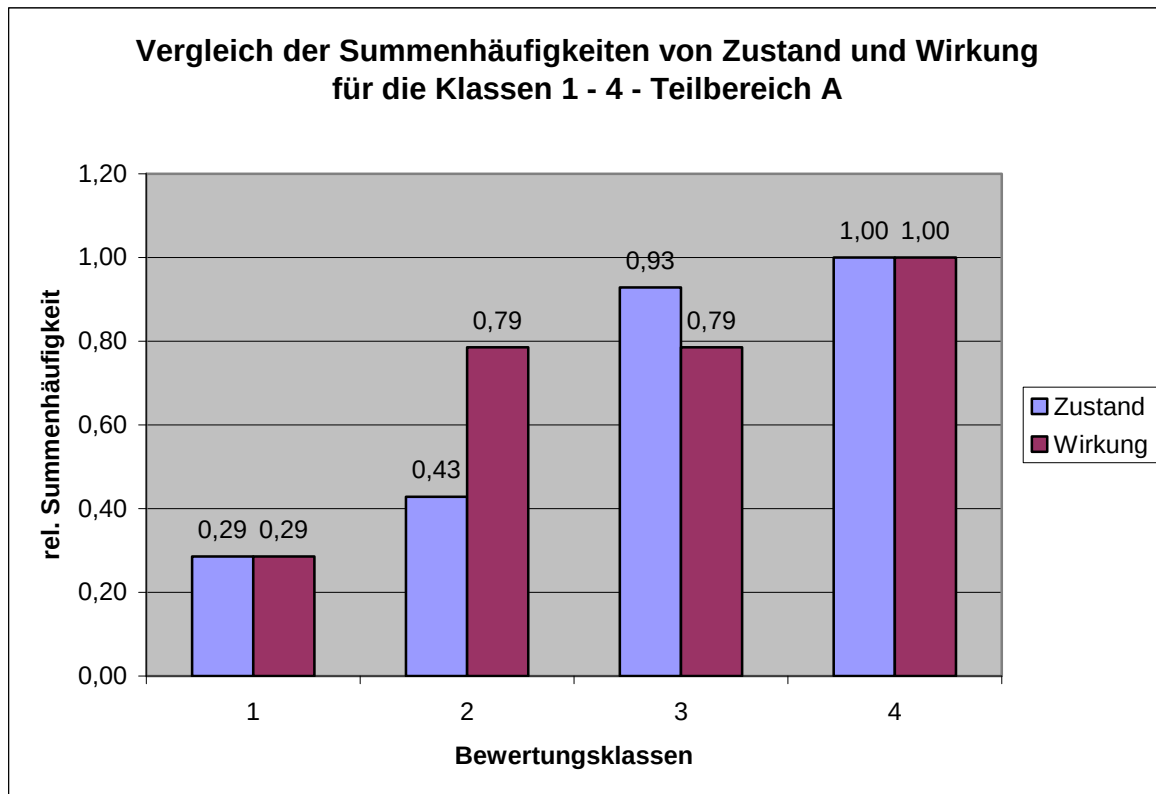


Abb. 44: Summenhäufigkeiten von Zustands- und Wirkungsbewertungen im Teilbereich A, Mödlingbach, März 2007

Der Korrelationskoeffizient von 0,78 zeigt einen starken Zusammenhang von Zustand und Wirkung.

Die Abbildung 45 zeigt die Verortung und den Zustand der einzelnen Bauwerke im Teilbereich A

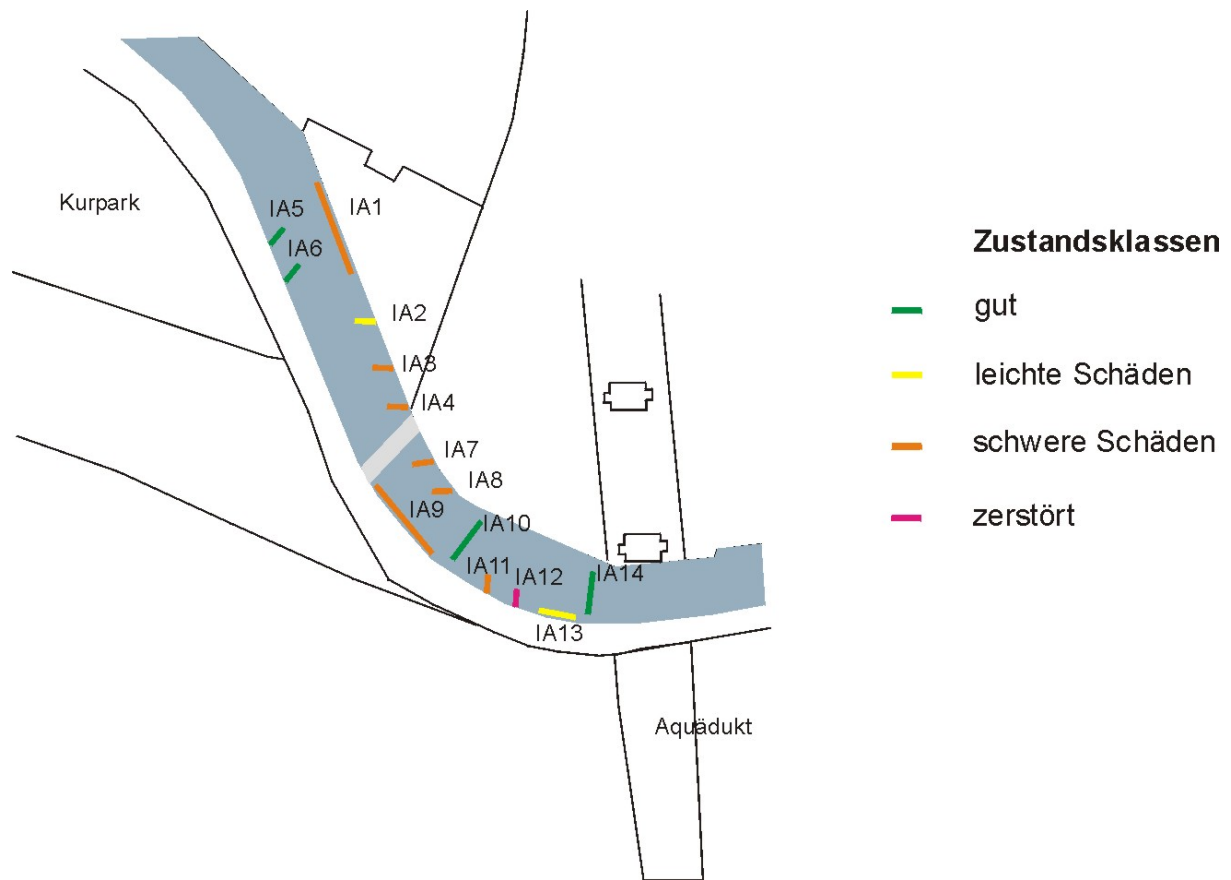


Abb. 45: Verortung und Zustand der ingenieurb biologischen Bauwerke am Mödlingbach, im Untersuchungsabschnitt I, Teilbereich A im Maßstab M 1:1000, März 2007

Teilbereich B

Tabelle 2 zeigt die Häufigkeiten für den Teilbereich B

Tab. 2:

allgemeiner Zustand	Anzahl der Bewertungen	Prozent	rel. Summenhäufigkeiten
guter Zustand	0	0,00	0,00
leichte Schäden	2	33,33	0,33
schwere Schäden	2	33,33	0,67
zerstört	2	33,33	1,00
Wirkung			
gut	1	16,7	0,17
ausreichend	1	16,7	0,33
gerade noch ausreichend	0	0,0	0,33
nicht ausreichend	4	66,7	1,00

Die Betrachtung der Häufigkeitsverteilungen des Zustandes zeigt, dass kein Bauwerk in einem *guten* Zustand und 33% der Bauwerke *leichte Schäden* aufweisen.

Weitere 33% zeigen *schwere Schäden* und 33% sind zerstört.

Die Wirkung konnte bei 17% als *gut* und bei weiteren 17% als *ausreichend* eingestuft werden. Jedoch mussten 67% mit *nicht ausreichend* bewertet werden (vgl. auch Abbildung 46).

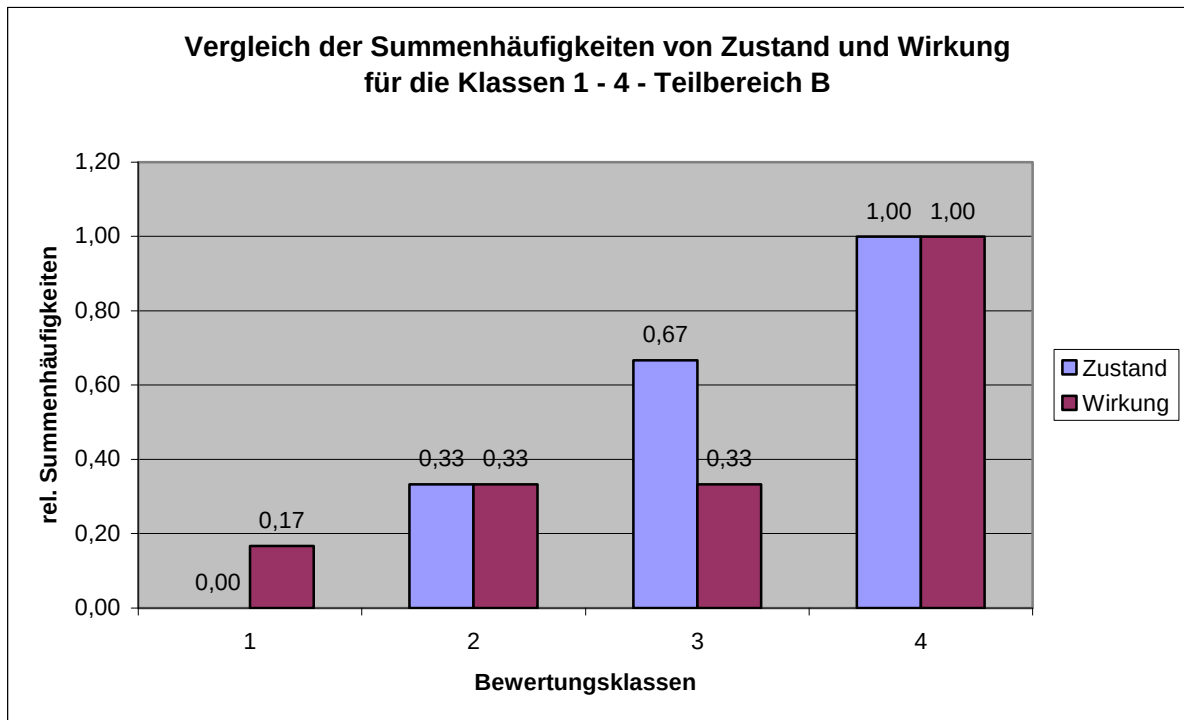


Abb. 46: Summenhäufigkeiten von Zustands- und Wirkungsbewertungen im Teilbereich B, Mödlingbach, März 2007

Der Korrelationskoeffizient von 0,84 zeigt auch hier einen starken Zusammenhang von Zustand und Wirkung.

6. Erhebung von Zustand und Wirkung der ingenieurb biologischen Einbauten

Die Abbildung 47 zeigt die Verortung und den Zustand der einzelnen Bauwerke im Teilbereich B

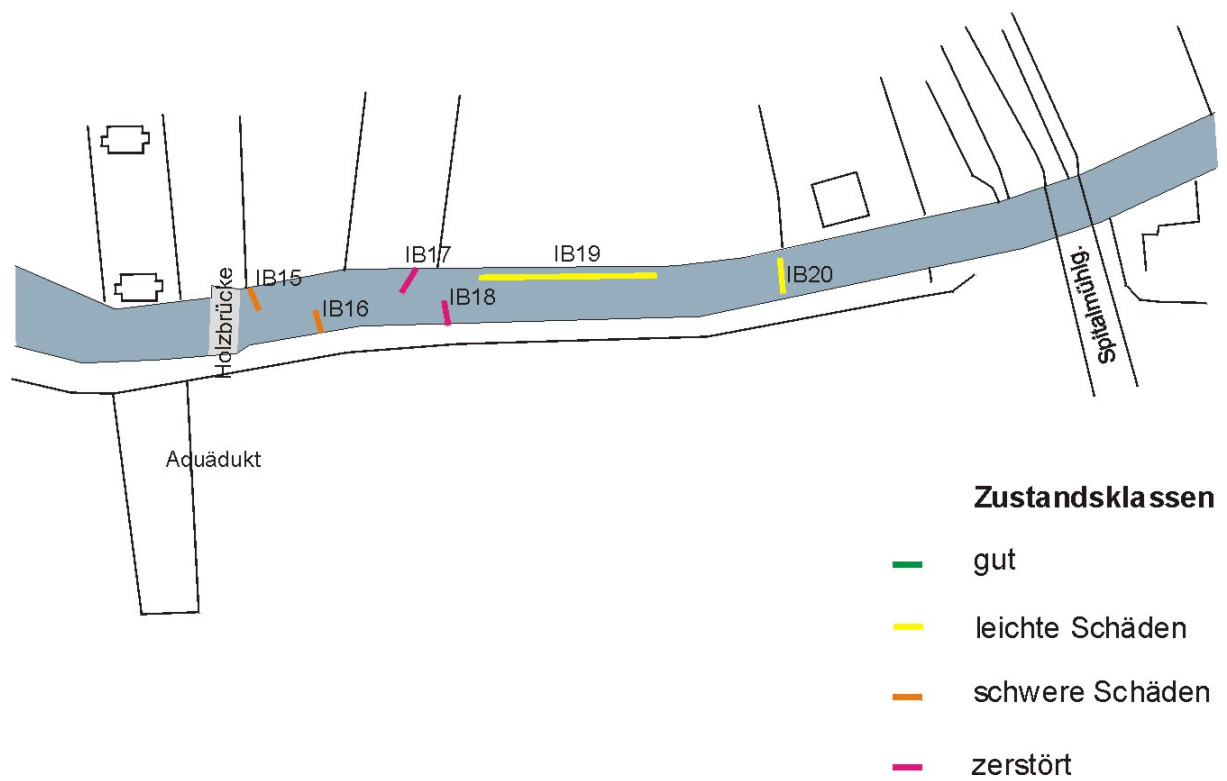


Abb. 47: Verortung und Zustand der ingenieurb biologischen Bauwerke am Mödlingbach, im Untersuchungsabschnitt I, Teilbereich B im Maßstab M 1:1000, März 2007

Teilbereich C

Tabelle 3 zeigt die Häufigkeiten von Teilbereich C.

Tab. 3:

allgemeiner Zustand	Häufigkeiten	Prozent	rel. Summenhäufigkeiten
guter Zustand	22	91,67	0,92
leichte Schäden	2	8,33	1,00
schwere Schäden	0	0,00	1,00
zerstört	0	0,00	1,00
Wirkung			
gut	13	54,17	0,54
ausreichend	10	41,67	0,96
gerade noch ausreichend	1	4,17	1,00
nicht ausreichend	0	0,00	1,00

Die Häufigkeitsverteilung des Zustandes zeigt, dass 92% der Bauwerke in einem *guten Zustand* sind und etwa 8% *leichte Schäden* aufweisen.

Bei der Wirkung wurden 54% der Bauwerke mit *gut*, 42% mit *ausreichend* und 4% mit gerade noch ausreichend bewertet (vgl. auch Abbildung 48).

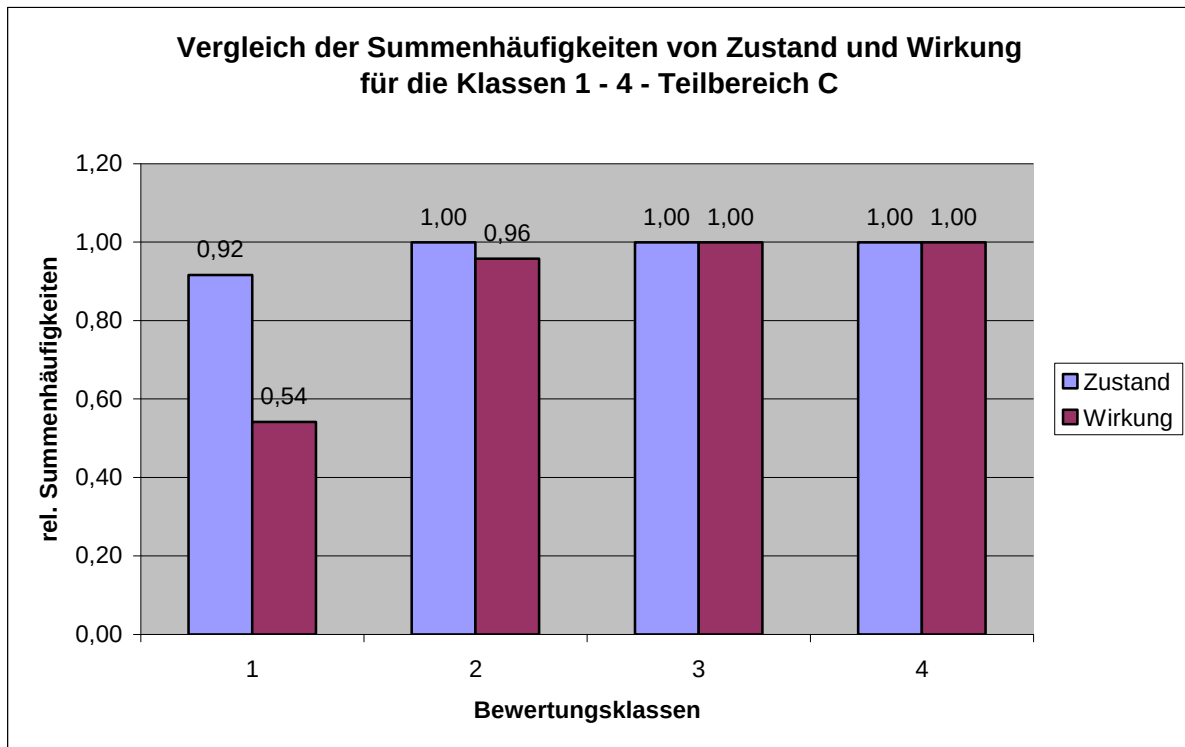


Abb. 48: Summenhäufigkeiten von Zustands- und Wirkungsbewertungen im Teilbereich C, Mödlingbach, März 2007

Der Korrelationskoeffizient zeigt mit 0,52 einen mittleren Zusammenhang von Zustand und Wirkung.

