

# Fachempfehlung

---

## Private, künstlich angelegte Bade-, Schwimmteiche und Naturpools

### Projektierung und Bau

#### **Étangs de baignade privés, artificiels**

Exigences pour la conception et construction

#### **Laghetto balneari privati, collocati artificialmente**

Esigenze richieste a progettazione e costruzione

#### **Private, artificial bathing ponds**

Requirements for projection and construction

#### **Herausgeber:**

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Vorwort	4
1 Geltungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
2.1 Normen des SIA	6
2.2 Weitere Publikationen	6
3 Begriffe	7
4 Allgemeines	11
4.1 Merkmale eines BSN	11
4.2 Einteilung von BSN	11
5 Projektierung	20
5.1 Allgemeines	20
5.2 Standortfaktoren	21
5.3 Baugrund	21
5.4 Bereichsaufteilung und Wasseraufbereitung	21
5.5 Randabschlüsse	23
5.6 Entwässerung	23
5.7 Abdichtungen	23
5.8 Technische Einrichtungen	24
5.9 Einbauten und Einrichtungen	25
5.10 Substrate und Bepflanzung	25
5.11 Befüllung des BSN	26
5.12 Projektdokumentation	26
6 Bauausführung	27
6.1 Allgemeines	27
6.2 Baugrund	27
6.3 Bereichsaufteilung und Wasseraufbereitung	27

6.5 Entwässerung	27
6.6 Abdichtungen	27
6.7 Technische Einrichtungen	28
6.8 Einbauten und Einrichtungen	28
6.9 Substrate und Bepflanzung	29
7 Baustoffe	30
7.1 Untergrundmaterial	30
7.2 Holz	30
7.3 Substrate	30
7.4 Metalle	30
7.5 Kunststoffe	30
8 Literaturverzeichnis	31
9 Tabellenverzeichnis	32
10 Anhang (normativ)	33
10.1 Parametern und Referenzmethoden	33
11 Anhang (informativ)	34

## Vorwort

Seit 1990 wurden in der Schweiz hunderte von Bade-, Schwimmteiche und Naturpools (nachfolgend BSN genannt) im privaten Wohnbereich erstellt. Seit dieser Zeit werden verschiedenste Begriffe dazu verwendet. Da diese auf der biologischen Wasserreinigung basieren und sich in der Gestaltung unterscheiden, wird in dieser Fachempfehlung der Begriff BSN verwendet.

Da die BSN bezüglich der technischen Einrichtungen sowie der biologischen Funktionen nicht geregelt sind wurden in anderen Ländern bereits Fachempfehlungen und Normen erstellt. Mit diesem Werk wird den in der Schweiz geltenden Rahmenbedingungen und gesetzlichen Vorschriften Rechnung getragen.

Bei BSN muss beachtet werden, dass das Zusammenspiel der biologischen Funktionen sowie der technischen Einrichtungen genau abgestimmt werden muss. Weiter ist das Verhalten der Benutzer zu regeln.

Die Veröffentlichung erfolgt gemeinsam durch den SVBP und Jardin Suisse. Die vorliegende Fachempfehlung soll in der Projektierung und Ausführung von BSN verwendet und bei Begutachtungen als Grundlage genutzt werden.

Diese Fachempfehlung ist mit Unterstützung von Jardin Suisse, Unternehmerverband Gärtner Schweiz erarbeitet worden. Allen Beteiligten, den Mitgliedern der Kommission, den Geschäftsstellen des SVBP und von Jardin Suisse und allen Mitwirkenden in den Vernehmlassungsverfahren wird an dieser Stelle herzlich gedankt.

## 1 Geltungsbereich

Diese Fachempfehlung regelt die Anforderungen an künstlich angelegte, gegen den Untergrund abgedichtete BSN, bei denen kein regelmässiger Austausch des Füllwassers vorgesehen ist. BSN können mit oder ohne technische Einrichtungen projektiert und erstellt werden. Bei einem BSN wird ein Teil des Gewässers zum Baden genutzt, während der andere Teil der Regeneration des Wassers dient. Die Wasserreinigung erfolgt durch biologische Prozesse.

Geltend ist die Fachempfehlung für künstlich angelegte Bade-, Schwimmteiche und Naturpools im Privatbereich, in welchen die Biologie durch den Einsatz der folgenden Mittel und Einrichtungen nicht beeinflusst wird, zum Beispiel:

- Desinfektionsmittel (Chlor, Chlordioxid, Peroxverbindungen, Ozon, Biguanid, usw).
- Fungizide
- Algizide
- UV-Desinfektion
- Ultraschallbehandlung
- Schwermetallhaltige Produkte und technische Verfahren auf der Basis von Silber und Kupfer. Diese dürfen weder in metallischer Form noch in Verbindungen z.B. Kupferbleche, Armaturen, Elektrodenmaterialien, Rohre eingebracht werden.

Die Fachempfehlung gilt für die Projektierung und den Bau von privaten, künstlich angelegten Bade-, Schwimmteichen und Naturpools (BSN).

