

Forschungsvorhaben

Fischökologisches Monitoring an Wasserkraftanlagen



Das Forschungsvorhaben, das durch die TU München, Lehrstuhl für aquatische Systembiologie, durchgeführt wird, besteht aus zwei Modulen: A und B. Im Folgenden werden die Methoden der beiden Forschungsmodulen im Detail dargestellt:

- Ablauf der Untersuchungen an einem Standort
- Forschungsmodul A – Anlagenbedingte Wirkungen
- Exkurs Methodenversuche
- Forschungsmodul B – Ökologische Auswirkungen
- Datenanalyse Modul A und B

Ablauf der Untersuchungen an einem Standort

Zur Untersuchung der Habitate, Lebewesen und Schädigungen von Fischen an den einzelnen Standorten richtet die TU München jeden Standort vor Beginn ein. Dabei werden unter anderem die Untersuchungsbereiche mittels GPS festgelegt, die nötige Geräte am Standort aufgebaut, Boote ins Wasser gelassen und Übernachtungsmöglichkeiten geschaffen. Als kurzer schematischer Überblick, zum zeitlichen Ablauf der Untersuchungen an einem Standort dient Abb. 1.

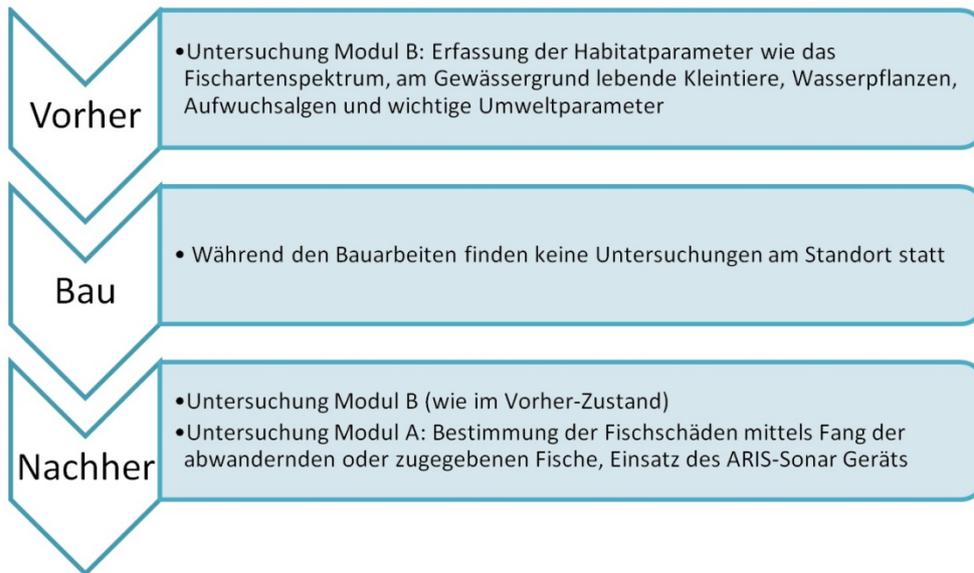


Abb. 1: schematischer Überblick zeitlicher Ablauf der Untersuchungen an einem Standort

Forschungsmodul A – Anlagenbedingte Wirkungen

Vor Beginn der Untersuchungen wurden verschiedene alternative Vorgehensweisen zur Abschätzung von Mortalitäts- und Schädigungsraten, z.B. mathematische Verfahren und Laboruntersuchungen, Einsatz von Dummies, Fang/Wiederfang Techniken, Telemetrie oder Transponder und die netzbasierte Fangtechnik an Wasserkraftanlagen durch die TUM in Zusammenarbeit mit dem LfU geprüft. Letztere erwies sich als beste Möglichkeit, die Fragestellung bestmöglich zu beantworten.