6. Erhebung von Zustand und Wirkung der ingenieurb biologischen Einbauten

Die Abbildung 49 zeigt die Verortung und den Zustand der einzelnen Bauwerke im Teilbereich C

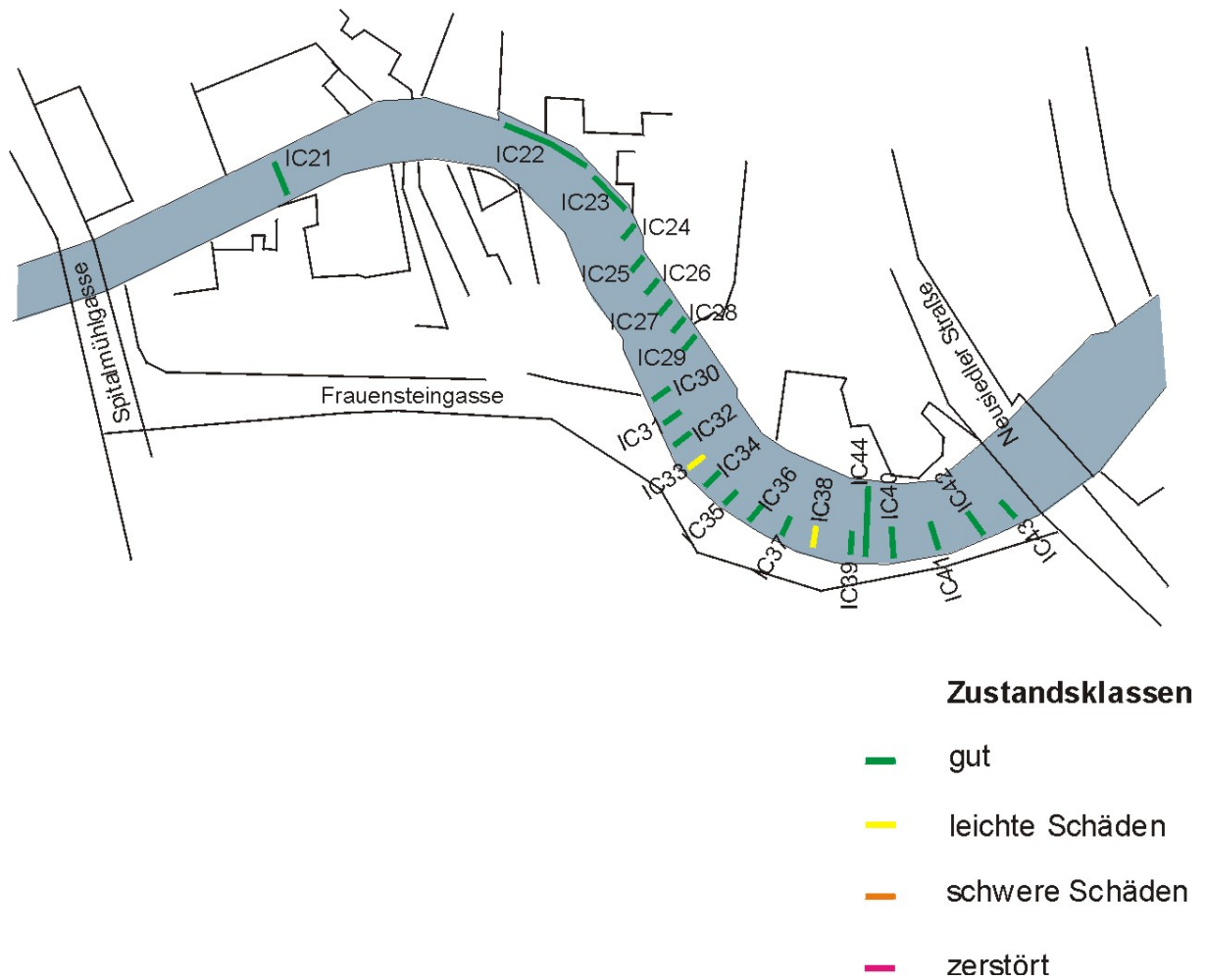


Abb. 49: Verortung und Zustand der ingenieurb biologischen Bauwerke am Mödlingbach, im Untersuchungsabschnitt I, Teilbereich C im Maßstab M 1:1000, März 2007

6.4.3. Betrachtung der Bautypen

Zustand (Mittelwerte)

Bezogen auf die Zustandsmittelwerte der einzelnen Bautypen ergibt sich folgende Reihung, beginnend mit dem besten Zustand:

1. Flechtzaun
2. Sohlswellen
3. Buhnen gesamt
4. Rangenbergbau
5. Faschinenreihen

(vgl. Tabelle 4)

Tab. 4:

abs. Häufigkeiten - Zustand

	1	2	3	4	arithm. Mittel
Buhnen gesamt	20	3	7	3	1,79
Faschinenreihen	1	1	2	0	2,25
Flechtzaun	1	0	0	0	1,00
Rangenbergbau	0	1	0	0	2,00
Sohlswellen	4	1	0	0	1,20

Prozent – Zustand

	1	2	3	4
Buhnen gesamt	60,6	9,1	21,2	9,1
Faschinenreihen	25,0	25,00	50,00	0,0
Flechtzaun	100,0	0,0	0,0	0,0
Rangenbergbau	0,0	100,0	0,0	0,0
Sohlswellen	80,0	20,0	0,0	0,0

rel. Summenhäufigkeiten - Zustand

	1	2	3	4
Buhnen gesamt	0,61	0,70	0,91	1,00
Faschinenreihen	0,25	0,50	1,00	1,00
Flechtzaun	1,00	1,00	1,00	1,00
Rangenbergbau	0,00	1,00	1,00	1,00
Sohlswellen	0,80	1,00	1,00	1,00

Auch hier empfiehlt sich eine weiter differenziertere Betrachtung nach der Häufigkeitsverteilung der Zustandsklassen.

Zustand (Häufigkeitsverteilung)

Über die Verteilung der Häufigkeiten der Zustandsklassen für alle Bautypen wie in Abbildung 50 ersichtlich, kann das Bild der Zustandsmittelwerte weiter aufgeschlüsselt werden.

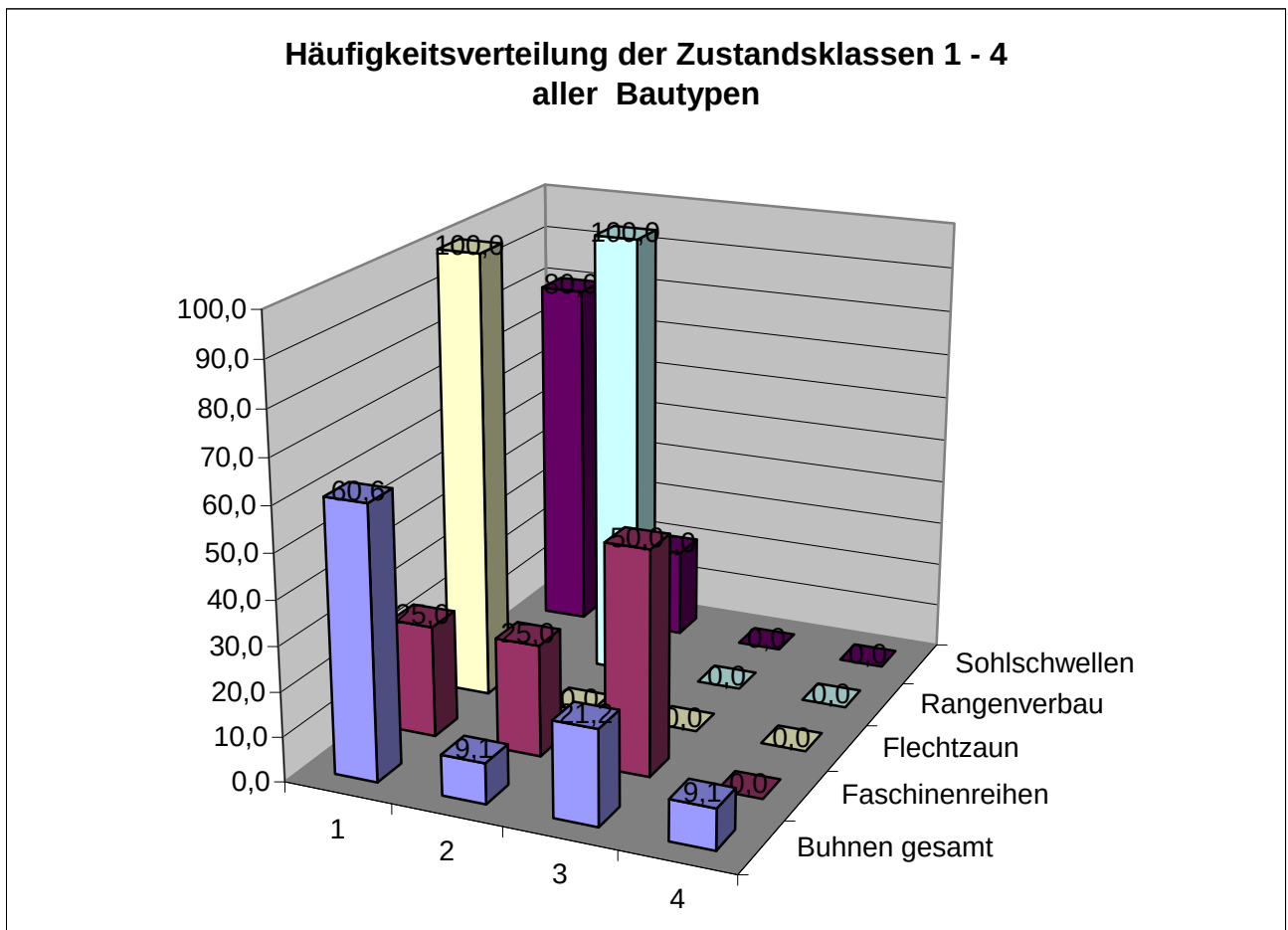


Abb. 50: Häufigkeiten der Zustandsklassen aller Bautypen, Mödlingbach, März 2007

Es zeigt sich, dass der Zustand des Flechtzaunes mit 100% als gut bewertet wurde, wenngleich dieser Wert aufgrund nur eines einzelnen Datensatzes wenig allgemeine Aussagekraft besitzt.

Die Sohlschwellen weisen zu 80% einen guten Zustand auf und es wurden hier weder schwere Schäden noch zerstörte Bauwerke gefunden.

Der Rangerverbau wurde mit 100% mit leichten Schäden beurteilt. Die Aussagekraft ist hier jedoch, ebenso wie beim Flechtzaun aufgrund nur eines Datensatzes nicht sehr repräsentativ.

Die Faschinenreihen konnten zu jeweils 25% mit gut, bzw. mit leichten Schäden bewertet werden, jedoch weisen 50% schwere Schäden auf.

Das vielseitigste Bild, auch aufgrund der meisten Datensätze zeigen die Buhnen. Wesentlich sind hier 61% die mit gut bewertet, dem gegenüber stehen 21% mit schwere Schäden und 9% zerstörte Bauwerke.

Abbildung 51 unterstützt diese Aussage und zeigt die rel. Summenhäufigkeiten der Zustandsklassen aller Bauwerke.

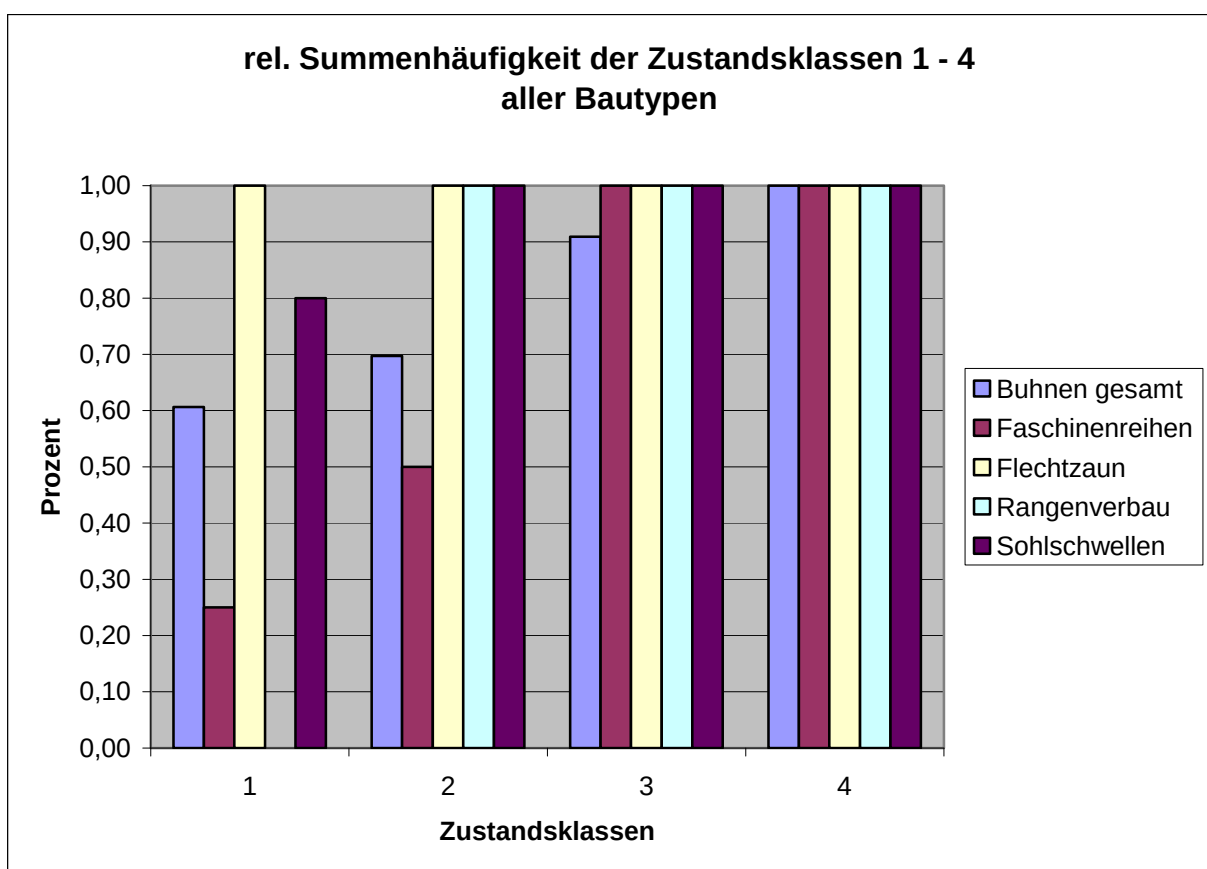


Abb. 51: relative Summenhäufigkeiten aller Bautypen im Vergleich, Mödlingbach März 2007

Wirkung (Mittelwerte)

Bezogen auf die Wirkungsmittelwerte der einzelnen Bautypen ergibt sich folgende Reihung, beginnend mit der besten Wirkung:

1. Flechtzaun
2. Sohlschwellen
3. Rangenverbau
4. Buhnen gesamt
5. Faschinenreihen

(vgl. Tabelle 5)

Im Vergleich zur Reihung nach dem mittleren Zustand, kann der Rangenverbau um eine Stelle weiter vor gereiht werden.

Tab. 5:

abs. Häufigkeiten Wirkung

	1	2	3	4	arith. Mittel
Buhnen gesamt	12	14	1	6	2,03
Faschinenreihen	1	2	0	1	2,25
Flechtzaun	1	0	0	0	1,00
Rangenverbau	0	1	0	0	2,00
Sohlschwellen	4	1	0	0	1,20

Prozent Wirkung

	1	2	3	4
Buhnen gesamt	36,4	42,4	3,0	18,2
Faschinenreihen	25,0	50,0	0,0	25,0
Flechtzaun	100,0	0,0	0,0	0,0
Rangenverbau	0,0	100,0	0,0	0,0
Sohlschwellen	80,0	20,0	0,0	0,0

rel. Summenhäufigkeiten Wirkung

	1	2	3	4
Buhnen gesamt	0,36	0,79	0,82	1,00
Faschinenreihen	0,25	0,75	0,75	1,00
Flechtzaun	1,00	1,00	1,00	1,00
Rangenverbau	0,00	1,00	1,00	1,00
Sohlschwellen	0,80	1,00	1,00	1,00

Wirkung (Häufigkeitsverteilung)

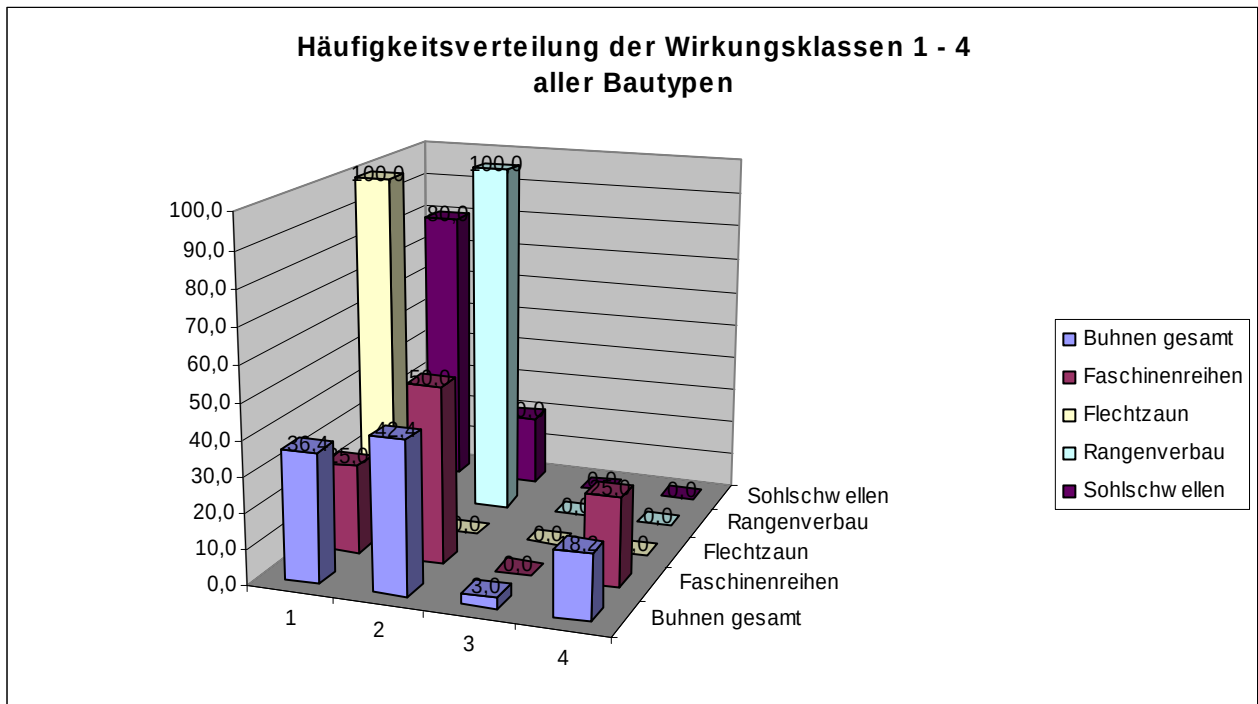


Abb. 52: Häufigkeiten der Wirkungsklassen aller Bautypen, Mödlingbach, März 2007

Im Allgemeinen zeigt Abbildung 52 ein ähnliches Bild wie Abbildung 50 bei den Zustandsklassen, wenn auch mit erwähnenswerten Unterschieden im Detail. So wurde die Wirkung von 25% der Faschinenreihen und 18% der Bühnen als nicht ausreichend bewertet. Es zeigt sich aber auch eine deutliche Lastverteilung auf die Wirkungsklassen 1 und 2, die bei den Zustandsklassen weniger deutlich ausfällt (vgl. auch Abbildung 53).

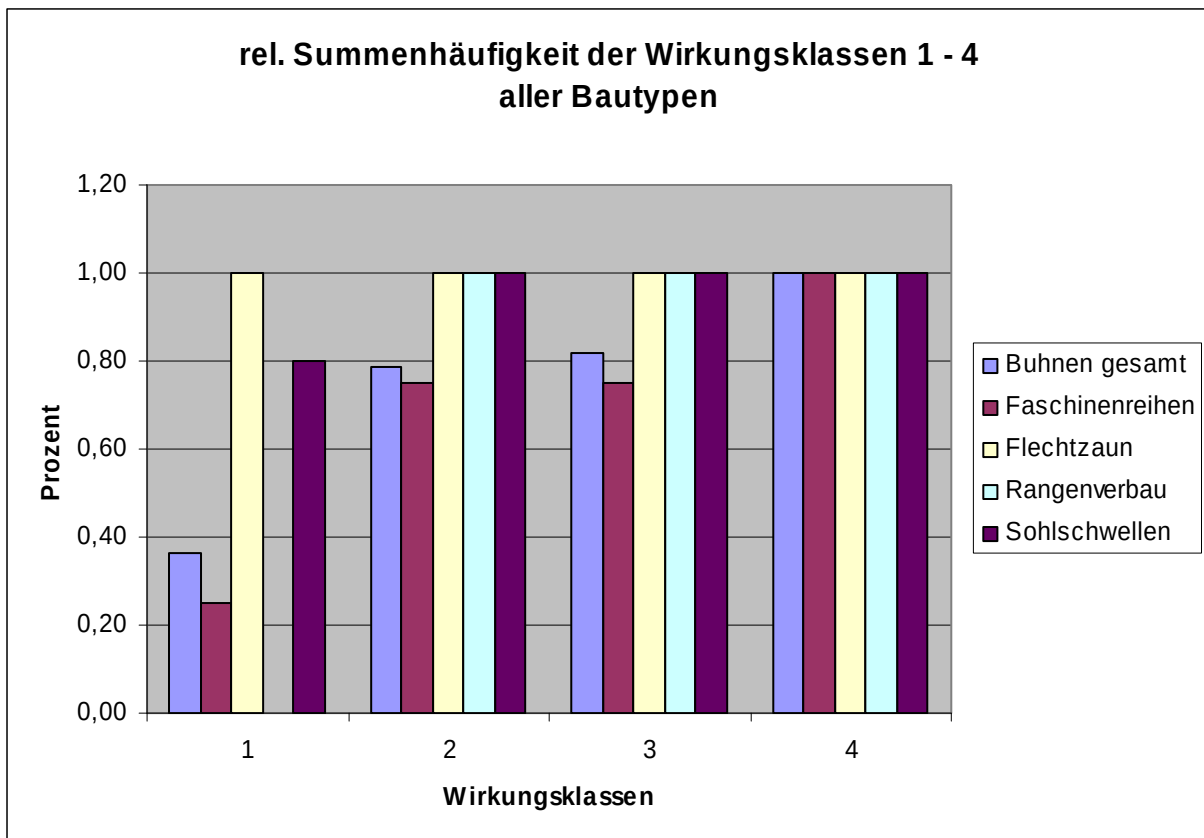


Abb. 53: relative Summenhäufigkeiten aller Bautypen im Vergleich, Mödlingbach, März 2007

6.5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Zustand und Wirkung sind im Allgemeinen als ausreichend bis gut zu bezeichnen.

