

## 2 Problemstellung

Die Frage nach einem geeigneten oder gar optimalen Probenumfang für die Beweissicherung Makrozoobenthos an der Elbe läßt sich nicht allgemein beantworten. Grundsätzlich gilt, je schwächer ein Effekt, eine Auswirkung oder ein Besiedlungsunterschied zu Tage tritt und je besser eine Aussage abgesichert sein soll, desto mehr Proben werden benötigt. Umgekehrt kann mit der gleichen Sicherheit ein deutlicher Effekt, wie etwa ein Einbruch bei der Besiedlung auf Grund einer großflächigen Sedimententnahme, mit wenigen Proben nachgewiesen werden.

Weiter ist zu beachten, je größer die Heterogenität der Besiedlung in einem Bereich ist, desto größer kann der notwendige Probenumfang sein, um Unterschiede zwischen verschiedenen Bereichen nachweisen zu können.

Für die Ermittlung einer notwendigen Parallelprobenzahl sind folgende Aspekte zu beachten:

- 1) Es muß zu Anfang eine ganz konkrete Fragestellung formuliert werden, die mit quantitativen Methoden beantwortet werden kann. Tatsächlich ergibt sich bei einer wissenschaftlichen Untersuchung wie dem Beweissicherungsverfahren ein ganzes Spektrum von Fragestellungen. Für jede einzelne, konkret formulierte Frage kann zu einer gesicherten Antwort ein anderer Probenumfang notwendig sein. So kann etwa die mittlere Abundanz einer stetigen Art an einer Station bereits mit wenigen Proben gut bestimmt sein. Um mit der gleichen Sicherheit die mittlere Abundanz einer sehr seltenen Art zu bestimmen, werden dagegen viel mehr Parallelproben benötigt.
- 2) Die Methodik zur Bearbeitung der Fragestellung und die Toleranzgrenzen für statistische Fehler müssen vorher festgelegt werden. Jedes statistische Verfahren stellt seine eigenen Anforderungen an das Datenmaterial.
- 3) Die Besiedlungsdaten sollten in etwa bekannt sein. Je näher die für die Analyse vorliegenden Daten (hier: Nullmessung) an den zukünftigen Daten (hier: z.B. 1. Folgeuntersuchung nach Abschluß der Maßnahme) liegen, desto präzisere Aussagen über einen optimalen Probenumfang (der Beweissicherung) werden erwartet.
- 4) Im Hinblick auf die Fragestellung, Methodik und Datenlage muß ein Rohdatensatz in geeigneter Weise aufbereitet werden. Dabei sind statistische *und* ökologische Kriterien anzulegen.

Im Hinblick auf das Beweissicherungsverfahren zur Elbeanpassung könnten die oben genannten Kriterien wie folgt erfüllt werden:

- zu 1) Eine wichtige Fragestellung bei einer Beweissicherung ist, ob es an einer von der Maßnahme betroffenen Station einen Unterschied in der Besiedlung vor und nach dem Eingriff gibt. Ein möglicher Unterschied wird in Relation zur Besiedlung an anderen Stationen insbesondere an Referenzstationen gesetzt. Da zunächst nur die Daten der Nullaufnahme vorliegen, muß

die Fragestellung modifiziert werden. Es wird die notwendige Parallelprobenzahl bestimmt, mit der die Besiedlungsunterschiede der Stationen in einem Gebiet deutlich gemacht werden können. Eine damit in direktem Zusammenhang stehende Frage ist, welche der nachgewiesenen Arten zu einer statistisch abgesicherten Aussage beitragen können, bzw. wie viele Parallelproben zur abgesicherten Bestimmung eines gewissen Artenspektrums notwendig sind.