Vorgehen zur Ermittlung von Schädigungsraten an Wasserkraftanlagen mittels netzbasierter Fangtechniken

Für die Befischung von großen Querschnitten wie Turbinenauslässen werden Hamen verwendet, während Reusen für die Untersuchung kleinerer Querschnitte wie z.B. Fischpässe geeignet sind. Ein Hamen besteht aus einem mehrere Meter langen, sich verjüngenden Netzsack mit abnehmender Maschenweite, der durch die Strömung offen gehalten wird. Die Hamenöffnung wird üblicherweise an einem Stahlrahmen befestigt, der mit Hilfe eines Krans oder Hebezugs in die Revisionsverschlüsse am Turbinenauslauf eingesetzt werden kann (siehe Abb. 2). Fische können durch den Fang mit Hamen geschädigt werden (fangbedingte Schädigung), deshalb wird die Höhe dieser Schädigungen durch gezielte Zugaben von Fischen direkt in den Hamen bestimmt.



Abb. 2: Einheben eines Stahlrahmens mit Hamen durch Autokran

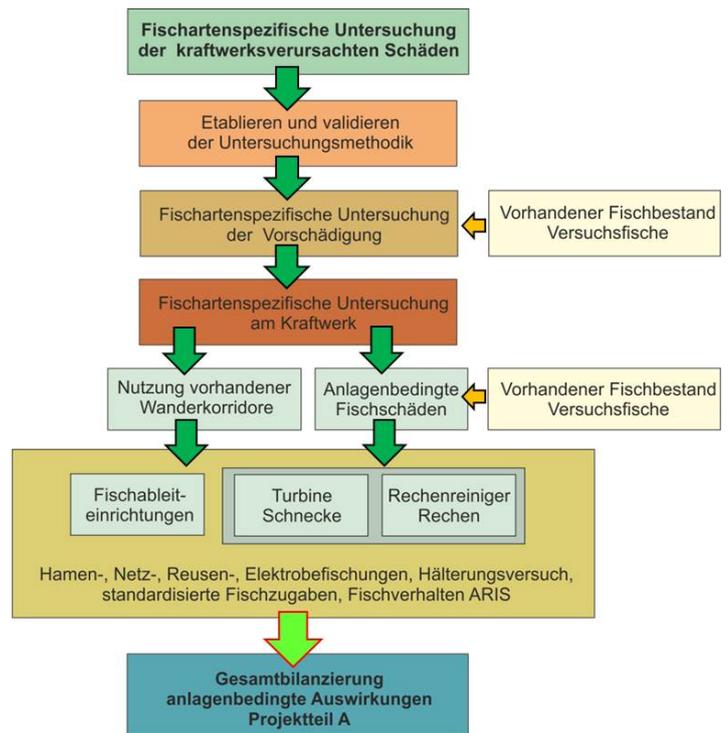


Abb. 3: Ablaufschema der Untersuchungen Modul A

Ablauf der Untersuchungen im Modul A

Nach dem Schema aus Abb. 3 werden die Untersuchungen in Modul A ausgeführt. Nach der Etablierung und Validierung der Versuchsmethodik werden die Vorschädigungen der Fische erfasst. An der Wasserkraftanlage werden sowohl das natürliche Artenspektrum als auch Versuchsfische bei standardisierten Fischzugaben mittels Hamen gefangen und untersucht. Hierbei werden alle möglichen Abstiegskorridore, mit Ausnahme des Wehres betrachtet (siehe Abb. 4). Die Fangeffektivität wird unter Einsatz von wassergefüllten Plastikbällen als Dummies überprüft. Durch Veränderungen des Abflussgeschehens an einem Gewässer oder erhöhtes Treibgutaukommen kann es zu Einschränkungen bei diesen Untersuchungen kommen.

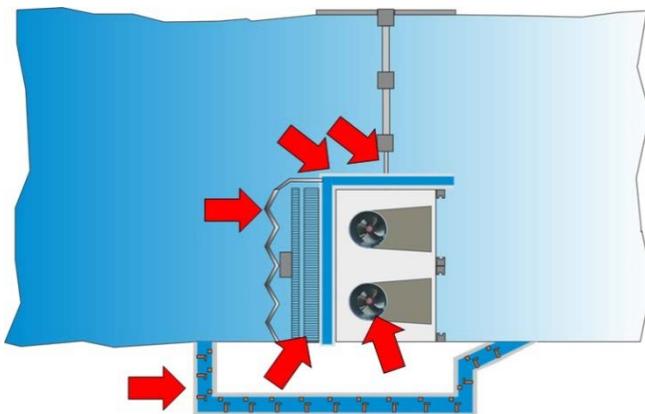


Abb. 4: schematische Darstellung der zu untersuchenden Abstiegskorridore für Fische an einer Wasserkraftanlage