Es gibt jedoch starke Unterschiede zwischen den einzelnen Teilbereichen.

Zwischen den Bewertungsgrößen von Zustand und Wirkung konnte ein meist starker statistischer Zusammenhang festgestellt werden.

Im Detail war dieser Zusammenhang nicht immer eindeutig, so konnten Bauwerke mit geringerer Zustandsbewertung durchaus auch gute Wirkung besitzen und umgekehrt.

Ursächlich dafür sind zum einen die Definitionen der Bewertungsklassen und zum anderen, dass die Bewertung von Zustand und Wirkung Momentaufnahmen sind und die Veränderung über eine Zeitreihe hinweg unbeachtet bleibt.

Die Annahme eines kausalen Zusammenhanges von Zustand und Wirkung scheint aber dennoch berechtigt.

Direkt beeinflussbar ist nur der Zustand – die Wirkung ergibt sich in dessen Abhängigkeit.

Im Teilbereichen B sind im speziellen an den Buhnen Reparaturen und Erneuerungen durchzuführen.

Im Teilbereich A wurden durch Umbauarbeiten im Frühjahr 2007 bereits Verbesserungen erzielt (vgl. Abbildung 54 und 55).



Abb. 55: Mödlinbach, Bereich Kurpark, Buhne vor dem Umbau im März 2007



Abb. 54: Mödlinbach, Bereich Kurpark, Buhne nach dem Umbau, Juni 2007

7. Erhebung und Bewertung der ökomorphologischen Strukturen

7.1. Allgemeines

Der Begriff der Ökomorphologie umfasst die Gesamtheit der strukturellen Gegebenheiten eines Fließgewässers. Dabei beinhaltet er sowohl Strukturen im Bachbett, als auch im angrenzenden Uferbereich.

Durch harte Verbauungen des Bachbettes, bei gleichzeitiger Strukturausräumung und Begradigung, werden die Vernetzungen des Fließgewässers maßgeblich beeinträchtigt.

So werden in longitudinaler Richtung Fischwanderungen durch erhöhte Fließgeschwindigkeiten (Rhitralisierungseffekt), einer Zunahme der Wassertemperaturen oder durch unpassierbare Sohlrampen unterbunden.

In vertikaler Richtung wird durch Versiegelung des Bachbettes der Austausch mit dem hyporheischen Interstitial und die damit verbundenen Erschließung des Klein- und Kleinstlebensraumes verhindert.

Der Übergang vom Bachbett zum Ufer stellt die dritte wesentliche Austauschebene dar. Die horizontale Vernetzung ist wesentlich für die Dynamik eines Fließgewässers, bietet Raum für Auf- und Umlagerungsprozesse mit immer neuen spezifischen Lebensräumen und bietet mit seiner Vegetation Nahrungseintrag und Beschattung.

Die Strukturierung und die Vernetzung eines Fließgewässers schafft Habitatvielfalt und ist neben der Gewässergüte wesentlich für dessen ökologische Funktionsfähigkeit.

In den letzten Jahrzehnten ist in diesem Zusammenhang ein Paradigmenwechsel festzustellen. Standen zuvor die Ansprüche des Hochwasserschutzes und der Wasserwirtschaft im Vordergrund, so sind es heute die ökologische Funktionsfähigkeit eines Fließgewässers und ein naturnaher ästhetischer Anspruch, der die gesellschaftliche Geisteshaltung prägen.

Diese Geisteshaltung findet ihre gesetzliche Verankerung etwa im Raumordnungsgesetz (ROG), dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVP-G), dem

Wasserrahmengesetz (WRG) oder den Wasserrahmenrichtlinien (WRRL), welche die Rahmenbedingung zur Konfliktbewältigung von anthropogener Nutzung und ökologischer Funktion schaffen.

Wurde der Fließgewässerzustand früher nur hinsichtlich chemisch/physikalischer Gesichtspunkte betrachtet, so wird heute, aufbauend auf die WRRL, der *gute ökologische Zustand* und die damit verbundene strukturelle Ausstattung mitberücksichtigt.

(vgl. Die Europäischen Wasserrahmenrichtlinien, 2000, 2.3 Gewässerschutzziele)

Während sich der chemisch/physikalische Zustand der österreichischen Fließgewässer auf einem recht guten Niveau bewegt, besteht im Hinblick auf den ökologischen Zustand in vielen Fließgewässerabschnitten Nachholbedarf.

Verantwortlich für die Strukturausräumung unserer Fließgewässer sind Schifffahrt, Siedlungswesen und Hochwasserschutz, sowie die Energiewirtschaft.

Der urbane Bereich stellt hinsichtlich der dichten Besiedelung und des damit einhergehenden hohen Schadenspotentials bei Hochwasser besondere Ansprüche an ein Fließgewässer. Während auch weiterhin die Hochwassersicherheit oberste Priorität besitzt, sind im Zuge des zuvor angesprochenen Paradigmenwechsels auch der ästhetische Wert und der Naherholungswert in die Betrachtung mit einzubeziehen.

Eine natürliche Ausprägung kann hier niemals ganz erreicht werden, vielmehr bewegt man sich im Grenzbereich zwischen ökologischer und anthropogener Ansprüche und Notwendigkeiten.

7.2. Strukturausstattung

Die grundsätzliche Bedeutung der strukturellen Vielfalt des Lebensraumes für aquatische Lebensgemeinschaften ist schon seit langem bekannt (vgl. SCHELDON 1968, KARR und SCHLOSSER 1978 etc.).

Die Verschiedenheit der strukturellen Ausstattung eines Fließgewässers ist mit Voraussetzung für dessen ökologische Funktionsfähigkeit.

Strukturelle Vielfalt des Lebensraumes und damit vielfältige Habitatausstattung ist ganz allgemein Grundvoraussetzung für artenreiche Lebensgemeinschaften. Wird die natürliche Strukturvielfalt durch den Menschen herabgesetzt, resultieren daraus Reduktion der Artenzahl und Diversität, aber auch der Dichte, Biomasse und Produktion (JUNGWIRTH,1998).

Unterschiedliche Strömungsmuster und heterogene Tiefenverhältnisse im Längs- und Querprofil, Kolk-/Furtsequenzen, flache Schotterbänke, sowie Schwemm- und Totholzablagerungen und unterschiedliche Substratverhältnisse bilden eine Vielzahl an Lebensräumen für Fischfauna, Makro- und Mikrozoobenthos.

So besitzen etwa Schwemm- und Totholzablagerungen neben dem Nahrungseintrag auch strömungsdifferenzierende Wirkung und initiieren die Bildung von Rückstauen, Überfällen und Kolken und tragen damit zur Habitatvielfalt bei.

Durch Pflegemaßnahmen nach Hochwässern werden diese Strukturen, gerade im urbanen Bereich teilweise oder auch gänzlich entfernt und damit die Dynamik des Fließgewässers zugunsten des Hochwasserschutzes (Verklaungsgefahr) reduziert.

7.2.1. Leitstrukturen für den Mödlingbach im Siedlungsgebiet

Im Jahr 2002 wurden im Zuge der Revitalisierungsarbeiten am Mödlingbach unterschiedliche Bachabschnitte genauer betrachtet und kartiert.

Es galt dabei Gerinnemorphologie und Strukturausstattung, Strömungsmuster sowie Substratverhältnisse in Form von sog. Choriotypen (...) zu erfassen und zu dokumentieren.

Ziel war es, die Habitatvielfalt bzw. die sehr monotonen Lebensraumverhältnisse zu erfassen, um in Zusammenschau mit weiteren Referenzabschnitten „Leitstrukturen“ für die gegenständliche Planung sowie auch zukünftige Revitalisierungen zu definieren (FLORINETH, MUHAR, PELIKAN, 2003).

Damals wurden folgende Leitstrukturen definiert:

Morphologie – Strömungsbild – Substratverhältnisse

- Bogige Linienführung
- Flachufer in den Innenbögen
- Steilere Uferböschungen im Außenufer
- Heterogene Strömungsmuster im Längs- und Querprofil
- Strömungsarme Bereiche in Buchten
- Heterogene Tiefenverhältnisse im Längs und Querprofil
- Kolk-/Furtsequenzen im Längsprofil
- Heterogene Substratverhältnisse
- Gehözstrukturen wie Wurzelbärte im Mittelwasserbereich
- Schwemm-/ Totholzablagerungen

Ufervegetation

- Durchgehend ausgebildeter, mehrreihiger Ufergehölzsaum
- Höhenmäßig strukturierte Ufervegetation
- Ins Wasser hängende Vegetation

(FLORINETH, MUHAR, PELIKAN, 2003)

Die Elemente dieser Leitstrukturen sind in den drei Referenzstrecken (vgl. 4.2. R1, R2, R3) vorzufinden und definieren dort durch ihre Quantität den zu erreichenden Optimalzustand für die revitalisierten Teilstrecken. Sie entsprechen damit einem realistischen Leitbild, anhand dessen die Zielerreichung der Revitalisierungsarbeiten bemessen werden kann.

7.3. Methodik

Um die strukturelle Zielerreichung der Revitalisierungsarbeiten für das Bearbeitungsgebiet (Abschnitt I, Teilbereich A - B - C) bewerten zu können, wurden in Zusammenschau mit den ehemals definierten Leitstrukturen und dem Naturzustand in den Referenzstrecken (R1, R2, R3) 17 Strukturelemente abgeleitet, diese kartiert und quantitativ (anzahl-, flächen- und längenmäßig) erhoben.

Als Kartengrundlage dienten jeweils Katasterauszüge M 1:200.

Die Datenerhebung und Kartierungsarbeiten wurden Anfang Juli 2007 bei MW-Verhältnissen durchgeführt.

Die so gewonnen Daten gelten als Bemessungsgrundlage für die anschließende Bewertung der revitalisierten Teilstrecken im Bearbeitungsgebiet hinsichtlich der strukturellen Zielerreichung.

Strukturelemente:

Strömungsmuster

- Flachwasserzone (langsam fließend)
- Flachwasserzone (schnell fließend)
- Mittelwasserzone
- Tiefwasserzone (langsam fließend)
- Tiefwasserzone (schnell fließend)
- Auskolkung
- Strömungsarme Zone / Kehrwasser

festе Strukturen im MW - Bereich

- Sedimentbank
- Ins Wasser hängende Vegetation
- Einzelblock (Makro- bis Megalithal)
- lineare Einzelblockstruktur im Querprofil (Sohlschwelle)
- Bereiche mit Einzelblockanhäufungen
- Wurzelbärte im MW-Bereich
- Totholzanhäufung

Uferbereich

- Steileres Ufer
- Flaches Ufer
- Ufergehölzsaum

Die erhobenen Daten aus den Referenzstrecken (R1, R2, R3) sind in den Tabellen 6, 7 und 8 zusammengefasst.

In den Spalten werden alle Strukturelemente die flächenmäßig erhoben wurden - rot, längenmäßig - grün und stückmäßig - schwarz dargestellt.

In den Spalten 'pro m' und 'pro m²' werden diese Daten dann jeweils entweder durch die Gesamtlänge der Aufnahmestrecke oder der Gesamtfläche dividiert.

Dadurch ergeben sich relativierte Datenreihen, die eine direkte Vergleichbarkeit mit den Werten aller drei Referenzstrecken, bzw. auch derer des Untersuchungsgebietes ermöglichen.

7.4. Aufnahme der Ökomorphologie - Referenzstrecken

Die Strukturkarten (Plan I, II, III) zeigen den heterogenen Aufbau der Referenzstrecken hinsichtlich des Strömungsbildes, der festen Strukturen und des Uferbereiches. Ersichtlich ist der mosaikartige Aufbau des Bachbettes, der permanente Wechsel von Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Bachbreite, die Tendenzen zur Auf- und Umlagerung, sowie die bogige Linienführung.

Die Uferbereiche besitzen teilweise beidseitig (vgl. Plan II - R2), in anderen Bereichen nur einseitig (vgl. Plan I u. III - R1 u. R3) einen Ufergehölzsaum.

7.4.1. Datenblätter und Strukturkarten

Tab. 6:

Referenzstrecke 1 (R1)

Strömungsmuster	m² / Stk / m	pro m	pro m²
Flachwasser langsam fließend [Fläche]	41,16	0,388	0,159
Flachwasser rasch fließend [Fläche]	28,16	0,266	0,109
mitteltiefes Wasser [Fläche]	49	0,462	0,189
Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	51,64	0,487	0,199
Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	15,04	0,142	0,058
Tiefwasser / Kolk [Fläche]	2,12	0,020	0,008
strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	20,12	0,190	0,078
feste Strukturen im MW - Bereich			
Schotterbank [Fläche]	51,8	0,489	0,200
ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	3	0,028	0,012
einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	4	0,038	0,015
Sohlschwellen Blocksteine [Stk.]	2	0,019	0,008
Blocksteinanhäufungen [Stk.]	3	0,028	0,012
Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	86	0,811	0,332
Totholz [Stk.]	12	0,113	0,046
Uferbereich			
steileres Ufer [Länge]	155	1,462	0,598
flacheres Ufer [Länge]	57	0,538	0,220
Ufergehölzsaum [Länge]	92	0,868	0,355
Gesamtlänge Aufnahmestrecke [m]	106		
Gesamtfläche + Schotterbänke [m ²]	259,04		

siehe auch Plan I

Plan I
Strukturelemente
 Mödlingbach bei Gaaden
 Referenzabschnitt R 1
 Juli 2007

Strukturelemente	
Flachwasser langsam fließend	
Flachwasser rasch fließend	
Mitteltiefes Wasser	
Tiefwasser langsam fließend	
Tiefwasser rasch fließend	
Tiefwasser / Kolk	
strömungsarme Zone / Kehrwasser	
Schotterbank	
Vegetation	
Blockstein	
Totholz	
Wurzelbärte im MW-Bereich	
steileres Ufer	
flacheres Ufer	



Tab. 7:

Referenzstrecke 2 (R2)

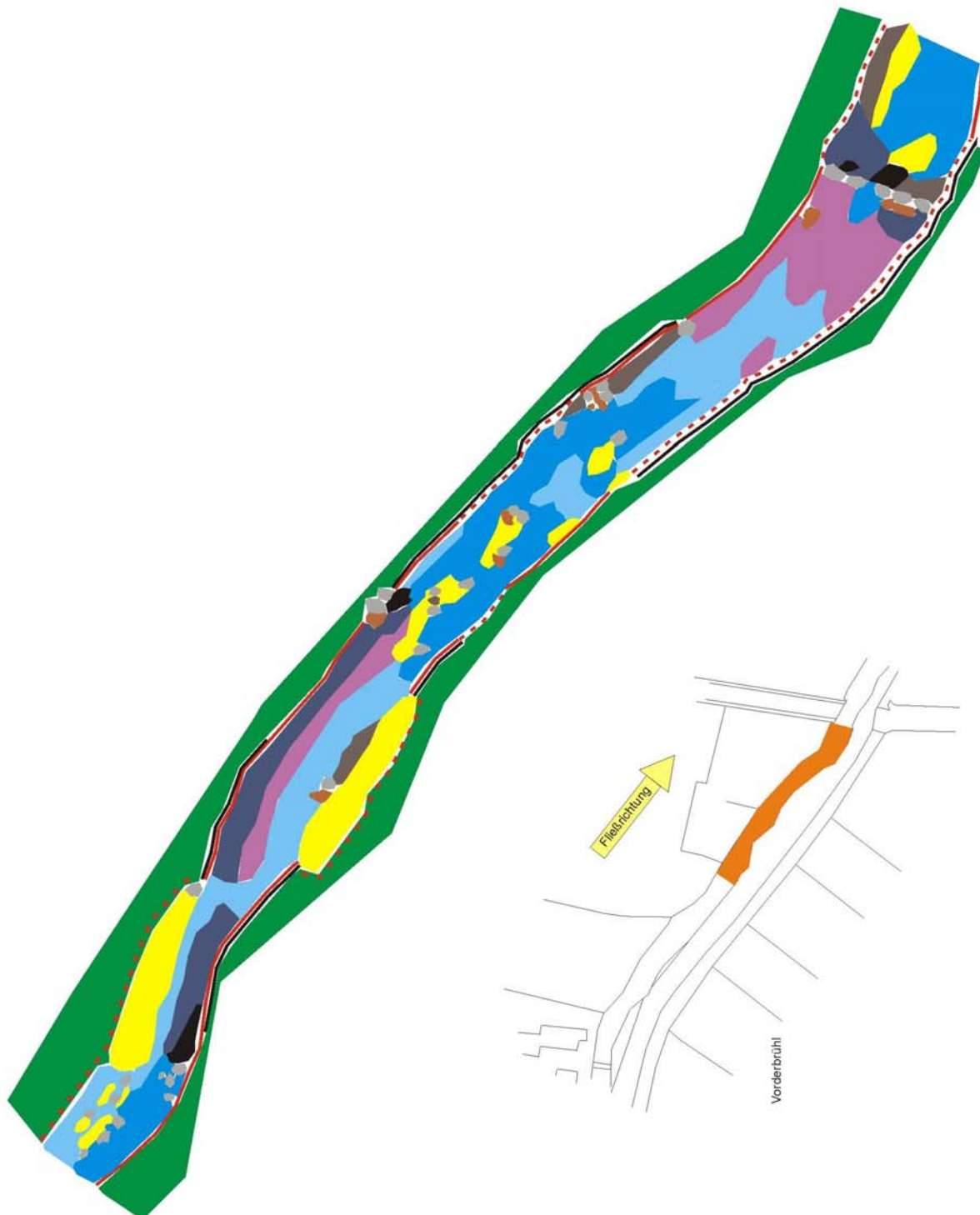
Strömungsmuster	m² / Stk / m	pro m	pro m²
Flachwasser langsam fließend [Fläche]	111,24	1,209	0,246
Flachwasser rasch fließend [Fläche]	119,24	1,296	0,263
mitteltiefes Wasser [Fläche]	67,68	0,736	0,149
Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	54,04	0,587	0,119
Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	0	0,000	0,000
Tiefwasser / Kolk [Fläche]	7,68	0,083	0,017
strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	19,6	0,213	0,043
feste Strukturen im MW - Bereich			
Schotterbank [Fläche]	73,56	0,800	0,162
ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	0	0,000	0,000
einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	6	0,065	0,013
Sohlschwellen Blocksteine [Stk.]	1	0,011	0,002
Blocksteinanhäufungen [Stk.]	6	0,065	0,013
Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	74	0,804	0,163
Totholz [Stk.]	9	0,098	0,020
Uferbereich			
steileres Ufer [Länge]	92	1,000	0,203
flacheres Ufer [Länge]	92	1,000	0,203
Ufergehölzsaum [Länge]	168	1,826	0,371
Gesamtlänge Aufnahmestrecke	92		
Gesamtfläche + Schotterbänke	453,04		

siehe auch Plan II

Plan II Strukturelemente

Mödingbach bei Vorderbrühl
Referenzabschnitt R 2
Juli 2007

Strukturelemente	
Flachwasser langsam fließend	
Flachwasser rasch fließend	
Mitteltiefes Wasser	
Tiefwasser langsam fließend	
Tiefwasser rasch fließend	
Tiefwasser / Kolk	
strömungsarme Zone / Kehrwasser	
Schotterbank	
Vegetation	
Blockstein	
Totholz	
Wurzelbänke im MW-Bereich	
steileres Ufer	
flacheres Ufer	