- zu 2) In der quantitativen Ökologie kommen zunehmend sogenannte Ordinationsverfahren zur Besiedlungsanalyse zum Einsatz. Hierbei sind vor allem die Hauptkomponentenanalyse (PCA) und Korrespondenzanalyse (COA) zu nennen. Bei diesen Verfahren werden die einzelnen Stationen miteinander verglichen und wesentliche Ähnlichkeiten und Unterschiede aufgezeigt. Damit wird die Besiedlungsstruktur der jeweils 8 Stationen im marinen und limnischen Bereich analysiert. Die Ergebnisse der Ordination werden ergänzend auf signifikante Unterschiede geprüft. Betrachtet wird auch die Güte von Schätzungen zur mittleren Art-Abundanz. Außerdem kommt ein neuerer, modellgestützter Ansatz zur Bestimmung von Arten-Areal-Kurven zum Einsatz, womit der zum Nachweis eines definierten Artenspektrums notwendige Probenumfang abgeschätzt werden kann.
- zu 3) Die zur Beweissicherung notwendigen Untersuchungen nach Durchführung der Elbeanpassung stehen noch bevor. Entsprechende Daten, mit denen mögliche maßnahmebedingte Auswirkungen aufgezeigt werden könnten liegen daher noch nicht vor. Aus diesem Grunde kann zum jetzigen Zeitpunkt für keine Fragestellung genau berechnet werden, wie viele Parallelproben für eine Beweissicherung benötigt werden. Zur Charakterisierung der bei der Beweissicherung in Zukunft anfallenden Besiedlungsdaten liegen hier jedoch die Untersuchungsergebnisse der Nullaufnahme an einigen, ausgewählten Stationen vor. Diese Daten können einen Anhaltspunkt dafür bieten, wie viele Parallelproben bei bestimmten statistischen Methoden der Beweissicherung benötigt werden.
- zu 4) Die im Rahmen der Nullmessung durch BIOCONSULT erhobenen faunistischen Daten müssen unter verschiedenen Gesichtspunkten geprüft bzw. für die anstehenden statistischen Analysen angepaßt werden: Sind alle aufgeführten Arten dem Makrozoobenthos zuzurechnen? Sollen Arten, die mit dem verwendeten Probenahmegerät nicht statistisch absicherbar erfaßt wurden, Berücksichtigung finden? Auf welche Art sind Unterproben (Stechrohre) sowie Abundanzangaben juveniler Organismen in den Datensatz zu integrieren? Sollen seltene Arten zur Bearbeitung der Fragestellung besonders, wenig oder gar nicht berücksichtigt werden?

Die wesentliche Aufgabe der Beweissicherung ist es, zu untersuchen, ob maßnahmebedingte Auswirkungen vorliegen. Dazu wird die Besiedlungsstruktur vor und nach dem Eingriff mit der genannten Methodik verglichen. Dieser Vergleich, insbesondere der zwischen einer von der Anpassung betroffenen Stelle und einer von der Maßnahme unbeeinträchtigten Stelle läßt Schlüsse auf mögliche Auswirkungen zu. Aufgrund der geringen Anzahl an Stationen im vorliegenden Bericht wurde eine

derartige Analyse auf Stationsebene durchgeführt. Daher richtet sich das Hauptaugenmerk hier auf den Unterschied oder die Ähnlichkeit der Besiedlung zwischen den einzelnen Stationen. Es wird heraus gearbeitet, welche Besiedlungsunterschiede zwischen den Stationen mit 6 oder weniger Parallelproben als signifikant festgestellt werden können.

Anmerkung: Diese Angaben zu der notwendigen Anzahl an Parallelproben geben aber nur einen ersten Anhalt wieder. Es ist möglich, dass, wenn die Analysen über einen Vergleich von Flächen (Zusammenfassung bestimmter Stationen, die z.B. alle im Eingriffs- bzw. im Referenzbereich liegen) durchgeführt werden, eine geringere Anzahl an Parallelgreifern pro Station notwendig sind.

Um die statistische Auswertung von großen zufälligen Anteilen frei zu halten, bleiben die sehr seltenen Arten, insbesondere die Einzelfunde unberücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass man an einer Station unabhängig von der Parallelprobenzahl, stets ein Artenspektrum erhält, das sehr seltene Arten oder Einzelfunde aufweist. Unabhängig vom Stichprobenumfang besteht also generell das Problem, dass nur ein Teil der Arten für eine gesicherte Analyse geeignet ist, wogegen der andere Teil des Artenspektrums eine zu große Zufallskomponente aufweist und daher grundsätzlich unberücksichtigt bleiben muß. Es ist deshalb unabhängig vom Probenumfang nicht möglich, das komplette Artenspektrum an einer Station mit einem für alle Arten geringen statistischen Fehler zu bestimmen.

Es werden einige Unterschiede zwischen Stationen festgestellt, die jedoch nicht so deutlich sind, dass sie mit 6 Parallelproben als signifikant nachgewiesen werden können. So ein Unterschied (oder Effekt) ist entweder in der Realität nicht vorhanden, hier also durch die natürliche Variation zufällig entstanden, oder der gewählten Stichprobenumfang ist zu klein um diesen Unterschied als signifikant auszuweisen. Dann wird gesagt, er liegt unter der *signifikanten Nachweisgrenze*. Diese Grenze ist kein absoluter Wert, sondern ergibt sich jeweils aus den relativen Unterschieden der Stationsdaten zueinander.