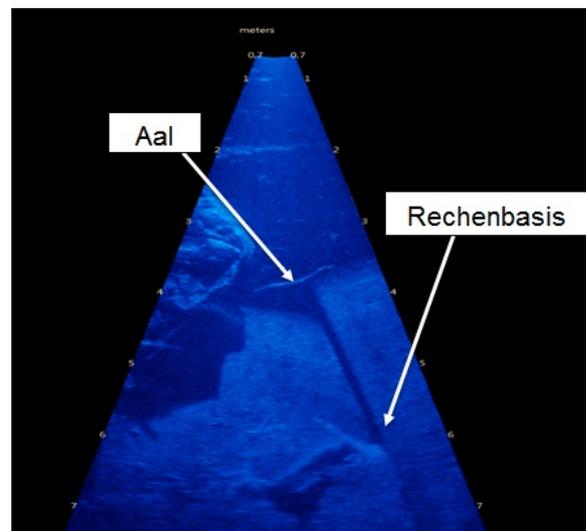


Abb. 5: Sonaraufnahme vor einem Rechen

Mittels Sonar sollen Beobachtungen des Fischverhaltens vor den jeweiligen Abstiegskorridoren vergleichend untersucht werden, derzeit wird hierzu eine standardisierte Methodik entwickelt (Sonaraufnahme siehe Abb. 5).

Beprobung des natürlichen Fischabstiegs an den Untersuchungsstandorten

Die saisonalen Hamenbefischungen des natürlichen Fischabstiegs erfolgen jeweils im Frühjahr und im Herbst über einen effektiven Zeitraum von 14 Tagen. Da durch die Turbine und andere Anlagenteile verursachte innere Verletzungen, die zunächst äußerlich nicht sichtbar sind, zu einer verzögerten Mortalität führen können, müssen die Fische nach Entnahme aus der Fangeinrichtung bei täglicher Kontrolle 72 Stunden gehältert werden (Hälterungsbecken siehe Abb. 6). Untersucht werden alle Abstiegskorridore an der Wasserkraftanlage, mit Ausnahme des Wehres. Geplant sind hierbei verschiedene Untersuchungsblöcke mit den Leerungsintervallen für die Fangeinrichtung von zwei Stunden. Um für die Fischwanderungen wichtige auslösende Faktoren ermitteln zu können, werden während der Hamenbefischungen die Abflussbedingungen (Dotation) sowie physikalische und chemische Gewässerparameter (O_2 , Temperatur, Leitfähigkeit, pH, Strömungsgeschwindigkeiten, mittlere Wassertiefen) regelmäßig erfasst. Zudem wird die Anströmgeschwindigkeit vor dem Rechen der Wasserkraftanlage regelmäßig gemessen.



Abb. 6:
Langstromrinnen zur
Hälterung der Fische

Standardisierte Fischzugaben an den Untersuchungsstandorten

Bei der Beprobung des natürlichen Fischabstiegs kann die anlagenbedingten Mortalität nicht eindeutig bestimmt werden, da die genaue Vorschädigung der Fische nicht bekannt ist und die fangbedingte Mortalität sowie Turbinen- und Rechenschäden nicht differenziert werden können. Deshalb sind zusätzlich zu der Beprobung des natürlichen Fischabstiegs standardisierte Fischzugaben mit Versuchsfischen an den Untersuchungsstandorten notwendig. Die Versuche sollen an den innovativen Kraftwerksanlagen bei verschiedenen Lastzuständen durchgeführt werden, da die Schädigungsrate der Fische durch die Auslastung der Turbine beeinflusst werden kann. Bei jedem Lastzustand werden Fische direkt in den Hamen (fangbedingte Schädigung), direkt in die Turbine und oberhalb des Rechens zugegeben (siehe Abb. 7).