Tab. 8:

Referenzstrecke 3 (R3)

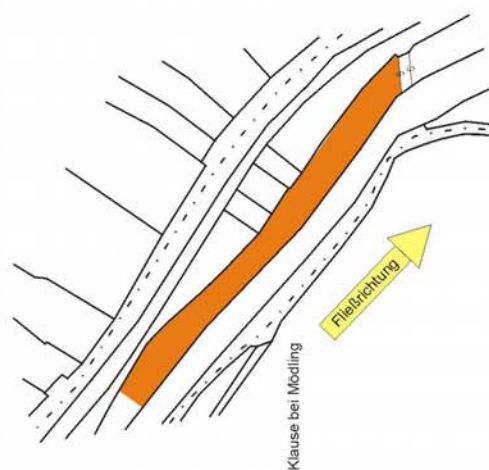
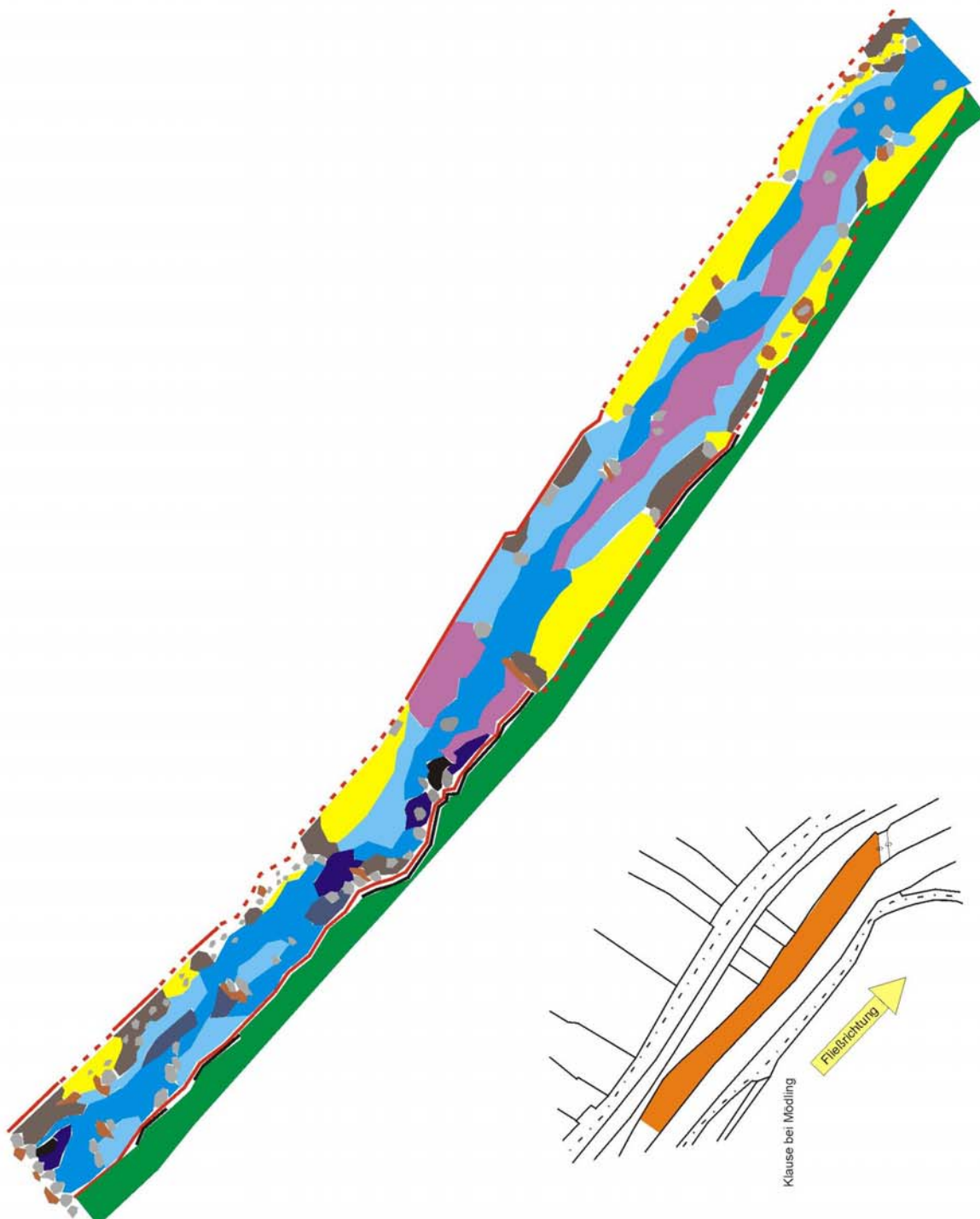
Strömungsmuster	m² / Stk / m	pro m	pro m²
Flachwasser langsam fließend [Fläche]	125,88	1,278	0,221
Flachwasser rasch fließend [Fläche]	164,68	1,672	0,288
mitteltiefes Wasser [Fläche]	83,44	0,847	0,146
Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	9	0,091	0,016
Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	13,2	0,134	0,023
Tiefwasser / Kolk [Fläche]	3,08	0,031	0,005
strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	48	0,487	0,084
feste Strukturen im MW - Bereich			
Schotterbank [Fläche]	123,6	1,255	0,217
ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	0	0,000	0,000
einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	16	0,162	0,028
Sohlschwellen Blocksteine [Stk.]	1	0,010	0,002
Blocksteinanhäufungen [Stk.]	15	0,152	0,026
Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	38	0,386	0,067
Totholz [Stk.]	18	0,183	0,032
Uferbereich			
steileres Ufer [Länge]	100	1,015	0,175
flacheres Ufer [Länge]	97	0,985	0,170
Ufergehölzsaum [Länge]	94	0,954	0,165
Gesamtlänge Aufnahmestrecke	98,5		
Gesamtfläche + Schotterbänke	570,88		

siehe auch Plan III

Plan III Strukturelemente

Mödlingbach - Klausse
Referenzabschnitt R 3
Juli 2007

Strukturelemente	
	Flachwasser langsam fließend
	Flachwasser rasch fließend
	Mitteltiefes Wasser
	Tiefwasser langsam fließend
	Tiefwasser rasch fließend
	Tiefwasser / Kolk
	strömungsarme Zone / Kehrwasser
	Schotterbank
	Vegetation
	Blockstein
	Totholz
	Wurzelbärte im MW-Bereich
	steileres Ufer
	flacheres Ufer



7.4.2. Vergleichbarkeit der Daten

Die einzelnen Strukturelemente wurden entweder flächen-, längen- oder anzahlmäßig erfasst. Auch die Längen der Aufnahmestrecken innerhalb der einzelnen Referenzabschnitte variieren leicht.

Um die Daten miteinander vergleichen zu können, wurden sie auf einen Meter (m) bzw. ein Quadratmeter (m²) relativiert.

Bei der Bearbeitung der Daten wurde nun eine zusammengefasste Wertetabelle (Arbeitstabelle) erstellt, welche die flächig erhobenen Parameter (Strukturelemente) jeweils auf den Quadratmeter und die anzahl- und längenmäßig erhobenen jeweils auf den Meter bezogen darstellt, um eine sinnvolle Vergleichbarkeit zu ermöglichen (vgl. Tabelle 9).

Tab. 9: Arbeitstabelle der relativierten Werte aus den Referenzabschnitten (Werte mit Flächenbezug - normal; Werte mit Längenbezug – kursiv)

	R1	R2	R3
1 Flachwasser langsam fließend	0,159	0,246	0,221
2 Flachwasser rasch fließend	0,109	0,263	0,288
3 mitteltiefes Wasser	0,189	0,149	0,146
4 Tiefwasser langsam fließend	0,199	0,119	0,016
5 Tiefwasser rasch fließend	0,058	0,000	0,023
6 Tiefwasser / Kolk	0,008	0,017	0,005
7 strömungsarme Zone / Kehrwasser	0,078	0,043	0,084
8 Schotterbank	0,200	0,162	0,217
9 <i>ins Wasser hängende Vegetation</i>	<i>0,028</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>
10 <i>einzelne Blocksteine (Makrolithal)</i>	<i>0,038</i>	<i>0,065</i>	<i>0,162</i>
11 <i>Sohlschwellen Blocksteine</i>	<i>0,019</i>	<i>0,011</i>	<i>0,010</i>
12 <i>Blocksteinanhäufungen</i>	<i>0,028</i>	<i>0,065</i>	<i>0,152</i>
13 <i>Wurzelbärte im MW - Bereich</i>	<i>0,811</i>	<i>0,804</i>	<i>0,386</i>
14 <i>Totholz</i>	<i>0,113</i>	<i>0,098</i>	<i>0,183</i>
15 <i>steileres Ufer</i>	<i>1,462</i>	<i>1,000</i>	<i>1,015</i>
16 <i>flacheres Ufer</i>	<i>0,538</i>	<i>1,000</i>	<i>0,985</i>
17 <i>Ufergehölzsaum</i>	<i>0,868</i>	<i>1,826</i>	<i>0,954</i>

7.4.3. Betrachtung der Ergebnisse der Referenzstrecken

Ziel der Untersuchung ist die Definition eines Optimalbereiches, als Bewertungsgrundlage für die strukturelle Zielerreichung in den Untersuchungsabschnitten. Die drei betrachteten Referenzabschnitte (R1 - R2 - R3) zeigen hinsichtlich dieser Parameter eine sehr ähnliche Ausprägung, bilden aber dennoch aufgrund der jeweiligen lokalen Gegebenheiten Unterschiede aus, die damit eine Bandbreite aufspannen (vgl. Abbildung 56).

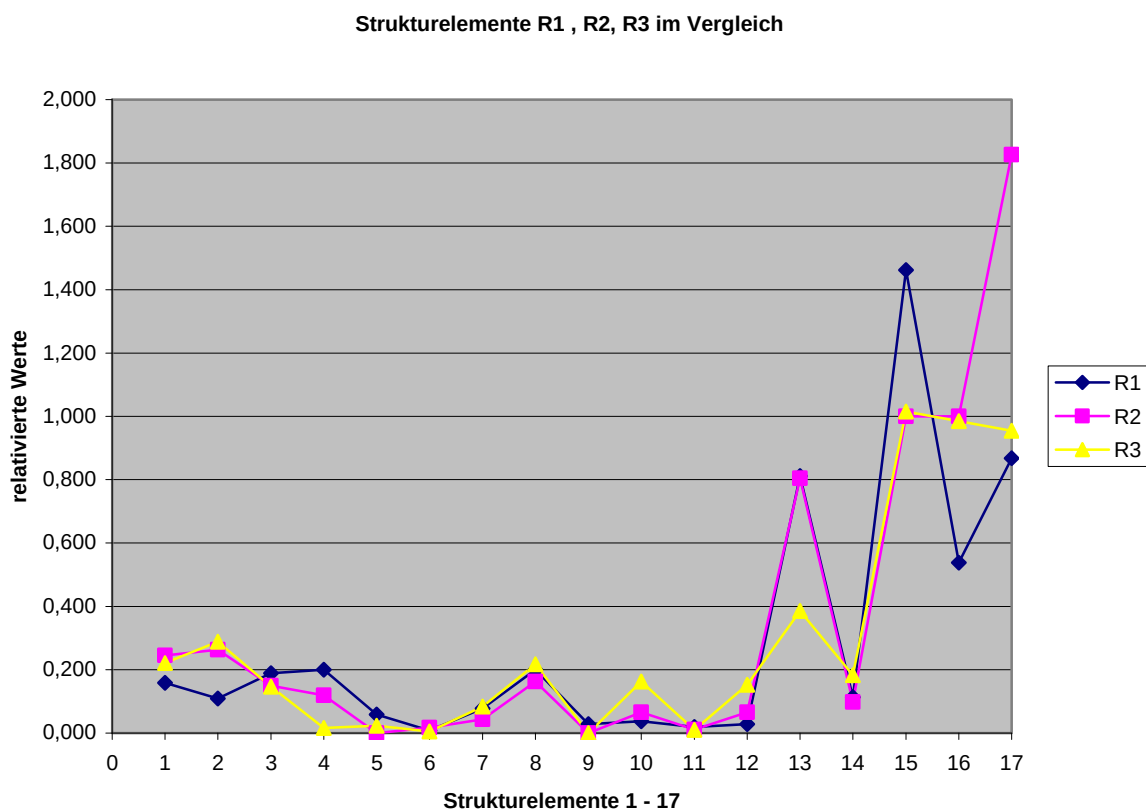


Abb. 56: Strukturelemente 1- 17 nach der Tabelle 9 der Referenzabschnitte R1, R2, R3 im Vergleich

Der hier augenscheinliche Zusammenhang in der strukturellen Ausprägung der einzelnen Referenzstrecken kann durch den Korrelationskoeffizienten, der einen starken statistischen Zusammenhang der Wertetabellen zeigt, bestätigt werden (vgl. Tabelle 10).

Tab. 10: statistischer Zusammenhang zwischen den einzelnen Referenzabschnitten

Korrelationkoeffizient (Pearson)	R1:R2	R1:R3	R2:R3
	0,82	0,86	0,91

Über diesen statistischen Zusammenhang ist die Verwendung aller drei Referenzstrecken zur Definition eines Optimalbereiches zur Bewertung der revitalisierten Teilstrecken gerechtfertigt.

Verteilung und Schiefe der Daten

Die Werte folgen keiner Normalverteilung und zeigen aufgrund von nur drei Datenreihen (R1, R2, R3) und den zuvor angesprochenen Unterschieden z.T. eine asymmetrische Verteilung (vgl. Abbildung 57).

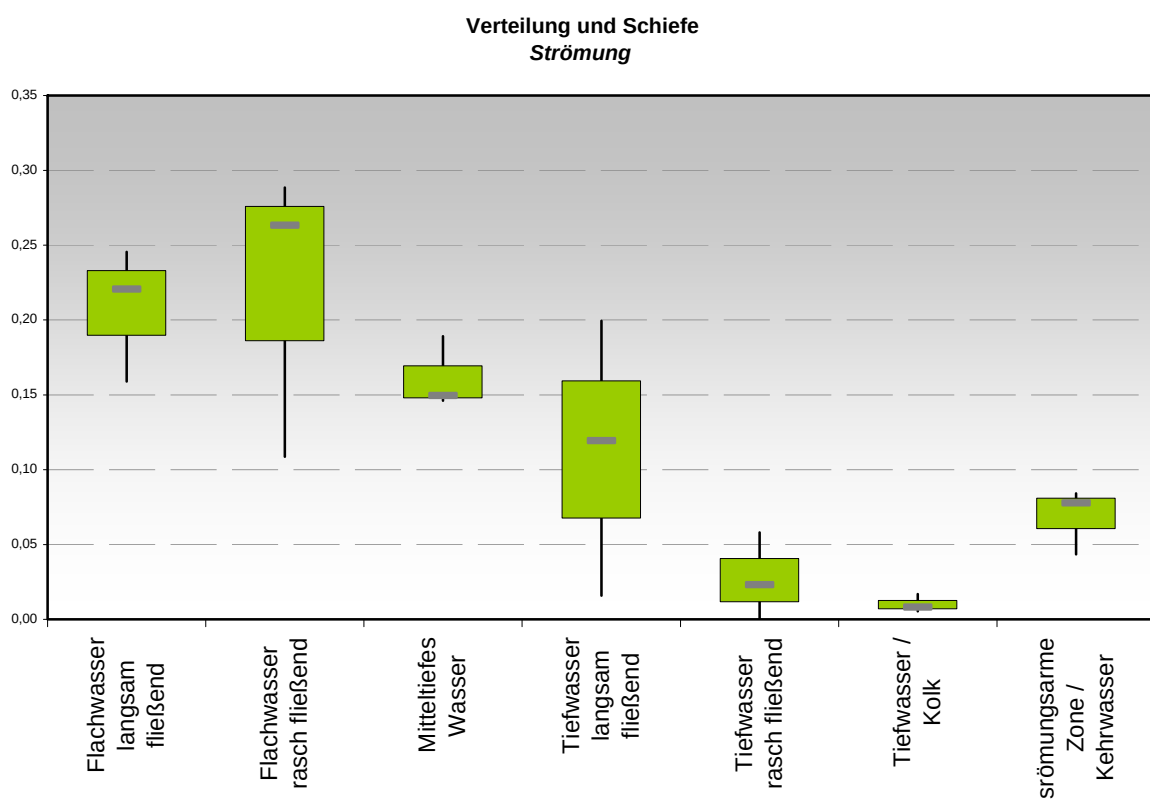


Abb. 57: Box-Plot - Lage, Verteilung und Schiefe der Werte für das Strömungsbild in den Referenzabschnitten R1, R2, R3

Demnach ist das arithmetischen Mittels kein geeignetes Maß zur Lagebestimmung des optimalen Bewertungsbereiches.

Der Median ist hinsichtlich dieser Extrema robuster und kann damit die Lage des optimalen Bewertungsbereiches besser beschreiben.

7.5. Definition von Zielerreichungsklassen

Um das Maß der strukturellen Zielerreichung im Untersuchungsgebiet später auch bewerten zu können, empfiehlt sich die Einführung eines Klassensystems.

Demnach werden vier Zielerreichungsklassen definiert:

Bewertungszahl 1 - innerer Zielbereich (grün)

Ist der Wertebereich zwischen dem oberen und dem unteren Quartil (Quantil 0,75 und Quantil 0,25), der Daten aus der Wertetabelle 9, für jedes Strukturelement; er beinhaltet 50% aller Werte

Für die Betrachtung im revitalisierten Untersuchungsabschnitt bedeutet dies:
Der Untersuchungsabschnitt (A, B, C) entspricht, bezogen auf das betrachtete Strukturelement, in hohem Maße den Vorgaben aus den Referenzabschnitten.
Das *Ziel* hinsichtlich der ökomorphologischen Struktur wurde *bestmöglich erreicht!*

Bewertungszahl 2 – äußerer Zielbereich (gelb)

Ist der Wertebereich zwischen den Extremwerten (min und max)

Für die Betrachtung im revitalisierten Untersuchungsabschnitt bedeutet dies:
Der Untersuchungsabschnitt (A, B, C) entspricht, bezogen auf das betrachtete Strukturelement, den Vorgaben aus den Referenzabschnitten.
Das *Ziel* hinsichtlich der ökomorphologischen Struktur wurde *gut erreicht!*

Bewertungszahl 3 – erweiterter Zielbereich (orange)

Ist ein Bereich ober- und unterhalb der Extremwerte; er stellt deren jeweilige Erweiterung um $\frac{1}{4}$ dar ($\text{min} * 0,75$ und $\text{max} * 1,25$)

Für die Betrachtung im revitalisierten Untersuchungsabschnitt bedeutet dies:
Der Untersuchungsabschnitt (A, B, C) entspricht, bezogen auf das betrachtete Strukturelement, tendenziell den Vorgaben aus den Referenzabschnitten.

Das *Ziel* hinsichtlich der ökomorphologischen Struktur wurde *erreicht!* Es gibt aber Potential zur Verbesserung.