Die Allgemeinen Bedingungen Bau (ABB) SIA 118/318 „Allgemeine Bedingungen Garten- und Landschaftsbau“ gelten sinngemäss.

## **2 Normative Verweisungen**

### **2.1 Normen des SIA**

- SIA 118, Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
- SIA 272, Abdichtungen und Entwässerung von Bauten unter Terrain und im Untertagebau
- SIA 318, Garten- und Landschaftsbau
- SIA 118/318, Allgemeine Bedingungen für Garten- und Landschaftsbau

### **2.2 Weitere Publikationen**

- Dokumentation BfU, „Gewässer, Tipps zur Sicherung von Kleingewässern“
- NIN 2010, Niederspannungs-Installations-Norm

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Fachempfehlung gelten die folgenden Begriffe:

- Austrag

Entfernen von Nährstoffen aus dem System in gebundener oder gelöster Form. z.B. organisches Material durch mechanische Reinigung, Pflanzenrückschnitte oder ggf. Rückspülung von Filteranlagen.

- Benthos

Gesamtheit der über, auf oder im Grund oder im Uferbereich von Gewässern lebenden pflanzlichen und tierischen Organismen.

- Biofilm

Aufwuchs von Mikroorganismen (Algen, Bakterien, Pilzen, Protozoen) auf Oberflächen, die eine Matrix bilden, und der Reinigung des Wassers dienen.

- Biologischer Filter

Filter, der von Biofilm besiedelt wird und durch biologische, biochemische und chemische Um- und Abbauprozesse das Wasser reinigt. Biologische Filter haben die Aufgabe, im Wasser gelöste Substanzen zu binden.

- Biozönose

Gemeinschaft von Organismen verschiedener Arten in einem abgegrenzten Lebensraum.

- BSN

Künstlich angelegte Bade-, Schwimmteiche und Naturpools

- Destruenten

Organismen (meist Bakterien, Pilze), die organische Substanz abbauen und zu anorganischem Material reduzieren.

- Durchströmung

Durch Pumpen erzeugte Wasserbewegung in Filtern oder Freiwasser.

- Eintrag

Belastung des Teichwassers aufgrund anorganischem oder organischem Material, aus

- Externer Filter

Filter, der sich ausserhalb des BNS befindet.

- Fremdstoffe

Nicht projektierte Materialien, die die Biozönose beeinträchtigen.

- Füllwasser

Wasser, das bei Erst- und Nachfüllung in den BNS eingebracht wird.

- Gewässerökologisches Leitbild

Artenspektrum und Zusammenspiel von Flora und Fauna im BNS, welches sich an vorhandenen, natürlichen Lebensräumen orientiert.

- Helophyt

Pflanze, die in einem durchnässten und/oder ständig oder zeitweise unter Wasser stehenden Untergrund wurzelt.

- Hydrokultur

Regenerationsbereich, der mit Wasserpflanzen bepflanzt ist.

- Hydrophyt

Hydrophyten (Wasserpflanzen) sind Pflanzen, die ganz oder teilweise unter Wasser leben.

Es sind Landpflanzen, die sich sekundär an das Leben im Wasser angepasst haben.

- Kapillarsperre

Bauliche Massnahme im Bereich des Uferrandes, um den Wasserverlust durch Kapillarwirkung zu verhindern.

- Kiesfilter

Horizontal oder vertikal durchströmte Kiesschüttung in welcher sich Biofilm ansiedelt, die mit Helophyten bepflanzt sein kann.

- Konsument

Organismus der sich von Primärproduzenten oder anderen Organismen ernährt. Der Endkonsument ist das Ende der Nahrungskette.

- Makrophyt

Von Auge unterscheidbare höhere Wasserpflanze, inklusive der Armleuchteralgen-Characeen

- Mechanischer Filter

Einrichtung zur mechanischen Entfernung partikulärer Verunreinigungen (Blätter, Feststoffe).

Reduktion von Partikeln kleiner 1mm = Feinfilter, Reduktion von Partikeln ab 1mm =

Grobfilter

- Nennbelastung

Zulässige Badegastanzahl eines BSN pro Tag.

- Nichtschwimmerbereich

Nutzungsbereich des BSN bis 1,35 m Wassertiefe.

- Nutzungsbereich

Nutzungsbereich besteht aus Nichtschwimmer-, Schwimmer-, Sprung-, Zutritts-, und Einstiegsbereich.

- Planum

Planierte und verdichtete Oberfläche des Unterbaus.

- Produzenten

Pflanzen (autotrophe Organismen), die mit Photosynthese aus anorganischen Verbindungen energiereiche Biomasse bilden (Primärproduktion), oder Organismen die durch chemische Umsetzung Energie gewinnen (Chemosynthese, z.B. nitrifizierende Bakterien).

- Regenerationsbereich

Bereich des BSN, in dem die Selbstreinigung des Wassers durch verschiedene biologische Prozesse stattfindet.

- Richtwert

Ein Richtwert ist ein Messwert den man einhalten und nach dem man sich richten soll, ohne dass ein Zwang besteht.