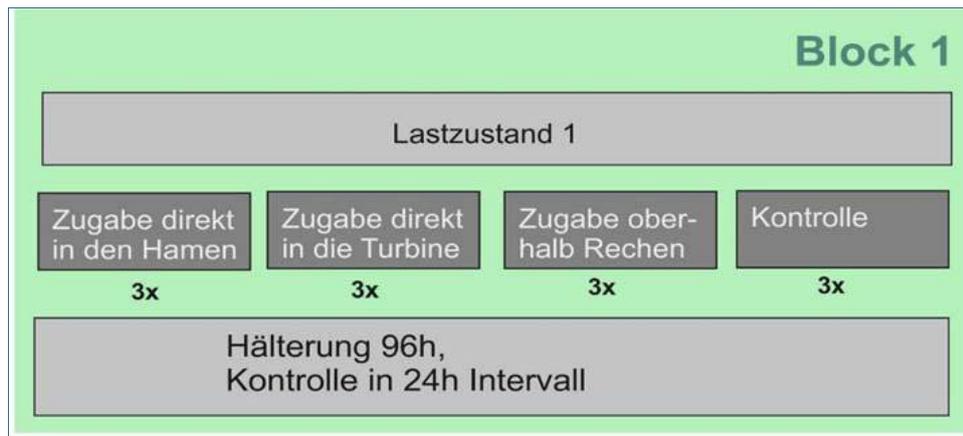


Abb. 7:
Design standardisierte
Fischzugaben

Hierbei sollen folgende Fischarten verwendet werden, wobei die Auswahl nach unterschiedlichen Kriterien (Vorkommen, Körperform, Flossenstrahlen- und Schuppentyp, siehe Abb. 8) erfolgte:

- Äsche in allen Referenzzönosen der Standorte vertreten, lange Rückenflosse
- Bachforelle zweithäufigster Vertreter in Referenzzönosen, Körperform torpedoförmig
- Huchen Mitteldistanzwanderer, FFH Anhang II Art, Körperform torpedoförmig
- Nase Mitteldistanzwanderer, Körperform: spindelförmig-flach
- Barbe Grundfisch, abgeplattete Körperform
- Rotauge typischer Vertreter Cypriniden, Körperform hochrückig
- Flussbarsch Kammschupper, Flossenhartstrahlen
- Aal stark von Turbinenschädigung betroffen, Schlangenform

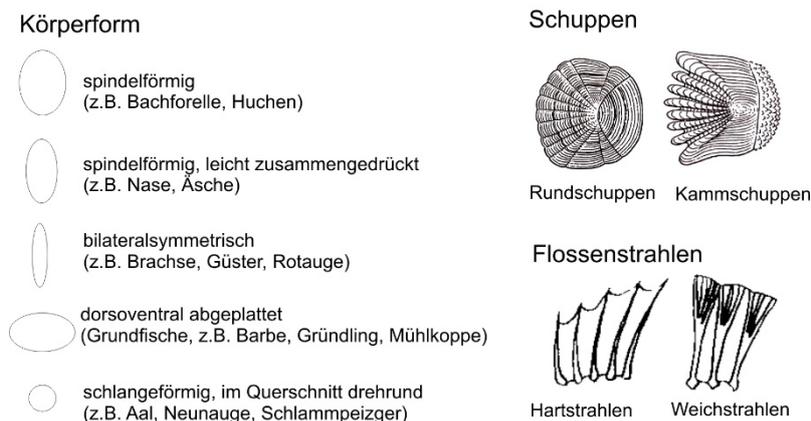


Abb. 8:
schematische Darstellung
morphologischer Unter-
schiede bei Fischen

Erfassen der Fischschäden

Alle äußerlich sichtbaren Schäden der Fische werden vor Ort protokolliert. Nach der Dokumentation der Schädigung (Klassifizierung nach Körperteil und Intensität) werden die lebenden Fische in einem Fotobecken fotografiert und anschließend für die Erfassung der verzögerten Mortalität in das Hälterungssystem verbracht. Die toten Fische werden ebenfalls fotografiert und für spätere Röntgenuntersuchungen und Sektionen in einer ZipLock-Tüte mit individueller Beschriftung bei -20°C eingefroren.