Bewertungszahl 4 – Ziel verfehlt

Ist der Bereich außerhalb der drei Zielbereiche

Für die Betrachtung im revitalisierten Untersuchungsabschnitt bedeutet dies:
Der Untersuchungsabschnitt (A, B, C) entspricht, bezogen auf das betrachtete Strukturelement, *nicht den Vorgaben aus den Referenzabschnitten!*

Das Ziel wurde verfehlt!

(vgl. Abbildung 58)

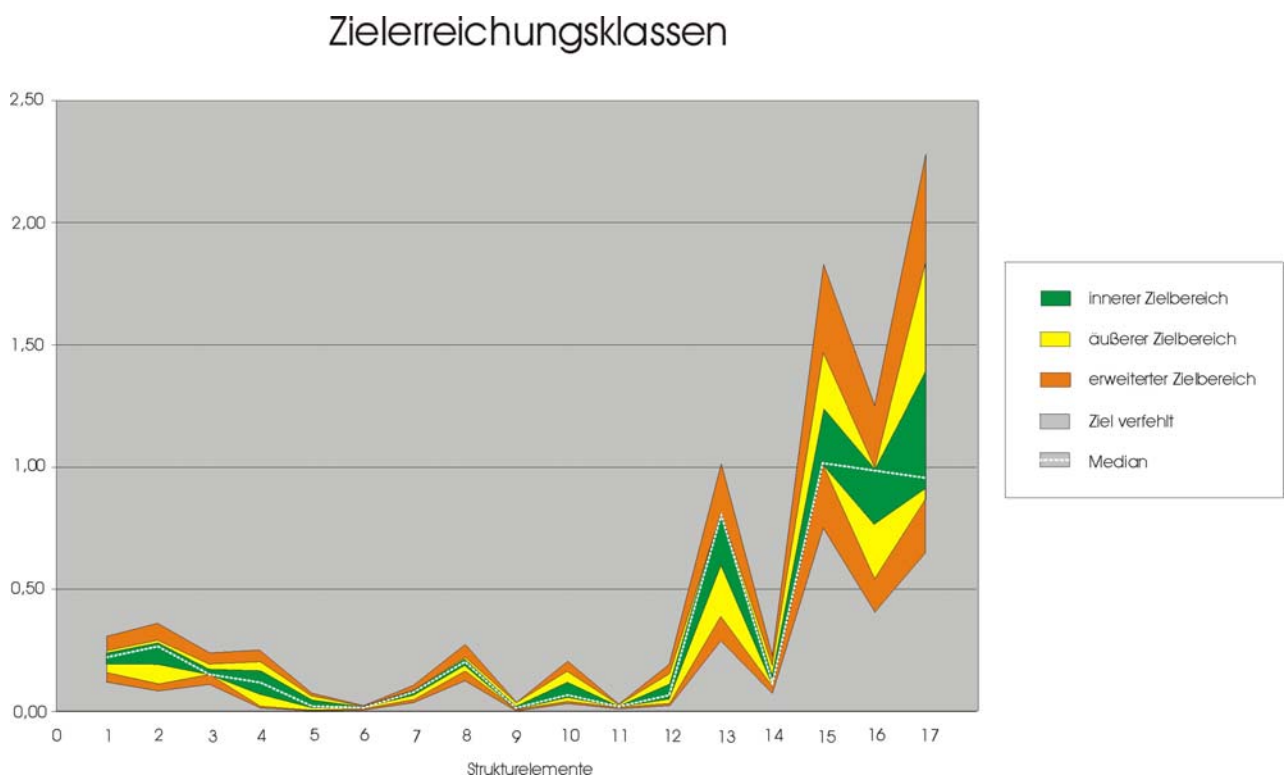


Abb. 58: Darstellung der Zielerreichungsklassen 1 – 4 für die Strukturelemente 1 -17 nach Tabelle 9

Über diese vier Zielerreichungsklassen können die revitalisierten Teilstrecken im Untersuchungsgebiet hinsichtlich der 17 Strukturelemente verglichen und bewertet werden.

7.6. Aufnahme der Ökomorphologie - Untersuchungsabschnitt

7.6.1. Methodik

In gleicher Weise wie bei den Referenzstrecken wurden auch die ökomorphologischen Strukturen des Untersuchungsabschnittes aufgenommen und in Strukturkarten festgehalten (Plan IV, V, VI).

Die erhobenen Strukturen wurden flächen-, längen- und anzahlmäßig erfasst (Tabelle 11 -13) und zur direkten Vergleichbarkeit mit den Referenzabschnitten in einer Arbeitstabelle (Tabelle 14) zusammengezogen. Wieder wurden dabei alle flächenmäßigen Daten auf einen Quadratmeter und die anzahl- und längenmäßigen Daten auf einen Meter bezogen.

7.6.2. Datenblätter und Strukturkarten der untersuchten Teilbereiche

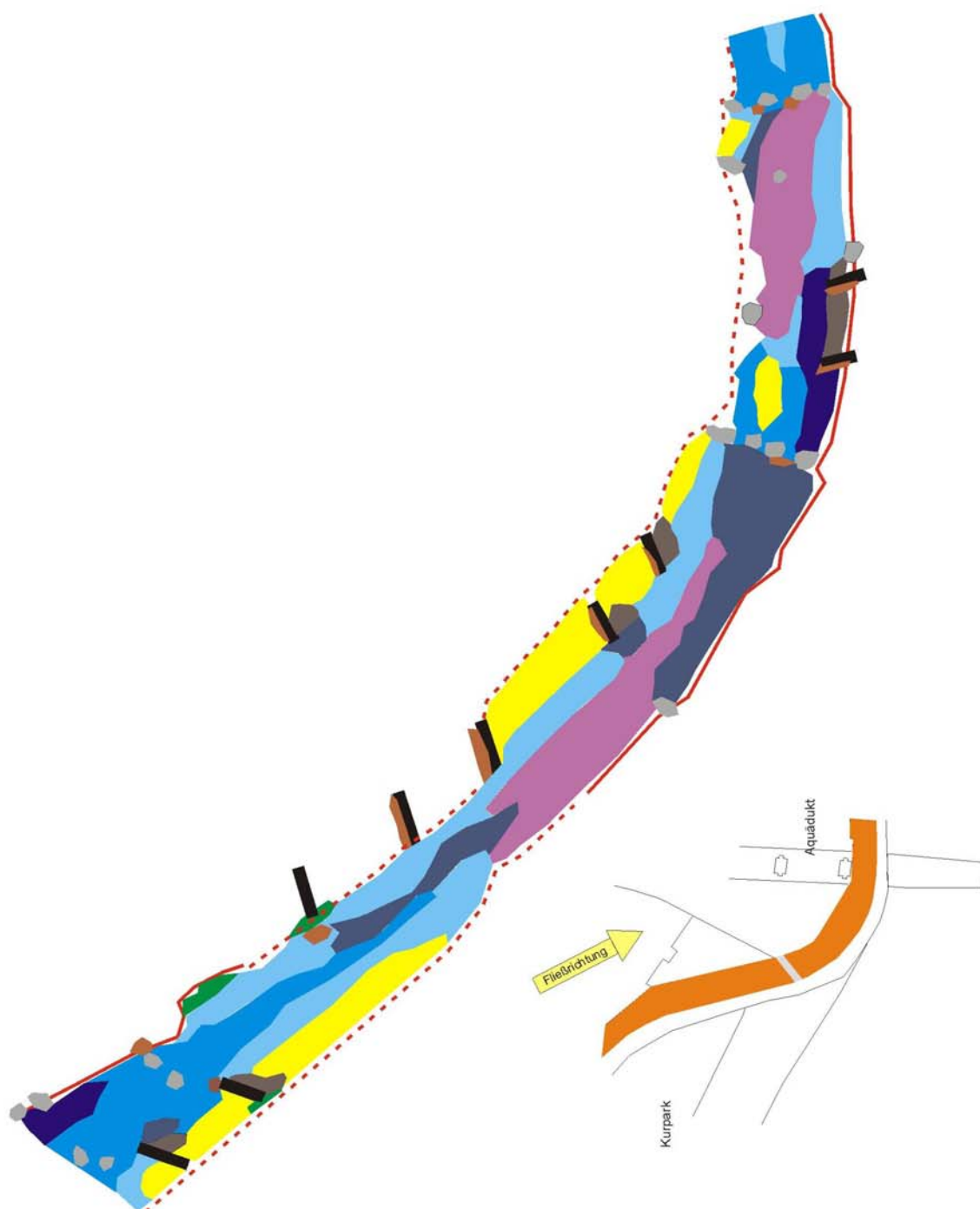
Tab. 11:

Teilbereich A

Strömungsmuster	m² / Stk / m	pro m	pro m²
Flachwasser langsam fließend [Fläche]	101,48	1,342	0,253
Flachwasser rasch fließend [Fläche]	73,84	0,977	0,184
mitteltiefes Wasser [Fläche]	74,20	0,981	0,185
Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	60,52	0,801	0,151
Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	19,28	0,255	0,048
Tiefwasser / Kolk [Fläche]	0,00	0,000	0,000
strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	11,60	0,153	0,029
feste Strukturen im MW - Bereich			
Schotterbank [Fläche]	60,12	0,795	0,150
ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	0,00	0,000	0,000
einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	9,00	0,119	0,022
Sohlschwellen Blocksteine [Stk.]	2,00	0,026	0,005
Blocksteinanhäufungen [Stk.]	0,00	0,000	0,000
Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	3,00	0,040	0,007
Totholz [Stk.]	12,00	0,159	0,030
Uferbereich			
steileres Ufer [Länge]	53,00	0,701	0,132
flacheres Ufer [Länge]	98,00	1,296	0,244
Ufergehölzsaum [Länge]	8,00	0,106	0,020
Gesamtlänge Aufnahmestrecke	75,60		
Gesamtfläche + Schotterbänke	401,04		

Plan IV Strukturelemente Mödlingbach Untersuchungsabschnitt I Teilbereich A Juli 2007

Strukturelemente	
	Flachwasser langsam fließend
	Flachwasser rasch fließend
	Mitteltiefes Wasser
	Tiefwasser langsam fließend
	Tiefwasser rasch fließend
	Tiefwasser / Kolk
	strömungsarme Zone / Kehrwasser
	Schotterbank
	Vegetation
	Blockstein
	Totholz
	Wurzelbärte im MW-Bereich
	steileres Ufer
	flacheres Ufer



Tab. 12:

Teilbereich B

Strömungsmuster	m² / Stk / m	pro m	pro m²
Flachwasser langsam fließend [Fläche]	21,08	0,187	0,083
Flachwasser rasch fließend [Fläche]	71,60	0,634	0,283
mitteltiefes Wasser [Fläche]	48,80	0,432	0,193
Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	82,32	0,728	0,325
Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	14,12	0,125	0,056
Tiefwasser / Kolk [Fläche]	5,00	0,044	0,020
strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	3,76	0,033	0,015
feste Strukturen im MW - Bereich			
Schotterbank [Fläche]	6,64	0,059	0,026
ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	9,00	0,080	0,036
einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	8,00	0,071	0,032
Sohlschwellen Blocksteine [Stk.]	2,00	0,018	0,008
Blocksteinanhäufungen [Stk.]	5,00	0,044	0,020
Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	20,00	0,177	0,079
Totholz [Stk.]	10,00	0,088	0,039
Uferbereich			
steileres Ufer [Länge]	204,00	1,805	0,805
flacheres Ufer [Länge]	22,00	0,195	0,087
Ufergehölzsaum [Länge]	42,00	0,372	0,166
Gesamtlänge Aufnahmestrecke	113,00		
Gesamtfläche + Schotterbänke	253,32		

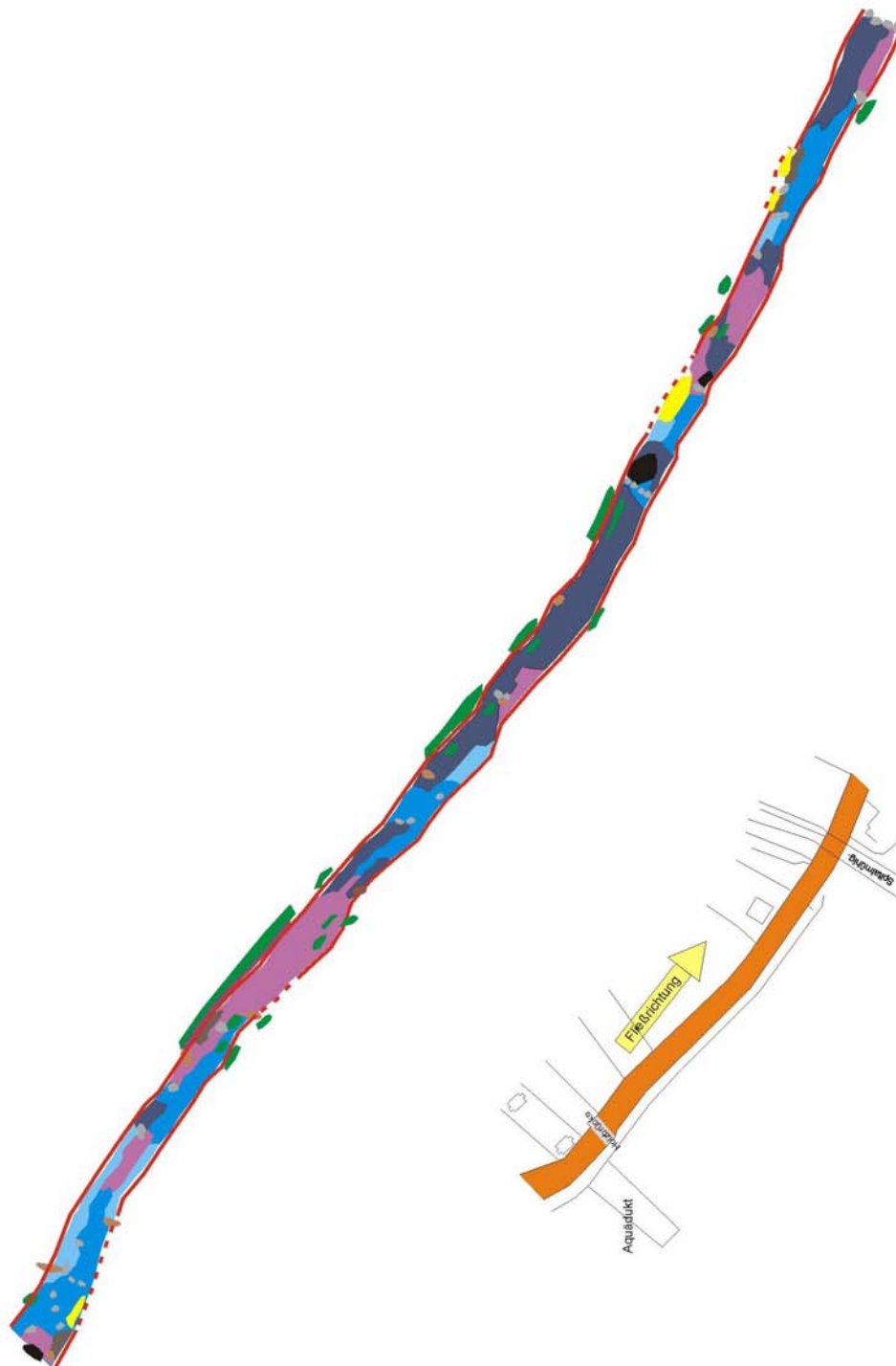
7. Erhebung und Bewertung der ökomorphologischen Strukturen

Plan V Strukturelemente

Mödingbach
Untersuchungsabschnitt I
Teilbereich B
Juli 2007

Strukturelemente

	Flachwasser langsam fließend
	Flachwasser rasch fließend
	Mitteltiefes Wasser
	Tiefwasser langsam fließend
	Tiefwasser rasch fließend
	Tiefwasser / Kolk
	strömungsarme Zone / Kehrwasser
	Schotterbank
	Vegetation
	Blockstein
	Totholz
	Wurzelbärte im MW-Bereich
	steileres Ufer
	flacheres Ufer



Tab. 13:

Teilbereich C

Strömungsmuster	m² / Stk / m	pro m	pro m²
Flachwasser langsam fließend [Fläche]	124,96	0,824	0,231
Flachwasser rasch fließend [Fläche]	163,80	1,080	0,303
mitteltiefes Wasser [Fläche]	62,44	0,412	0,115
Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	78,04	0,515	0,144
Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	31,20	0,206	0,058
Tiefwasser / Kolk [Fläche]	8,32	0,055	0,015
strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	19,96	0,132	0,037
feste Strukturen im MW - Bereich			
Schotterbank [Fläche]	52,04	0,343	0,096
ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	4,00	0,026	0,007
einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	4,00	0,026	0,007
Sohlschwellen Blocksteine [Stk.]	2,00	0,013	0,004
Blocksteinanhäufungen [Stk.]	6,00	0,040	0,011
Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	76,00	0,501	0,141
Totholz [Stk.]	4,00	0,026	0,007
Uferbereich			
steileres Ufer [Länge]	164,00	1,082	0,303
flacheres Ufer [Länge]	139,00	0,917	0,257
Ufergehölzsaum [Länge]	114,00	0,752	0,211
Gesamtlänge Aufnahmestrecke	151,60		
Gesamtfläche + Schotterbänke	540,76		

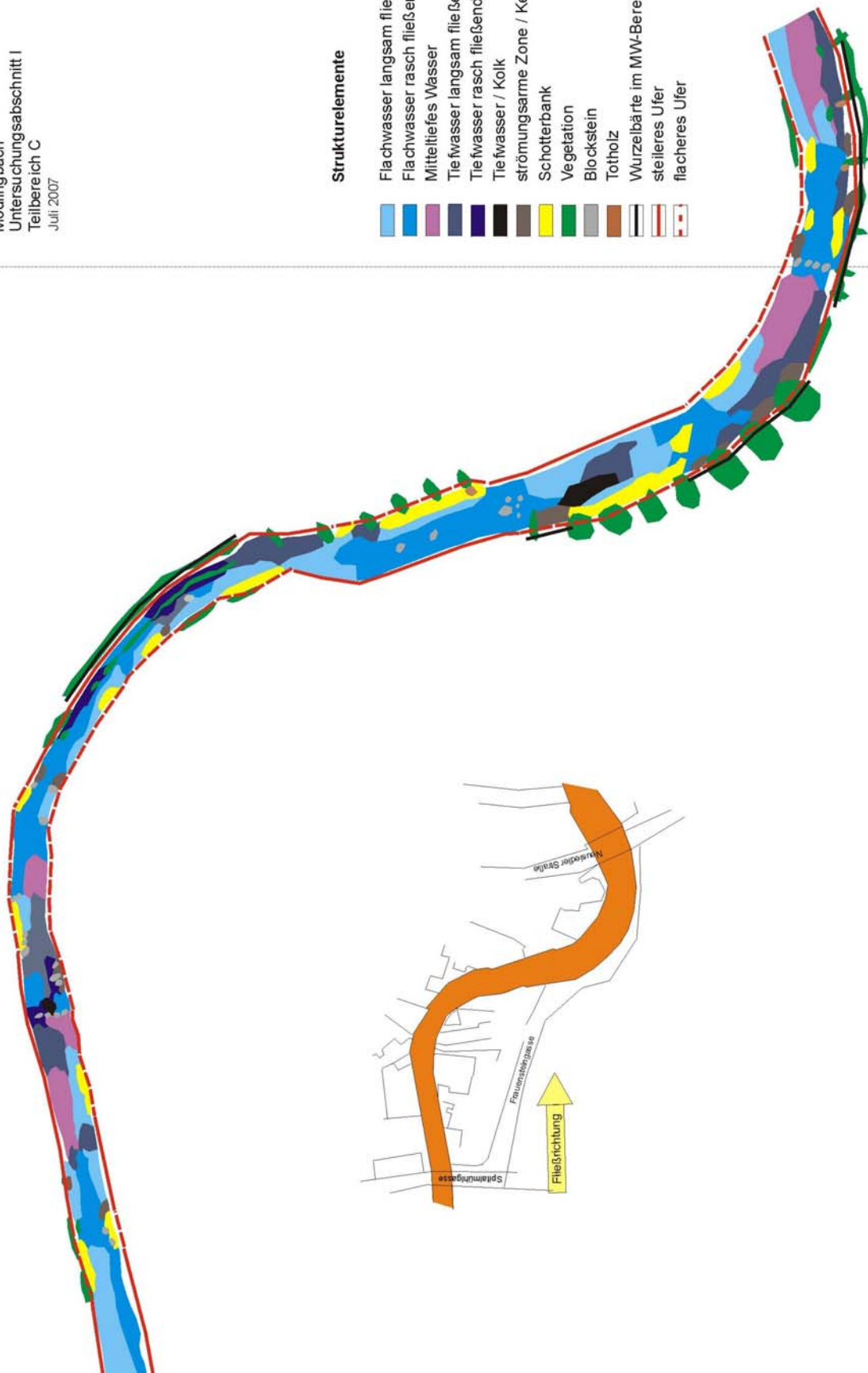
Plan VI

Strukturelemente

Mödlingbach
Untersuchungsabschnitt I
Teilbereich C
Juli 2007

Strukturelemente	
	Flachwasser langsam fließend
	Flachwasser rasch fließend
	Mitteltiefes Wasser
	Tiefwasser langsam fließend
	Tiefwasser rasch fließend
	Tiefwasser / Kolk
	strömungsarme Zone / Kehrwasser
	Schotterbank
	Vegetation
	Blockstein
	Totholz
	Wurzelbänke im MW-Bereich
	steileres Ufer
	flacheres Ufer