Ob dann später maßnahmenbedingte Auswirkungen (Unterschiede) mit entsprechender Sicherheit festgestellt werden können hängt u.A. sehr davon ab, wie stark eine Auswirkung ausfällt bzw. wie deutlich er sich von der natürlichen Dynamik abhebt. Ein Effekt wird nur als abgesichert nachgewiesen werden können, wenn er oberhalb der signifikanten Nachweisgrenze liegt.

Weiterhin wird es wichtig sein, Auswirkungen, die auf die Fahrrinnenanpassung zurückgehen, von anderen Effekten zu trennen. Andere, sich möglicherweise auf die Besiedlung auswirkende Gegebenheiten, sind u.A. Unterhaltungsmaßnahmen, natürliche Besiedlungsdynamik oder außerordentliche (Natur-)Ereignisse. Dazu ist es notwendig zu den von der Maßnahme betroffenen Stationen Referenzstationen zu beproben.

Diese Referenzstationen müssen die gleiche oder eine sehr ähnliche Besiedlungsstruktur wie die zu referenzierenden Stationen aufweisen und ansonsten den gleichen Ausprägungen der abiotischen Parametern unterliegen. Der Besiedlungsunterschied zwischen einer Station und seiner Referenzstation gibt einen Hinweis auf die Größenordnung einer sinnvoll gewählten signifikanten Nachweisgrenze.

ze. Es ist für eine Beweissicherung wahrscheinlich wenig hilfreich durch einen erhöhten Probenumfang an einer beeinträchtigten Station Besiedlungsunterschiede signifikant nachweisen zu wollen, die geringer ausfallen als der zwischen Station und Referenzstation zum Zeitpunkt der Nullaufnahme. Daher wird hier auch angemerkt, in wie weit sich Stationen als Referenz für vom Eingriff betroffene Stationen eignen.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Ökosysteme zu einem hochgradig nichtlinearen Verhalten neigen können. Das bedeutet, dass sich die Besiedlungen von zwei sehr ähnlichen Stationen auch ohne anthropogene Eingriffe trotz gleicher Umweltbedingungen sehr unterschiedlich entwickeln können (u.a. JETSCHKE 1989, RICHTER 1985, WISSEL 1989).

### **Begriffsklärung**

<i>Abundanz</i>	Anzahl der Organismen in Bezug auf eine Flächen- oder Raumeinheit
<i>Arten-Areal-Kurve</i>	Quantitative Beziehung zwischen Flächeneinheit und nachgewiesener Artenzahl
<i>COA</i>	Englische Abkürzung für das statistische Verfahren der Korrespondenzanalyse (Korrespondence Analysis), weitere Hinweise im Abschnitt 3.3
<i>Eingriff/Maßnahme</i>	Als Eingriff bzw. Maßnahme wird stets die im Rahmen der Elbeanpassung anstehende Vertiefung der Fahrrinne und die anschließende Verbringung dieses ausgebaggerten Materials auf die ausgewiesenen Klappstellen verstanden. Unterhaltungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen Dritter gehören nicht dazu.
<i>Einzelfund</i>	Unter Einzelfund wird in der Regel der Nachweis eines einzigen Individuums an einer Station, hier also in sechs Parallelproben, verstanden. Bei einer Gruppe von Stationen wird unabhängig der Parallelprobenzahl als Einzelfund der einzelne Nachweis einer Art bezogen auf alle betrachteten Proben verstanden.
<i>Greifer/Probe</i>	Die Begriffe Greifer und (Parallel-)Probe werden synonym gebraucht.
<i>Makrozoobenthos</i>	Sammelbegriff für alle am Gewässerboden lebenden Tiere etwa ab 2 mm Länge, speziell in der vorliegenden Studie nur Arten mit eingeschränkter Mobilität.
<i>Nullmessung</i>	Im Rahmen der Elbeanpassung im April 1999 durchgeführte zusätzliche Untersuchung vor Beginn der Fahrinnenvertiefung.
<i>Ordination(-sverfahren)</i>	Statistisches Verfahren zur Berechnung und Darstellung der wesentlichen Eigenschaften von Besiedlungsproben (siehe Abschnitt 3.3)

<i>PCA</i>	Englische Abkürzung für das statistische Verfahren der Hauptkomponentenanalyse (Principle Component Analysis), weitere Hinweise im Abschnitt 3.3
<i>Probenumfang</i>	Mit (Stich-)Probenumfang ist stets die Anzahl der Parallelproben pro Station gemeint.
<i>Signifikanz(-test)</i>	Begriff (Verfahren) der schließenden Statistik (siehe Abschnitt 3.3)