Exkurs Methodenversuche

Um in Zukunft die Anforderungen an das Monitoring von Wasserkraftanlagen nach wissenschaftlichen Standards besser erfüllen zu können, werden vergleichende Versuche zur Fangmethodik im Projekt durchgeführt. Diese Methodenversuche finden in der Moosach, am Lehrstuhl für aquatische Systembiologie in Weihenstephan statt. Hierbei werden die Schädigungsraten bei verschiedenen Leerungsintervallen und unterschiedliche Mengen an Treibgut ermittelt (Design siehe Abb. 9). Unter anderem werden die Schädigungen unterschiedlicher Fangeinrichtungen (z. B. Fangkasten siehe Abb. 10) untersucht.

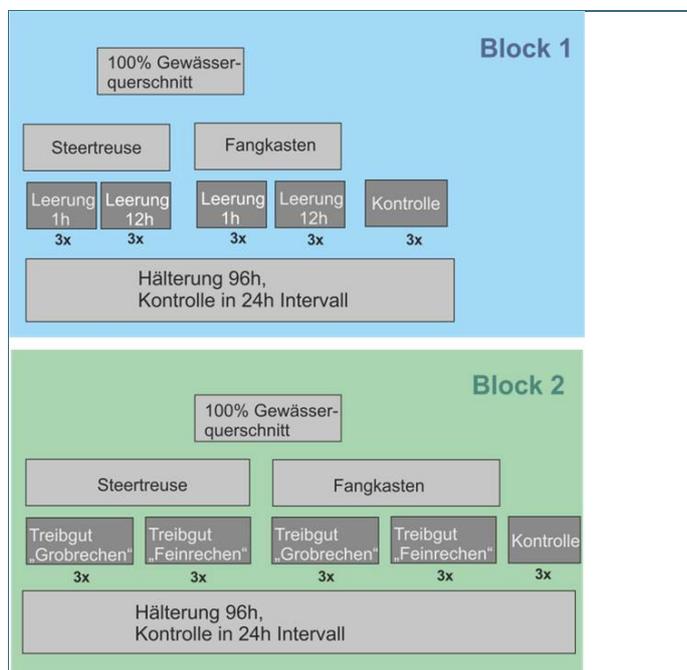


Abb. 9: Untersuchungsdesign Methodenversuche

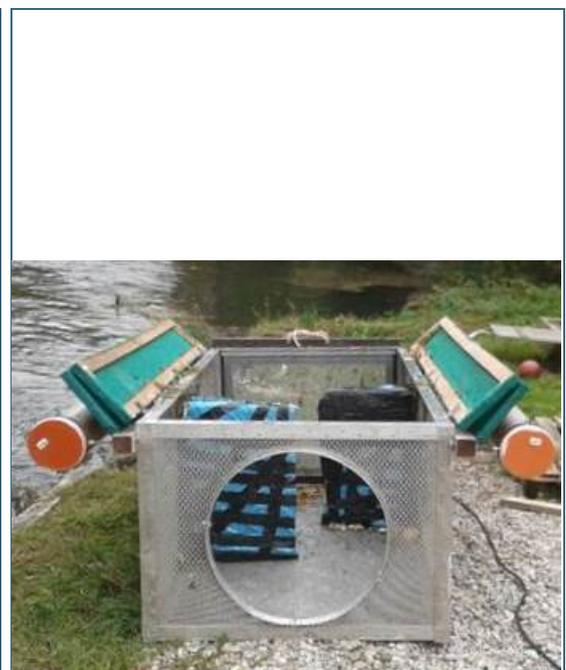


Abb. 10: Fangkasten für Methodenversuche

Forschungsmodul B – ökologische Auswirkungen

Um die durch die Querbauwerke verursachte Unterbrechung des Fließgewässerkontinuums (die sogenannte serielle Diskontinuität) bzw. die Veränderungen vor und nach dem Umbau objektiv charakterisieren und quantifizieren zu können, werden die Abschnitte im unmittelbaren Ober- und Unterwasser mittels eines systematischen Probenahmedesigns untersucht (siehe Abb. 11). Ein relativer Vergleich der Ergebnisse vor und nach Kraftwerksbau kann Aufschlüsse darüber geben, ob und in welchem Umfang ökologische Veränderungen auftreten. Zu einer aussagekräftigen Charakterisierung der einzelnen Untersuchungsstrecken an den Standorten ist es wichtig, möglichst viele Ebenen biologischer Organisation einzubeziehen und diese mit den beeinflussenden Umweltparametern in Bezug zu setzen. Im Folgenden sind die zu erfassenden Parameter und taxonomischen Gruppen, sowie die Untersuchungsmethoden näher dargestellt.