0 5 10 15 m



7. Erhebung und Bewertung der ökomorphologischen Strukturen

Tab. 14: Arbeitstabelle der relativierten Werte aus den untersuchten Teilbereichen (Tb. -A, -B, -C)

(Werte mit Flächenbezug - normal; Werte mit Längenbezug – kursiv)

		Tb. A	Tb. B	Tb. C
1	Flachwasser langsam fließend [Fläche]	0,253	0,083	0,231
2	Flachwasser rasch fließend [Fläche]	0,184	0,283	0,303
3	mitteltiefes Wasser [Fläche]	0,185	0,193	0,115
4	Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	0,151	0,325	0,144
5	Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	0,048	0,056	0,058
6	Tiefwasser / Kolk [Fläche]	0,000	0,020	0,015
7	strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	0,029	0,015	0,037
8	Schotterbank [Fläche]	0,150	0,026	0,096
9	<i>ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]</i>	<i>0,000</i>	<i>0,080</i>	<i>0,026</i>
10	<i>einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]</i>	<i>0,119</i>	<i>0,071</i>	<i>0,026</i>
11	<i>Sohlschwellen Blocksteine [Stk.]</i>	<i>0,026</i>	<i>0,018</i>	<i>0,013</i>
12	<i>Blocksteinanhäufungen [Stk.]</i>	<i>0,000</i>	<i>0,044</i>	<i>0,040</i>
13	<i>Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]</i>	<i>0,040</i>	<i>0,177</i>	<i>0,501</i>
14	<i>Totholz [Stk.]</i>	<i>0,159</i>	<i>0,088</i>	<i>0,026</i>
15	<i>steileres Ufer [Länge]</i>	<i>0,701</i>	<i>1,805</i>	<i>1,082</i>
16	<i>flacheres Ufer [Länge]</i>	<i>1,296</i>	<i>0,195</i>	<i>0,917</i>
17	<i>Ufergehölzsaum [Länge]</i>	<i>0,106</i>	<i>0,372</i>	<i>0,752</i>

7.6.3. Vergleich der Ergebnisse der Untersuchungsabschnitte

Betrachtung des gesamten Untersuchungsabschnittes (Teilbereiche A - B - C)

Beim Vergleich von Untersuchungsabschnitt I und den Referenzstrecken hinsichtlich ihrer Mediane zeigt sich ein recht ähnlicher Kurvenverlauf mit übereinstimmenden Tendenzen (vgl. Abbildung 59).

Bei drei Strukturelementen liegt ein augenscheinlich großer Unterschied vor. Dies sind die *Schotterbänke* (8), die *Wurzelbärte im MW-Bereich* (13) und der *Ufergehölzsaum* (17).

Der Korrelationskoeffizient für die Datenreihen Median R und Median UG zeigt mit 0,81 einen starken statistischen Zusammenhang.

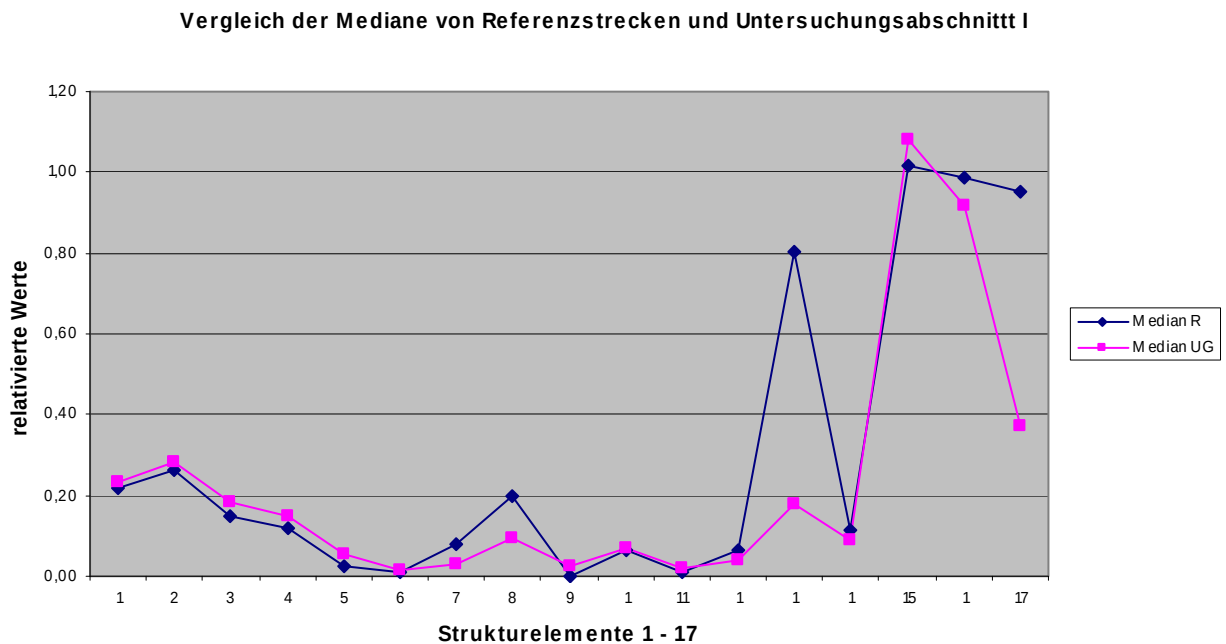


Abb. 59: Mediane Referenzstrecken und Untersuchungsabschnitt I im Vergleich; Strukturelemente vgl. Tab. 14

Abbildung 60 zeigt, wie sich der Median des Untersuchungsgebietes (Median UG) im Klassensystem (1 - 4) bewegt.

Man erkennt, dass zusätzlich zu den *Schotterbänken* (8), den *Wurzelbärten* (13) und dem *Ufergehölzsaum* (17) auch noch die *strömungsarme Zone/Kehrwasser* (7) die Zielbereiche (1-3) knapp nicht erreichen konnte.

Es zeigt sich aber, dass 13 der Strukturelemente im Mittel sehr nahe am Median R liegen und in die Zielbereiche 1 – 3 fallen, sodass im Allgemeinen von einer guten Zielerreichung gesprochen werden kann.

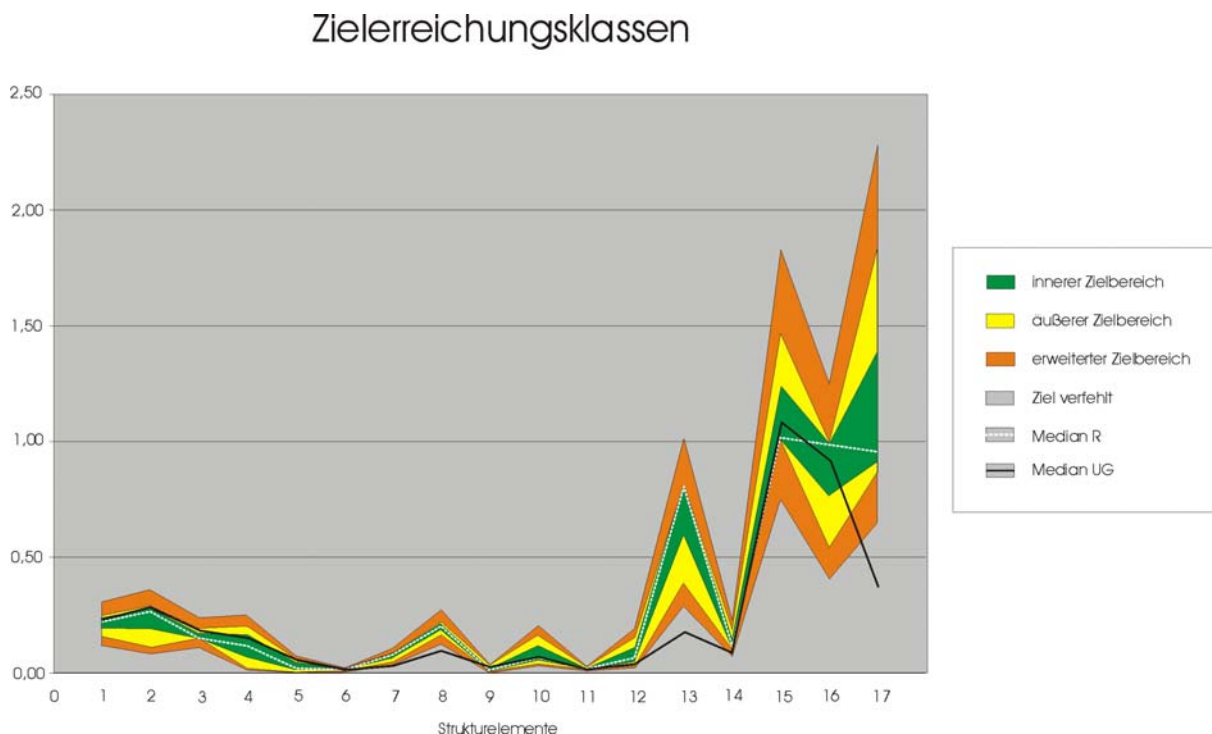


Abb. 60: Median aller drei Teilabschnitte im Untersuchungsgebiet im Vergleich mit den Zielerreichungsklassen; Strukturelemente vgl. Tabelle 14

Die Zielerreichung für die einzelnen Strukturelemente im gesamten Untersuchungsgebiet I ist in Tabelle 15 ersichtlich.

Im Mittel kann die strukturelle Zielerreichung mit 2,29 bewertet werden - das Ziel hinsichtlich der ökomorphologischen Struktur wurde gut erreicht!

Tab. 15:

Bewertung der mittleren Zielerreichung aller Strukturelemente für den Untersuchungsabschnitt I

Strukturelemente	Bewertungszahl
1 Flachwasser langsam fließend [Fläche]	2
2 Flachwasser rasch fließend [Fläche]	2
3 mitteltiefes Wasser [Fläche]	2
4 Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	1
5 Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	2
6 Tiefwasser / Kolk [Fläche]	2
7 strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	4
8 Schotterbank [Fläche]	4
9 ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	2
10 einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	1
11 Sohlswellen Blocksteine [Stk.]	2
12 Blocksteinanhäufungen [Stk.]	2
13 Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	4
14 Totholz [Stk.]	3
15 steileres Ufer [Länge]	1
16 flacheres Ufer [Länge]	1
17 Ufergehölzsaum [Länge]	4
Mittelwert	2,29

Betrachtung der einzelnen Teilbereiche

Die allgemeine Betrachtung über alle Teilbereiche hinweg kann nur sehr generell Auskunft über die strukturelle Zielerreichung geben.

Die einzelnen Teilbereiche (A - B - C) zeigen z. T. große äußere Unterschiede und sollten daher auch getrennt voneinander betrachtet werden.

Tabelle 16 zeigt den statistischen Zusammenhang zwischen den Teilbereichen A - B - C und dem Median der Referenzstrecken. Der stärkste Zusammenhang mit den Referenzabschnitten kann im Teilbereich C festgestellt werden. Er kommt damit den strukturellen Zielvorgaben am Nächsten, gefolgt vom Teilbereich A und B.

Tab. 16:

Korrelationkoeffizient (Pearson)

A:Median R	B:Median R	C:Median R
0,66	0,61	0,97

Teilbereich A

Der Teilbereich A kann im Mittel mit 2,94 (vgl. Tabelle 17) bewertet werden; demnach wurde das Ziel erreicht!

Tab. 17:

Bewertung der Zielerreichung aller Strukturelemente - Teilbereich A

Strukturelemente	Bewertungszahl
1 Flachwasser langsam fließend [Fläche]	3
2 Flachwasser rasch fließend [Fläche]	2
3 mitteltiefes Wasser [Fläche]	2
4 Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	1
5 Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	2
6 Tiefwasser / Kolk [Fläche]	4
7 strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	4
8 Schotterbank [Fläche]	3
9 ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	1
10 einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	2
11 Sohlschweller Blocksteine [Stk.]	4
12 Blocksteinanhäufungen [Stk.]	4
13 Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	4
14 Totholz [Stk.]	2
15 steileres Ufer [Länge]	4
16 flacheres Ufer [Länge]	4
17 Ufergehölzsaum [Länge]	4
Mittelwert	2,94

7. Erhebung und Bewertung der ökomorphologischen Strukturen

Ein Blick auf die Häufigkeitsverteilung der Bewertungsklassen zeigt ein Hauptmaximum bei der Bewertungszahl 4 und ein Sekundärmaximum bei 2 (vgl. Abbildung 61).

Bei 8 Strukturelementen konnte das Ziel nicht erreicht werden. Wie weit das Ziel verfehlt wurde ist, in Abbildung 62 ersichtlich.

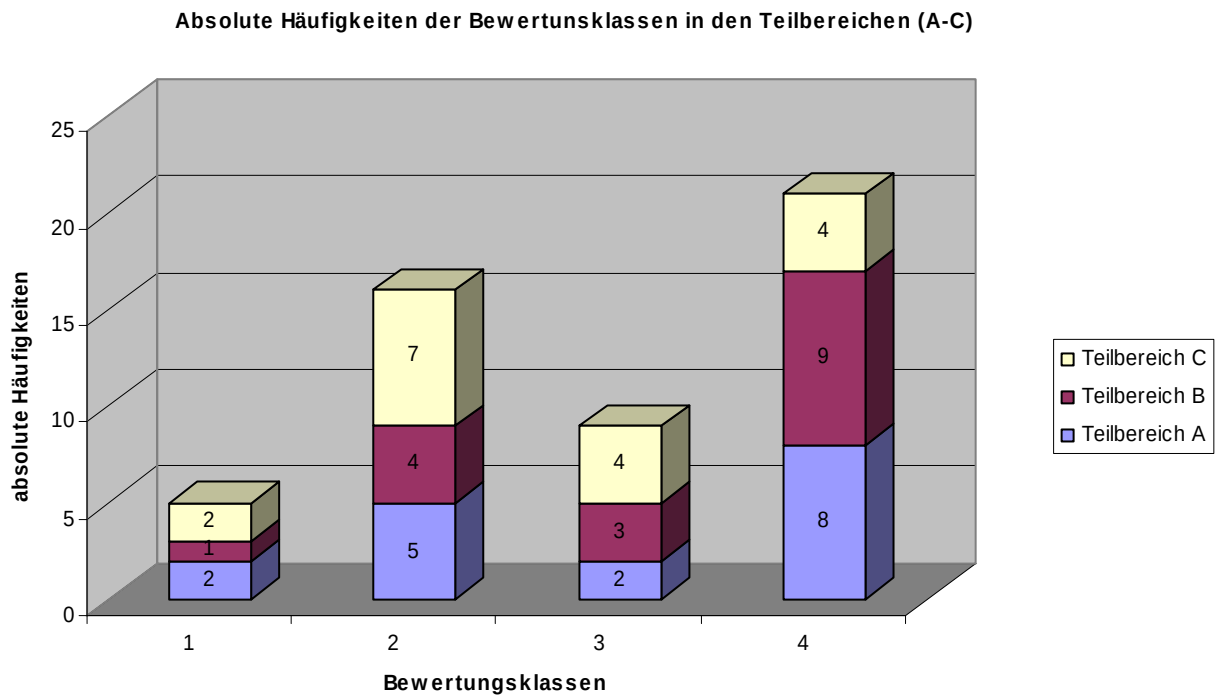


Abb. 61: Verteilung der Häufigkeiten der Bewertungsklassen (1 – 4) in den Teilbereichen (A – C)

Der Teilbereich A konnte zwar die Zielvorgaben erreichen hätte aber bezüglich der Strukturelemente 6, 7, 11, 12, 13, 15, 16 und 17 (vgl. Tabelle 17) Verbesserungspotential.

Wie in Abbildung 62 ersichtlich, fallen besonders die Strukturelemente 12, 13 und 17 - Blocksteinanhäufungen, Wurzelbärte im MW-Bereich und der Ufergehölzsaum weit unter das Optimum ab. Hier wären Verbesserungen in erster Linie anzubringen.

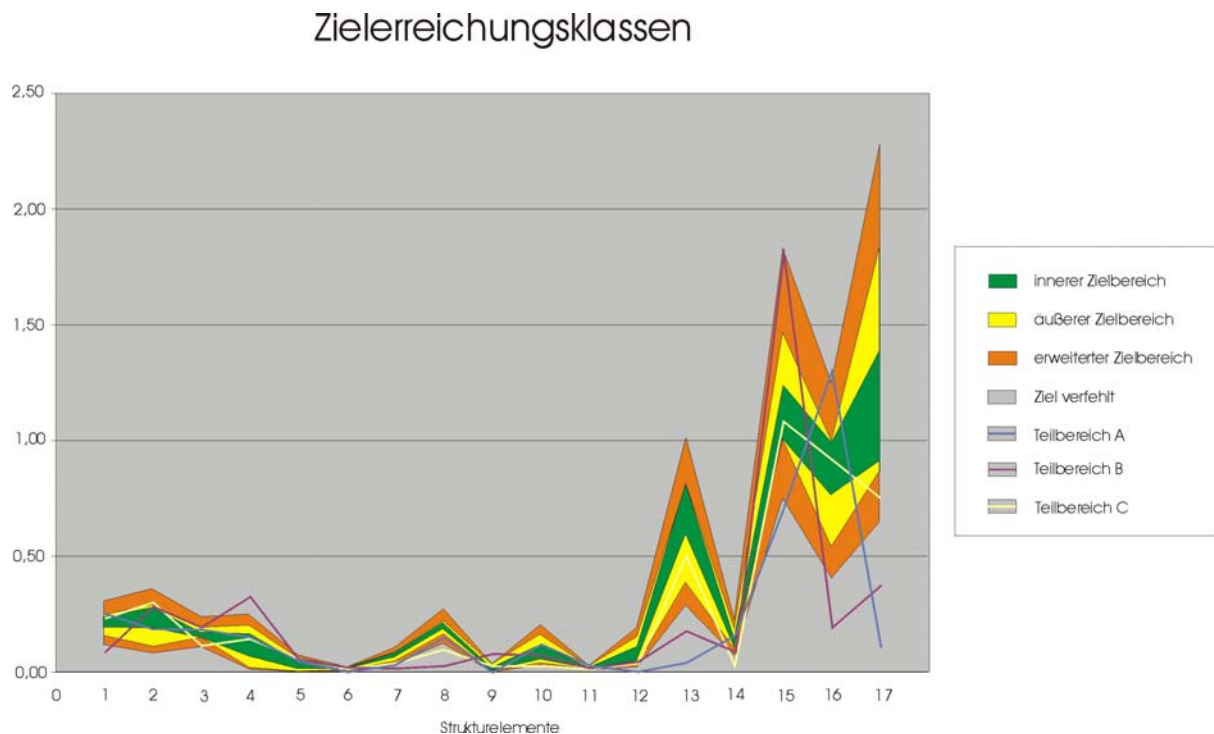


Abb. 62: Maß der Zielerreichung der Teilbereich A – C im Vergleich; Strukturelemente vgl. Tabelle 18

Teilbereich B

Der Teilbereich B kann im Mittel mit 3,18 (vgl. Tabelle 18) bewertet werden; demnach wurde das Ziel erreicht!

Tab. 18:

Bewertung der Zielerreichung aller Strukturelemente - Teilbereich B

Strukturelemente	Bewertungszahl
1 Flachwasser langsam fließend [Fläche]	4
2 Flachwasser rasch fließend [Fläche]	2
3 mitteltiefes Wasser [Fläche]	3
4 Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	4
5 Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	2
6 Tiefwasser / Kolk [Fläche]	3
7 strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	4
8 Schotterbank [Fläche]	4
9 ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	4
10 einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	1
11 Sohlschwellen Blocksteine [Stk.]	2
12 Blocksteinanhäufungen [Stk.]	2
13 Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	4
14 Totholz [Stk.]	3
15 steileres Ufer [Länge]	4
16 flacheres Ufer [Länge]	4
17 Ufergehölzsaum [Länge]	4
Mittelwert	3,18

Die Häufigkeitsverteilung der Bewertungsklassen zeigt ein eindeutiges Maximum bei der Bewertungszahl 4 (vgl. Abbildung 61).

Bei 9 Strukturelementen konnte das Ziel nicht erreicht werden. Wie weit das Ziel verfehlt wurde, ist in Abbildung 62 ersichtlich.

Der Teilbereich konnte zwar die Zielvorgaben erreichen, hätte aber bezüglich der Strukturelemente 1, 4, 7, 8, 9, 13, 15, 16 und 17 (vgl. Tabelle 18) Verbesserungspotential.

Aus Abbildung 62 wird ersichtlich, dass vor allem die Strukturelemente 4, 8, 13, 16 und 17 – Tiefwasser langsam fließend, Schotterbank, Wurzelbärte im MW-Bereich, flaches Ufer und Ufergehölzsaum - weiter außerhalb der Zielbereiche liegen und vor allem hier Verbesserungen anzubringen wären.

Das Strukturelement 9 (ins Wasser hängende Vegetation) übertrifft die Zielvorgabe der Referenzstrecken eindeutig und fällt außerhalb der Zielbereiche – hier ist aber wegen der grundsätzlich als positiv zu bewertenden Struktur kein Verbesserungsbedarf gegeben.

Teilbereich C

Der Teilbereich C kann im Mittel mit 2,59 (vgl. Tabelle 19) bewertet werden, demnach wurde das Ziel erreicht!

Tab. 19:

Bewertung der Zielerreichung aller Strukturelemente - Teilbereich C

Strukturelemente	Bewertungszahl
1 Flachwasser langsam fließend [Fläche]	2
2 Flachwasser rasch fließend [Fläche]	3
3 mitteltiefes Wasser [Fläche]	4
4 Tiefwasser langsam fließend [Fläche]	3
5 Tiefwasser rasch fließend [Fläche]	2
6 Tiefwasser / Kolk [Fläche]	2
7 strömungsarme Zone / Kehrwasser [Fläche]	3
8 Schotterbank [Fläche]	4
9 ins Wasser hängende Vegetation [Stk.]	2
10 einzelne Blocksteine (Makrolithal) [Stk.]	4
11 Sohlschwelen Blocksteine [Stk.]	2
12 Blocksteinanhäufungen [Stk.]	2
13 Wurzelbärte im MW - Bereich [Länge]	2
14 Totholz [Stk.]	4
15 steileres Ufer [Länge]	1
16 flacheres Ufer [Länge]	1
17 Ufergehölzsaum [Länge]	3
Mittelwert	2,59

Die Häufigkeitsverteilung der Bewertungsklassen zeigt ein eindeutiges Maximum bei der Bewertungszahl 2 (vgl. Abbildung 61).

Bei 4 Strukturelementen konnte das Ziel nicht ganz erreicht werden (vgl. auch Abbildung 62).

Der Teilbereich C konnte die Zielvorgaben erreichen. Der Vergleich mit Abbildung 62 zeigt, dass bei den 4 Strukturelementen die Ziele nur gering verfehlt wurden.

7.7. Zusammenfassung der ökomorphologischen Bewertung

Im Allgemeinen wurden die strukturellen Ziele und Vorgaben aus den Referenzabschnitten gut erreicht.

Da der Lebensraum Fließgewässer ein Kontinuum darstellt und auch als solches betrachtet werden sollte, können strukturelle Defizite einzelner Teilbereiche in anderen kompensiert werden.

Außerdem ist die Verfehlung eines Zieles nicht immer mit struktureller Schwäche gleichzusetzen. In manchen Fällen wurden die Zielvorgaben aus den Referenzabschnitten auch übertroffen und mussten dennoch als Zielverfehlung gewertet werden. Die Erreichung der strukturellen Ziele sagt nur indirekt etwas über die strukturelle Qualität aus, vielmehr zeigt sie aber, wie nahe sich der revitalisierte Teil im Untersuchungsgebiet strukturell an den Referenzabschnitten orientiert.

Im Untersuchungsabschnitt I treten im Mittel 4 Strukturelemente stärker in Erscheinung, denen zur Erreichung einer Verbesserung hin in Richtung der Referenzvorgaben Augenmerk geschenkt werden sollte.

Dabei handelt es sich um *strömungsarme Zonen/Kehrwasser* und *Schotterbänke*, sowie *Wurzelbärte im MW-Bereich* und der *Ufergehölzsaum*.

Durch Nachbesserungen, vor allem in den Teilbereichen A und B, Reparaturarbeiten und Bepflanzungen der zerstörten Buhnen und Faschinenwände, sowie durch vereinzelte Aufweitungen der Bachbreite im Teilbereich B, könnten noch Verbesserungen erreicht werden.

8. Vitalität der Weiden

8.1. Allgemeines

Damit ingenieurbioologische Bauweisen ihre Funktion nachhaltig erfüllen können, bedarf es vitaler Pflanzen, die den Boden gut durchwurzeln.

Die Vitalität der Pflanzen ist ein wesentlicher Faktor bei der Erreichung der erwünschten Schutz- und Sicherungsfunktion.

Diese kann durch Messungen des jährlichen Dicken-, Längen- (Internodien – Abstände) oder Wurzelwachstums, weiters durch Bestimmung der Blatt- oder Gesamtmasse festgestellt werden.

Neben diesen quantitativen Methoden kann die Vitalität auch qualitativ – beschreibend erfasst werden.

Einige äußerlich leicht erkennbare Parameter, wie etwa die Belaubung, Blattfarbe oder Wuchs können über ein mehrstufiges Klassensystem zur Bewertung der Vitalität herangezogen werden.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in seiner Einfachheit und raschen Durchführbarkeit, darüber hinaus werden dabei keine Messgeräte benötigt.

Bei der Definition der Klassen sollte auf eine klare Klassenabgrenzung Wert gelegt werden, die in natura auch optisch eindeutig zu unterscheiden sind.

Bei FREY und LÖSCH (1998, S.41 ff) wird die Vitalität gemeinsam mit der Fertilität der Pflanzen, mithilfe eines vierstufigen Klassensystems erhoben.

1. *Überaus kräftig entwickelt, mit ausgeprägter Reproduktion*
2. *Normal entwickelt, mit Reproduktion*
3. *Deutlich geschwächt (Kümmerwuchs), mit nur schwacher Reproduktion*
4. *Sehr schwach entwickelt, ohne Reproduktionstendenz*

Das Maß der Fertilität einer Pflanze ist optisch nicht immer leicht zu bewerten, sie steht aber in direktem Zusammenhang mit der Vitalität. Je vitaler eine Pflanze desto ausgeprägter ist im Normalfall ihre Fertilität.

In Anlehnung an FREY und LÖSCH (1998) wurde auch das Klassensystem zur Vitalitätsaufnahme der Weiden am Mödlingbach definiert.

Jedoch wurde dabei die Abstufung zwischen den Klassen verringert und als vierte Stufe die Bewertung *´tot oder im Absterben begriffen´* festgelegt.

8.2. Definition von Vitalitätsklassen

Da die Fertilität in Abhängigkeit von der Vitalität einer Pflanze steht und das Maß der Reproduktion auch nicht immer leicht feststellbar ist, wurde sie definitorisch nicht als Parameter angeführt.

Bei dieser rein subjektiven Klassenbewertung wurden das allgemeine Erscheinungsbild, die Blattfarbe und Blattmasse, sowie das Trieb- und Längenwachstum als Bewertungsparameter herangezogen.

Klassensystem – Bewertungszahlen:

Bewertungszahl 1

Überaus kräftig entwickelt- saftig grüne Blattfarbe, hohe Blattmasse, gutes Trieb- und Längenwachstum

Bewertungszahl 2

Gut entwickelt – Blattmasse etwas geringer, saftig grüne Blattfarbe, schwächeres Trieb- und Längenwachstum

Bewertungszahl 3

Schlecht entwickelt – geringe Blattmasse, gelbgrüne Blattfarbe, schwaches Trieb- und Längenwachstum - Kümmerwuchs

Bewertungszahl 4

Pflanze ist bereits tot oder im Absterben begriffen.

8.3. Methodik

Die Aufnahmen im Untersuchungsabschnitt I wurden Ende Juli 2007 durchgeführt. Dabei wurde die Vitalität der Weiden jeweils eines Bauwerkes im Ganzen abgeschätzt und über das vierstufige Klassensystem bewertet.

Schwierigkeiten bei der Bewertung ergaben sich bei einzelnen Buhnen und der Faschinenreihe in Teilbereich A, deren Pflanzen gänzlich abgestorben waren und daher im Frühjahr 2007 umgebaut wurden. Dabei wurden neue Rundhölzer und Holzstangen verwendet um die hydraulische Funktion wieder herzustellen, aber kein lebendes Material verwendet (vgl. Abbildung 63 u. 64). Daher werden diese Einbauten infolge nicht bewertet. Gleiches gilt für alle bestehenden Steinbuhnen und Sohlschwellen, sowie für zwei Buhnen im Teilbereich B, die bereits vollkommen zerstört sind und selbst die Struktur der toten Weidenfaschinen nicht mehr vorhanden ist.



Abb. 64: Buhne im Teilbereich A nach den Reparaturarbeiten; Frühjahr 2007



Abb. 63: ehemalige Faschinenreihe im Teilbereich A nach dem Umbau zu einem Rangverbau; Frühjahr 2007

8.4. Ergebnisse

Im folgenden Datenblatt sind alle Ergebnisse der Vitalitätsaufnahmen der Weiden der einzelnen Bauwerke zusammengefasst.

Erläuterungen zu den einzelnen Spalten:

Zz – Zuordnungszahl

Die erste Ziffer (römisch) der Zuordnungszahl bezieht sich auf den Untersuchungsabschnitt; der folgende Buchstabe A, B oder C auf den jeweiligen Teilbereich und die laufende Zahl bezeichnet das jeweilige Bauwerk.

(z.B.: IA6 = Untersuchungsabschnitt I; Teilbereich A; Bauwerk 6)

Über die Zuordnungszahl sind alle Bauwerke mit der Fotodokumentation (siehe Anhang – Fotodokumentation) verknüpft.

Bautyp

Bezeichnet den jeweiligen Bautyp; in der Klammer sind Angaben zur Bauart (F = Faschine, S = Stein, v = vertikale Faschinenbündel) und Ausrichtung (i = inklinant, d = deklinant)

Vitalitätsklassen

Gibt die Klassenbewertung der mittleren Vitalität der Weiden auf dem jeweiligen Bauwerk an

8.4.1. Datenblatt

Zuordnungszahl	Bautyp	Vitalitätsklassen
IA1	Faschinenreihe	2
IA2	Buhne (F.v.i.)	2
IA3	Buhne (F.v.i.)	nicht bewertet
IA4	Buhne (F.v.i.)	nicht bewertet
IA5	Buhne (S.i.)	nicht bewertet
IA6	Buhne (S.i.)	nicht bewertet
IA7	Buhne (F.v.i.)	nicht bewertet
IA8	Buhne (F.v.i.)	nicht bewertet
IA9	Faschinenreihe	nicht bewertet
IA10	Sohlschwelle	nicht bewertet
IA11	Buhne (F.v.i.)	nicht bewertet
IA12	Buhne (F.v.i.)	nicht bewertet
IA13	Rangenverbau	3
IA14	Sohlschwelle	nicht bewertet
IB15	Buhne (F.v.d.)	4
IB16	Buhne (F.v.i.)	nicht bewertet
IB17	Buhne (F.v.i.)	3
IB18	Buhne (F.v.i.)	nicht bewertet
IB19	Faschinenreihe	2
IB20	Sohlschwelle	nicht bewertet
IC21	Sohlschwelle	nicht bewertet
IC22	Faschinenreihe	1
IC23	Flechtzaun	1
IC24	Buhne (F.v.d.)	2
IC25	Buhne (F.v.d.)	1
IC26	Buhne (F.v.d.)	1
IC27	Buhne (F.v.d.)	1
IC28	Buhne (F.v.d.)	1
IC29	Buhne (F.v.d.)	1
IC30	Buhne (F.v.i.)	1
IC31	Buhne (F.v.i.)	2
IC32	Buhne (F.v.i.)	2
IC33	Buhne (F.v.i.)	2
IC34	Buhne (F.v.i.)	2
IC35	Buhne (F.v.i.)	1
IC36	Buhne (F.v.i.)	1
IC37	Buhne (F.v.i.)	1
IC38	Buhne (F.v.i.)	1
IC39	Buhne (F.v.i.)	1
IC40	Buhne (F.v.i.)	1
IC41	Buhne (F.v.i.)	1
IC42	Buhne (F.v.i.)	1
IC43	Buhne (F.v.i.)	1
IC44	Sohlschwelle	nicht bewertet

8.4.2. Vergleich der Ergebnisse

Im Mittel können die Weiden der einzelnen Bauwerke mit 1,6 bewertet werden - sie sind demnach *überaus kräftig bis gut entwickelt*. Die Verteilung der Bewertungsklassen zeigt, dass 89% der Weiden mit 1 und 2, 7 % mit 3 (*schlecht entwickelt*) und 4 % mit der Zahl 4 (*tot*), bewertet wurden (vgl. Abbildung 65).

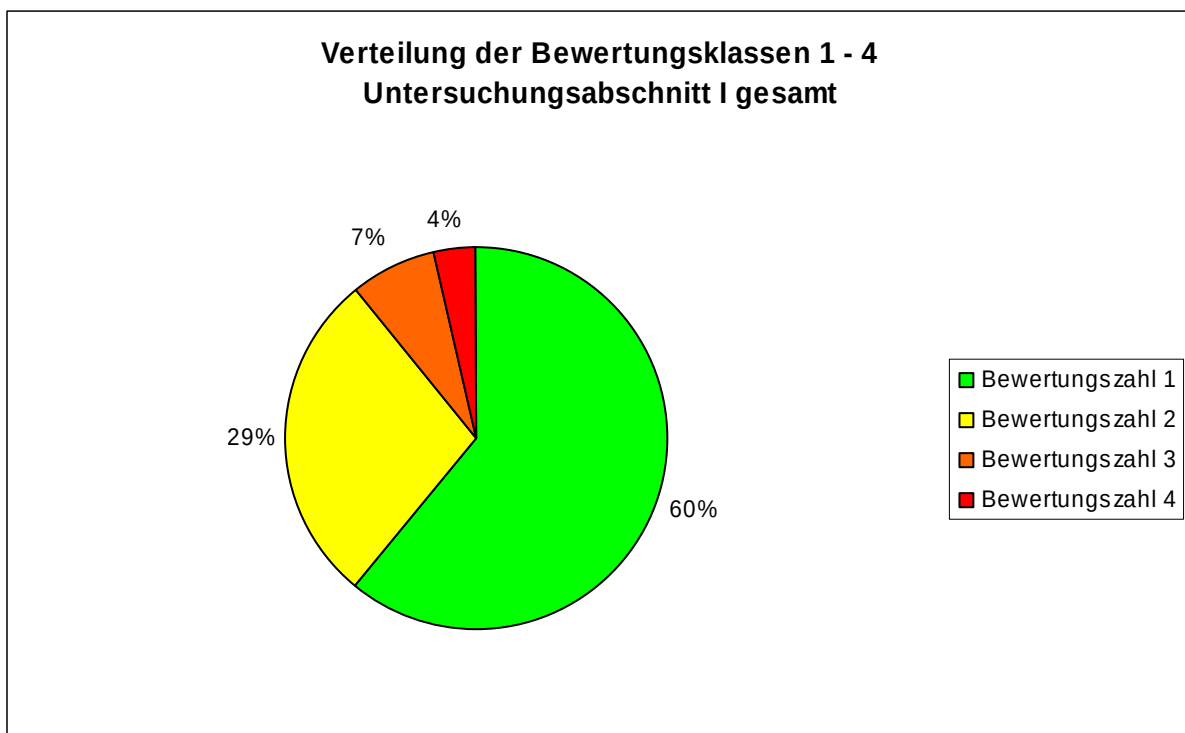


Abb. 65: Verteilung der Vitalitätsklassen über alle Teilbereiche im Untersuchungsabschnitt I, Juli 2007

Bezogen auf die einzelnen Bauwerke zeigt sich im Mittel die höchste Vitalität bei den Weiden des Flechtzaunes und der Buhnen, gefolgt von den Faschinenreihen und dem Rangenverbau (vgl. Abbildung 66).

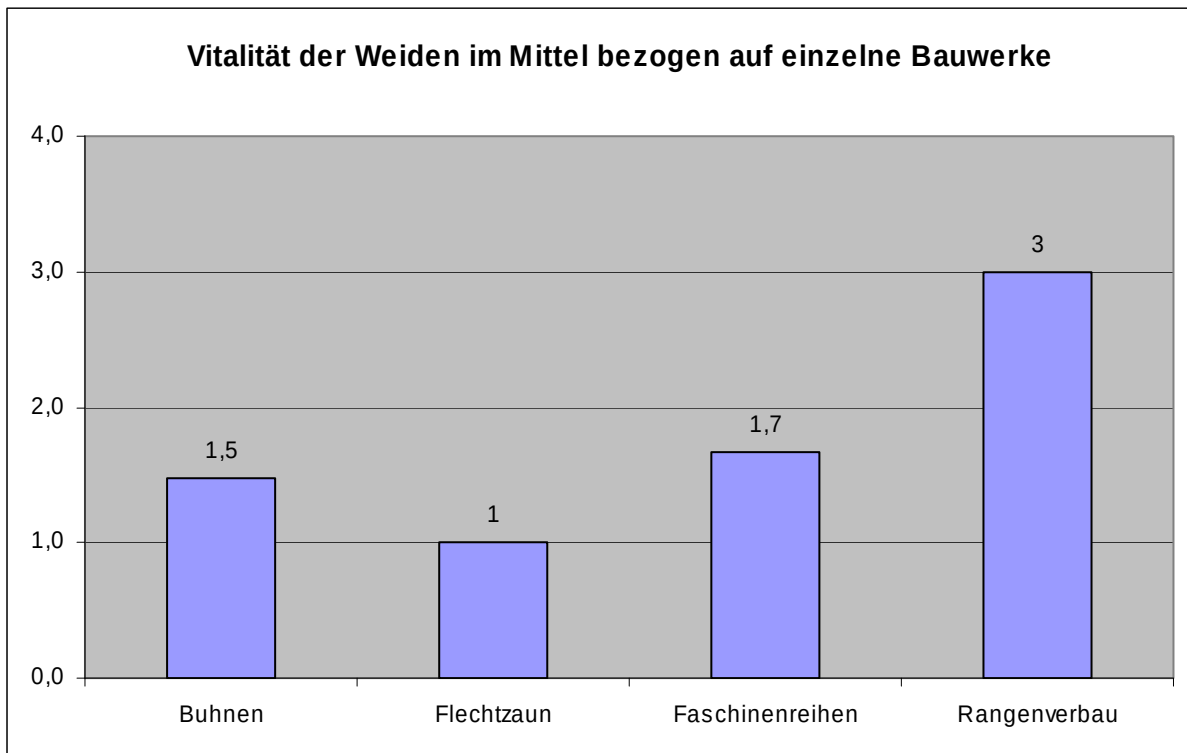


Abb. 66: mittlere Vitalität der Weiden bezogen auf einzelne Bauwerke im Untersuchungsabschnitt I, Juli 2007

Bewertung der Vitalität der Weiden in den Teilbereichen A - B - C

Teilbereich A

Im Teilbereich A konnten einigen Bühnen (IA3, IA4, IA7, IA8, IA11, IA12), sowie die Faschinenreihe (IA9) nicht bewertet werden, da sie nach dem Umbau im Frühjahr 2007, nicht mehr mit lebenden Weiden bepflanzt wurden (vgl. Abbildung 63, 64 und siehe auch Anhang Fotodokumentation)

Im Mittel konnte die Vitalität mit 2,3 als *gut entwickelt* bewertet werden, jedoch ist die Aussagekraft aufgrund nur weniger Daten nicht sehr hoch.