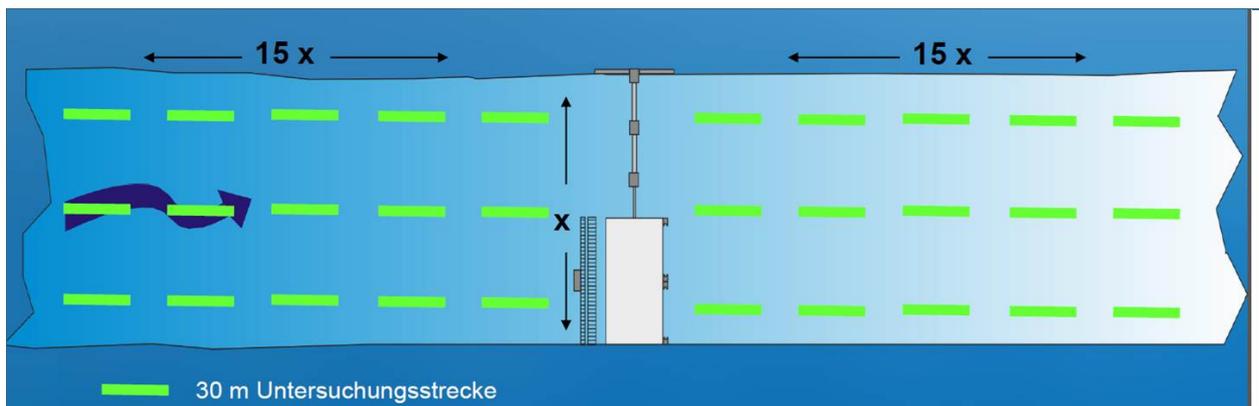


Abb. 11: Modul B - schematisches Untersuchungsdesign

Physikalisch-chemische Habitateigenschaften

Im Interstitial (=durchströmte Gewässersohle) und im Freiwasser werden gelöster Sauerstoff, pH, Leitfähigkeit und Redoxpotential gemessen, Außerdem werden die Strömungsgeschwindigkeit, Tiefe, Temperatur, sowie die Korngrößenverteilung des Substrats an den Messpunkten erhoben.

Periphyton (Aufwuchsalgen)

An jeder Probestelle wird von fünf verschiedenen Hartsubstraten (Steine oder Totholz) mit Hilfe einer Schablone eine standardisierte Fläche Periphyton gewonnen und zu einer Sammelprobe gewaschen. Im Labor werden die Algen anschließend bestimmt.

Makrophyten

An jeder Probestelle im Untersuchungsgebiet wird die Gesamtdeckung der Makrophyten in 5% Schritten geschätzt. Anschließend werden die Deckungsgrade der einzelnen Makrophytenarten in gleicher Weise erhoben. Die Bestimmung der Arten erfolgt so weit möglich im Feld, schwer zu bestimmende Arten werden im Labor nachbestimmt.

Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos wird an jeder Probestelle mittels Surber Sampling (Netz mit rechteckiger Öffnung standardisierter Größe zur quantitativen Aufnahme) erfasst (siehe Abb. 12). Es werden jeweils fünf Surber-Sampler-Flächen als Sammelprobe fixiert. Im Labor erfolgt anschließend die Bestimmung auf Familienniveau.

Fische

An jeder Probestelle wird eine Gewässerstrecke von jeweils mindestens 30 m Länge befischt. Daraus ergeben sich in Abhängigkeit von der Gewässerbreite pro Gewässer jeweils 15 bzw. 20 Befischungsstrecken im Ober- und Unterwasser.