Die Bewertungsklassen 1 und 4 wurden nicht vergeben.

Bei $\frac{2}{3}$ der Bauwerke konnte die Vitalität mit 2 (*gut entwickelt*) bei $\frac{1}{3}$ mit 3 (*Kümmernwuchs*) bewertet werden (vgl. Abbildung 67).

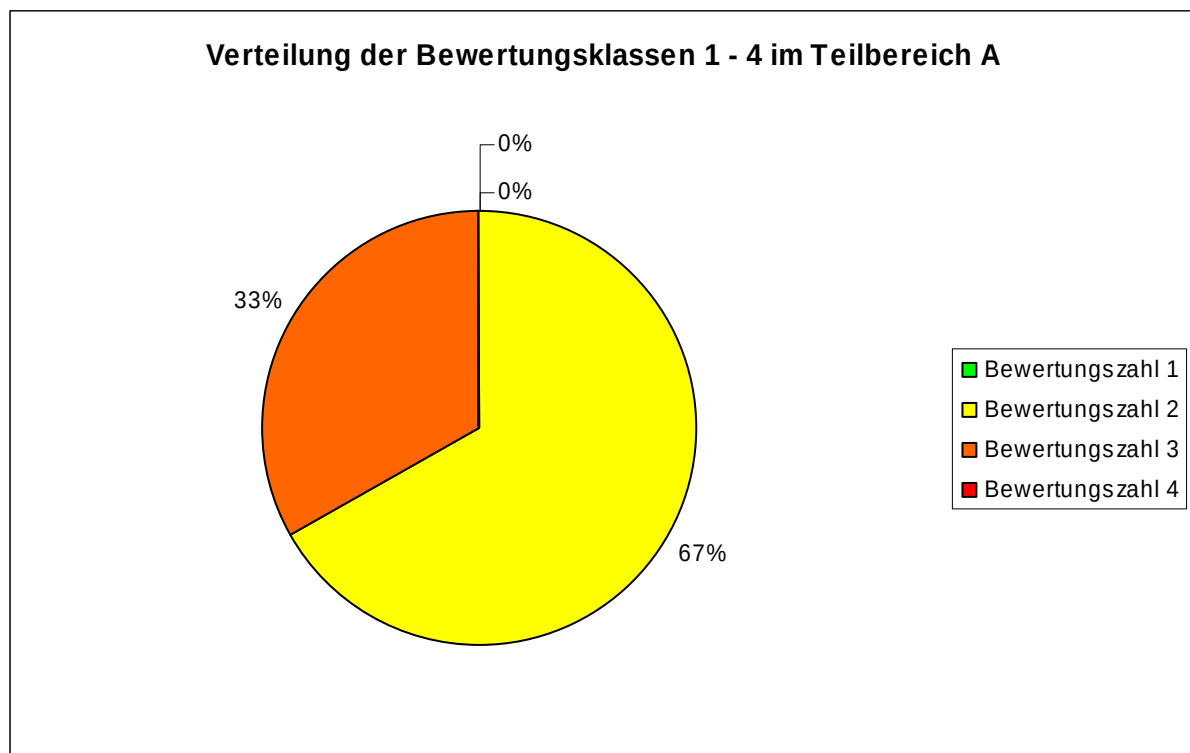


Abb. 67: Verteilung der Vitalitätsklassen im Teilbereich A, Juli 2007

Teilbereich B

Auch im Teilbereich B konnten zwei der grundsätzlich mit lebenden Pflanzen versehenen Bauwerke (Buhne IB16 und IB18) nicht bewertet werden (siehe Anhang Fotodokumentation, IB16, IB18).

Im Mittel wurde die Vitalität der Weiden mit 3 (*schlecht entwickelt*) bewertet, wobei auch hier wieder auf die wenigen Datensätze hingewiesen werden muss.

Bei jeweils $\frac{1}{3}$ der Bauwerke entfällt die Vitalität der Weiden auf die Bewertungszahlen 2, 3, und 4. Bei keinem der Bauwerke konnte die Vitalitätsklasse 1 vergeben werden (vgl. Abbildung 68).

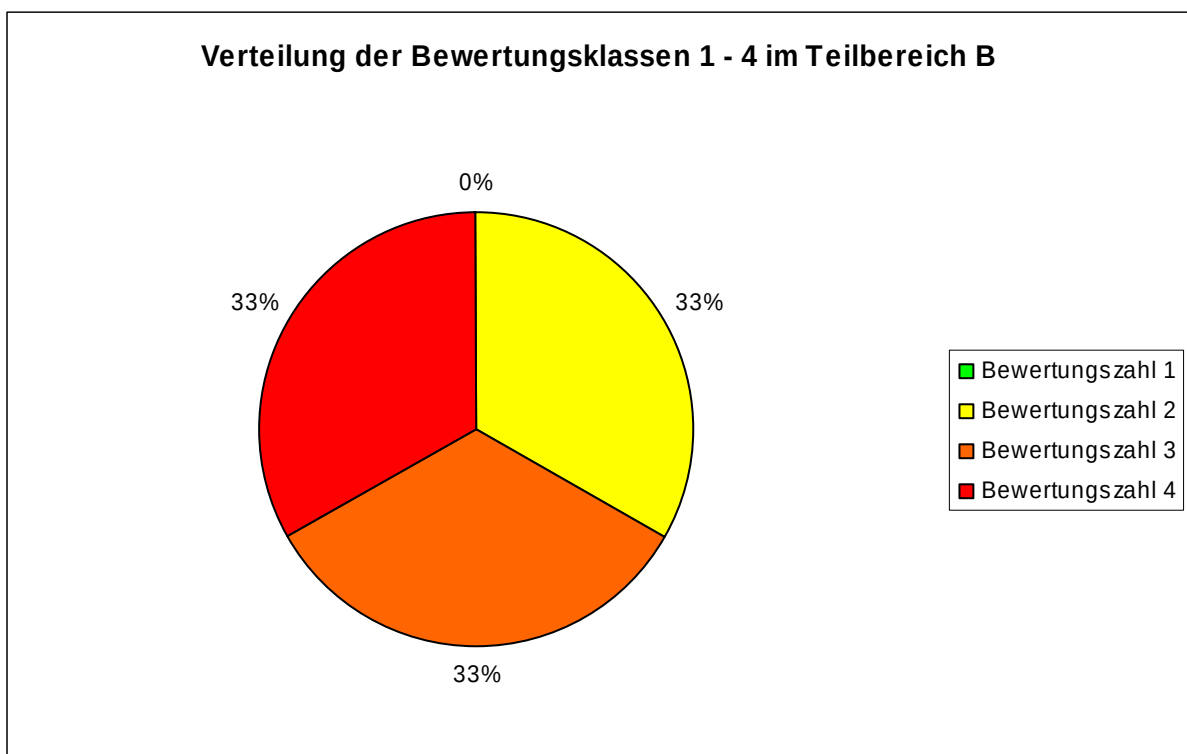


Abb. 68: Verteilung der Vitalitätsklassen im Teilbereich B, Juli 2007

Teilbereich C

Im Teilbereich C konnten alle mit Weiden bepflanzten Einbauten in die Vitalitätsbewertung einbezogen werden.

Im Mittel wurde die Vitalität mit 1,2 (*überaus kräftiger Wuchs*) bewertet.

Bei 77% der Bauwerke wurde die Vitalität der Weiden mit 1 (*überaus kräftiger Wuchs*) und bei 23% mit 2 (*gut entwickelt*) beurteilt (vgl. Abbildung 69).

Die Bewertungszahlen 3 und 4 wurden nicht vergeben.

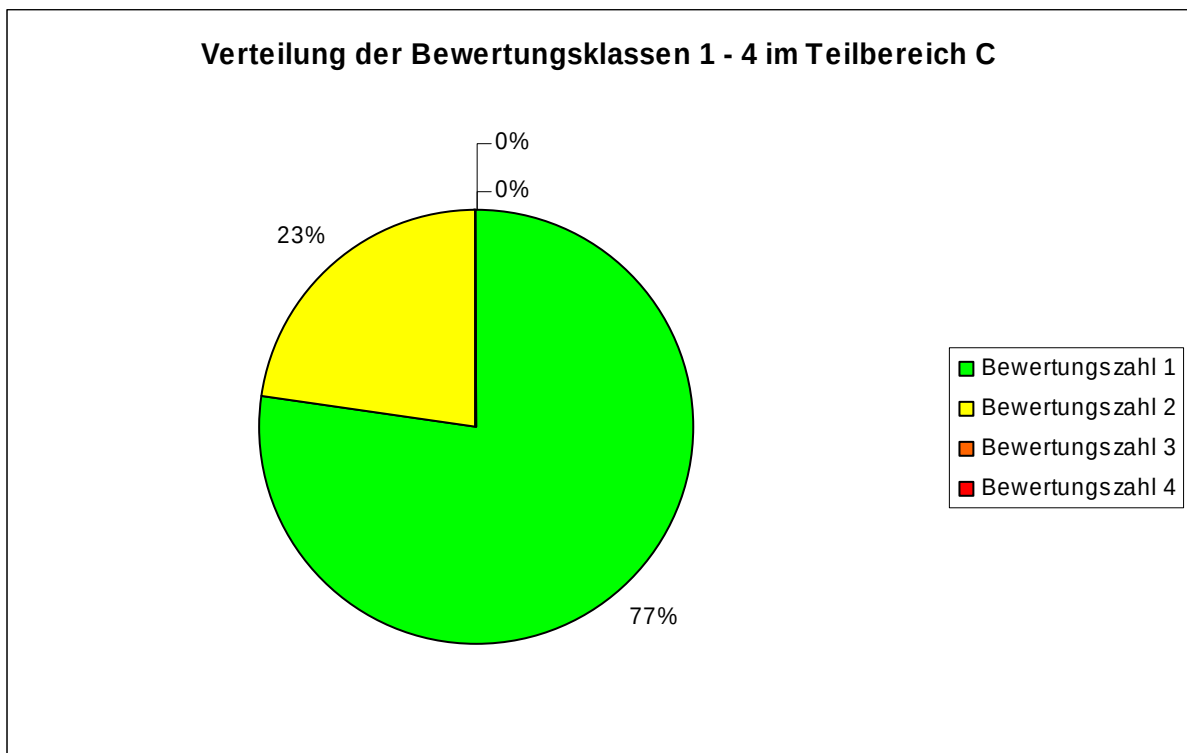


Abb. 69: Verteilung der Vitalitätsklassen im Teilbereich C, Juli 2007

8.5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Allgemeinen kann die Vitalität der Weiden im Untersuchungsabschnitt I als gut bis sehr gut bezeichnet werden, wenngleich z.T. gravierende Unterschiede in den Teilbereichen vorhanden sind.

Die im Durchschnitt beste Vitalität besitzen die Weiden im Teilbereich C, gefolgt von Teilbereich A und Teilbereich B.

Die Ergebnisse der beiden Teilbereiche A und B müssen sehr kritisch betrachtet werden. Zum einen basieren sie auf einer sehr dünnen Datengrundlage und zum anderen wurden im Teilbereich A einige Bauwerke durch die Reparatur und Umbauarbeiten nicht mehr bewertet.

Da es sich hier um Bauwerke handelt, deren Bepflanzung mit den Vitalitätsstufen 3 und 4 hätten bewertet werden müssen, hätte dieser Teilbereich eine wesentlich schlechtere Bewertung erhalten.

Festzuhalten bleibt, dass das zwar allgemein sehr gute Bild durch Ausbesserungsarbeiten im Teilbereichen B und das Einbringen schattenverträglicher Vegetation im Teilbereich A noch verbessert werden könnte.

9. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Im Zuge dieser Arbeit wurde für den Untersuchungsabschnitt I der Zustand und die Wirkung der ingenieurb biologischen Bauwerke, sowie die Vitalität der Weiden und das Maß der ökomorphologischen Zeilerreichung nach den Referenzvorgaben, untersucht und bewertet.

Die Einteilung in drei Teilbereich (A - B - C) ermöglichte eine differenzierte Betrachtung der allgemein recht guten Ergebnisse.

Demnach fallen die Teilbereiche A und B in allen Bewertungen weit hinter den Teilbereich C zurück.

Im Kapitel 6 – *Erhebung von Zustand und Wirkung der ingenieurb biologischen Einbauten* konnte vor allem für die Teilbereich A und B ein hoher statistischer Zusammenhang zwischen Zustand und Wirkung der Bauwerke festgestellt werden. Über die Verbesserung des Zustandes einzelner Bauwerke könnte damit auch die Wirkung positiv beeinflusst werden.

Für den Teilbereich A bedeutet dies vor allem eine Reparatur jener Buhnen mit toten oder ausgespülten Weidenfaschinen sowie der Faschinenreihen.

Mittlerweile wurde bei diesen Bauwerken schon Verbesserungen durchgeführt, die eine Erhöhung der Wirkung bringen. Dabei wurde wegen der mangelnden Lichtverhältnisse keine neue Bepflanzung durchgeführt, die zusätzlich zur hydraulischen Wirkung der Bauwerke auch noch eine Verbesserung im Bereich der ökomorphologischen Strukturen mit sich gebracht hätte. Vor allem die Strukturelemente *Ufergehölzsaum* und die *Wurzelbärte im MW-Bereich* hätten dadurch näher an die Referenzvorgaben herangebracht werden können.

Es ist aber zu erwarten, dass im Laufe der Zeit einige schattenverträgliche Pflanzenarten natürlich einwandern.

Im Teilbereich B könnten durch eine teilweise Aufweitung des recht engen Bachlaufes und der geringfügigen Anhebung der Bachsohle, sowie der Reparatur und Absenkung der Buhnen hin zum MW-Bereich eine Verbesserung des Weidenwachstums und eine Erhöhung im Bereich der Ökomorphologie erreicht werden.

Der Teilbereich C zeigt hinsichtlich der durchgeführten Untersuchungen die besten Ergebnisse. Sowohl Zustand und Wirkung der Bauwerke, sowie die Vitalität der Weiden und das Maß der ökomorphologischen Zielerreichung sind hier auf sehr hohem Niveau.

Die Revitalisierung des Mödlingbaches bringt der Stadtgemeinde neben der Beibehaltung des Hochwasserschutzes eine Herstellung naturnaher Verhältnisse im Bachbereich, eine biologisch – ästhetische Bereicherung des Stadtbildes und einen zusätzlichen Naherholungs- Schul- und Erlebnisbereich.

Damit alle diese Ziele dauerhaft erreicht werden, bedarf es der Pflege und sensibler zielgerichteter Erhaltungsarbeiten, um den Mittelweg zwischen anthropogenen und ökologischen Notwendigkeiten zu erhalten.

10. Literaturverzeichnis

BOLLRICH G. (1996): Technische Hydromechanik 1. 4. Aufl., Verlag für Bauwesen, Berlin-München

FLORINETH F. (2004): Pflanzen statt Beton – Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik, Patzer Verlag, Berlin-Hannover

FLORINETH F. (2007): Der neue Mödlingbach - Lebensqualität mitten in der Stadt. AQUA - Das Wassermagazin des Landes Niederösterreich, 7/März 2007, S. 14-17.

FLORINETH F., MUHAR S., PELIKAN B. (2003): Restrukturierung des Mödlingbaches im Stadtgebiet von Mödling, Eigenverlag des Institutes für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur, Wien

FLORINETH F., KLOIDT F. (2006): Studienblätter zur Vorlesung Studienjahr 2006/2007, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien

FREY W., LÖSCH R. (1998): Lehrbuch der Geobotanik: Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm

GERSTGRASER C. (2000): Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern. Grundlagen zum Bau, Belastbarkeit und Wirkungsweisen, Österreichischer Kunst- und Kulturverlag Wien

HACKER E. (1997): Pflanzen – Überstauung – Ingenieurbiologie, Ergebnisse einer Literaturrecherche. In: Ingenieurbiologie und stark schwankende Wasserspiegel an Talsperren. Jahrbuch 8 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie

HOHMANN J., KONOLD W. (1995): Renaturierung von Fließgewässern. Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung an der Enz in Pforzheim, ecomed verlagsgesellschaft AG & Co. KG

HÖRANDL E., FLORINETH F., HADACEK F. (2002): Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten, Eigenverlag des Arbeitsbereiches Ingenieurbiologie und Landschaftsbau – Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie

JÄGGI M. (1995): Flussbau. Vorlesungsunterlagen der Abteilung II, VII und XC, ETH-Zürich

JUNGWIRTH M. (1998): Allgemeine Hydrobiologie, Skriptum zur Vorlesung, 2. Auflage, Universität für Bodenkultur, Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur

OPLATKA M. (1998): Stabilität von Weidenverbauungen an Flusssufern. Dissertation, ETH-Zürich

PASCHE E. (1984): Turbulenzmechanismen in naturnahen Fließgewässern und die Möglichkeit ihrer mathematischen Erfassung. Mitteilung Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Hrsg. Gerhard Rouvé, RWTH Aachen

PELIKAN B., 2002: Hydrologie des Mödlingbaches. Eigenverlag des Institutes für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur, Wien

RAUCH H. P. (2006): Hydraulischer Einfluss von Gehölzstrukturen am Beispiel einer ingenieurbiologischen Versuchsstrecke am Wienfluss, Dissertationen an der Universität für Bodenkultur Wien Band 63

SCHIECHTL H. M. STERN R. (1994): Handbuch für naturnahen Wasserbau – Eine Anleitung für ingenieurbiologische Bauweisen, Österreichischer Agrarverlag Wien

SCHIECHTL H. M. ,BEGEMANN W. (1994): Ingenieurbiologie – Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau, 2. Auflage 1994, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin

WALDER G. und I.(1994): Das alte Mödling II. Verlag Jugend und Volk

Online im Internet: URL: <http://www.moedling.at/html/gemeinde/geschichtestart.htm>

[Abruf September 2007]

WIMMER R., MOOG O. (1994): Flussordnungszahlen österreichischer

Fließgewässer, Monographien Band 51, Umweltbundesamt Wien

Die Europäischen Wasserrahmenrichtlinien (WRRL) (2000): WEKA Fachverlag

für technische Führungskräfte GmbH

11. Anhang – Fotodokumentation

(Angaben zu den Zuordnungszahlen siehe S. 62)



IA1



IA2



IA3



IA4



IA5



IA6



IA7



IA8



IA9



IA10



IA11



IA12



IA13



IA14



IB15



IB16



IB17



IB18



IB19



IB20



IC21



IC22



IC23



IC24



IC25



IC26



IC27



IC28



IC29



IC30



IC31



IC32



IC33



IC34



IC35



IC36



IC37



IC38



IC39



IC40



IC41



IC42



IC42



IC44