Abb. 12:
Erhebung von Makrozoobenthos an der Iller

Habitatcharakterisierung mittels Side Sonar

Für eine flächendeckende Kartierung der Fließgewässerhabitate wurde ein Side Sonargerät verwendet. Damit ist es möglich ein 180°-Sichtfeld unter Wasser abzudecken und eine genaue Abbildung des Gewässergrundes zu erhalten.

Datenanalyse Modul A und B

Die statistische Auswertung der Daten erfolgt mit Hilfe von verschiedenen univariaten und multivariaten Verfahren. Um die Daten aus den verschiedenen Untersuchungsteilen zusammenführen zu können, werden sie vor der statistischen Verarbeitung mit Hilfe einer eigens entwickelten Methodik normalisiert (siehe Abb. 13).

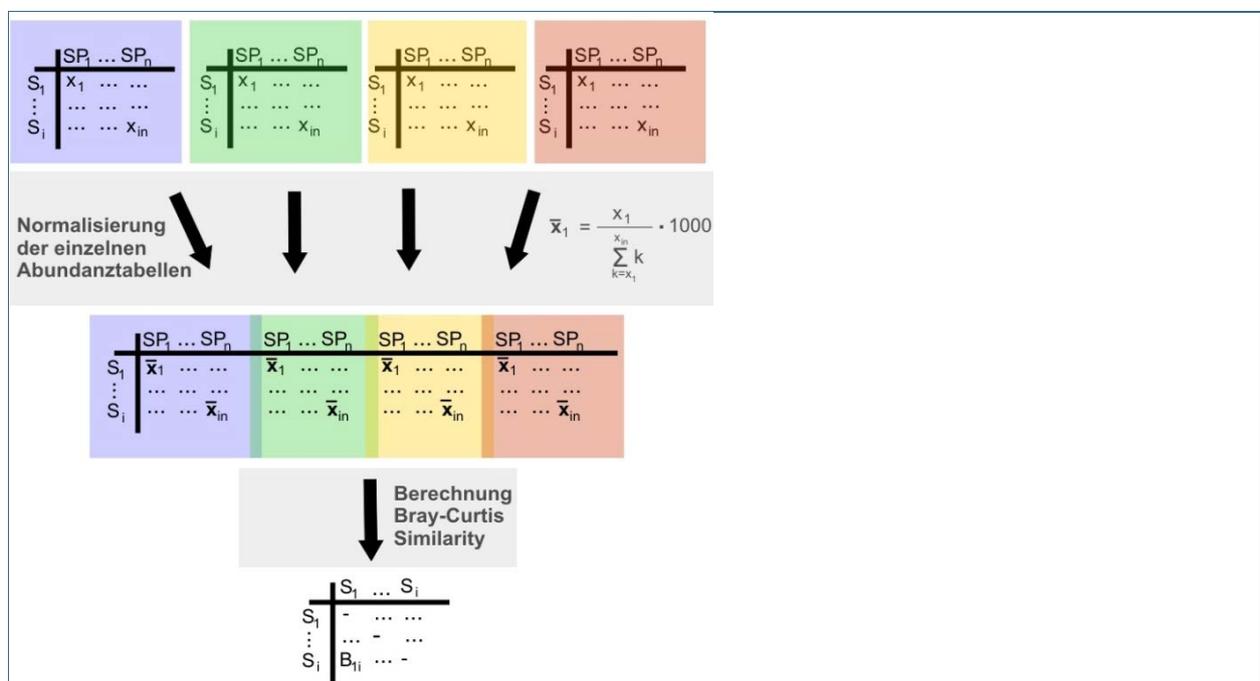


Abb. 13: Schematische Darstellung der Normalisierung von erhobenen Daten

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Bearbeitung:

LfU Ökoenergie-Institut Bayern / Diana Genius

Bildnachweis:

LfU: Abb. 1; Andreas Heddergott/ TU München: Titelbild, Abb. 2, 6; Melanie Müller/ TU München: Abb. 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Stand:

März 2016

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.