- Rücksetzen der Sukzession

Massnahmen zur Vermeidung der Verlandung wie beispielsweise das Entfernen von Sedimenten und Pflanzen.

- Schwimmbereich

Nutzungsbereich eines Badeteiches mit mehr als 1,35 m Wassertiefe.

- Selbstreinigung des Gewässers

Gesamtheit aller Vorgänge im Gewässer, durch die organische und anorganische Wasserinhaltsstoffe in den natürlichen Stoffkreislauf einbezogen, abgebaut, mineralisiert und langfristig aus ihm ausgeschieden werden.

- Skimmer

Vorrichtung in künstlich angelegten Seen, Badeteichen, Gartenteichen oder Schwimmbecken, die den Schmutz von der Wasseroberfläche absaugt.

- Submerse Makrophyten

Umfasst alle mit bloßem Auge erkennbaren, im Wasser untergetaucht lebenden Pflanzen.

- Teichsubstrat

Loses Schüttmaterial als Nährboden für die Vegetation als Besiedlungsfläche.

- Überlaufwehr, Überlaufrinne, Skimmer

Starre oder flexible technische Einrichtung zum Abzug von Wasser von der Oberfläche.

- Vertebraten

Tiere, die eine Wirbelsäule besitzen. Grossgruppen: Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische.

- Wasseraufbereitung

Gesamtheit der Massnahmen zur Herstellung einer geforderten Wasserqualität.

- Zooplankton

Planktische Organismen im Wasser, welche keine Photosynthese betreiben.

## **4 Allgemeines**

### **4.1 Merkmale eines BSN**

Ein BSN ist ein speziell für die Schwimm- und Badenutzung errichtetes, künstliches Gewässer, deren Wasseraufbereitung der Natur nachempfunden ist.

### **4.2 Einteilung von BSN**

BSN werden in fünf technische Kategorien gemäss Tabelle 1 eingeteilt.

Auf Basis der technischen Kategorien und der gewässerökologischen Leitbilder ergeben sich die biologischen Eigenschaften und die bautechnische Gestaltung der BSN sowie der Aufwand (Bedarf) für Pflege und Wartung.

Mischformen von Stillgewässern (Kategorien 1-3) und Fließgewässern (Kategorien 4-5) sind nicht zulässig.

#### **4.2.1 Technische Kategorien**

Dimensionierungsregel:

Die Kategorien 1 bis 3 müssen über das Verhältnis Gesamtfläche zur Regenerationsfläche berechnet werden.

Die Kategorien 4 bis 5 müssen über das Verhältnis der Gesamtoberfläche des Filtermaterials zur Beckenoberfläche berechnet werden.

**Tabelle 1: Einteilung der BSN in Kategorien**

Leitbild	Kategorie	Technische Beschreibung	Durchströmter biologischer Filter	Verhältnis Oberflächen des Filtermaterials zur Beckenoberfläche	Reduzierendes Sediment	Pflanzzone (%) <sup>1</sup>	Uferzone-Röhrichtzone mit Wassertiefe bis m 1.00	Unterwasserpflanzen mit Wassertiefe m 0.50 bis 1.5	Umwälzung (%) des Gesamtwasservolumens pro Tag (Skimmer + Filter)	Automatisierte Oberflächenreinigung (z.B. Skimmer) Betriebszeit in h/d	Filterbetrieb in h/d
Stehende Gewässer	1	Keine technische Anlagen	nein	kein	ja	>40	ja	ja	0	0	0
	2	Oberflächenreinigung	nein	kein	ja	>40	ja	ja	<30	<10	0
	3	Oberflächenreinigung + Mineralisierender Filter	ja	Nicht relevant	möglich	>30	Möglich	Möglich	>30	<10	>5
Fliessende Gewässer	4	Oberflächenreinigung + Kiesfilter	ja	50:1	nein	Nicht relevant	Möglich	nein	>100	<=24	24
	5	Oberflächenreinigung + Filter mit spezifischer Durchströmung oder speziellen Filtermaterialien	ja	system-bezogen	nein	Nicht relevant	Möglich	nein	>50	<=24	24

Hinweise:

<sup>1</sup> Die Pflanzazonen werden bei allen Kategorien im prozentualen Flächenanteil (Wasseroberfläche) angegeben.

Abkürzungen: a: Jahr d: Tag  
 Wo: Woche h: Stunde

### 4.2.3 Zuordnung der gewässerökologischen Leitbilder zu den Kategorien

Die Kategorien 1 bis 3 haben den gewässerökologischen Leitbildern natürlichen Stillgewässern zu entsprechen, die eine hohe Artenvielfalt im Wasserkörper aufweisen. Das natürliche Nahrungsnetz mit Produzenten, Destruenten bis Konsumenten zweiter Ordnung (ohne Fische, jedoch mit Amphibien und deren Larven) als Basis eines stabilen, biologischen Gleichgewichtes ist vorhanden.

Die Kategorien 4 und 5 haben den gewässerökologischen Leitbildern natürlichen Fließgewässern zu entsprechen, die eine hohe Artenvielfalt an sessilen Mikroorganismen (Biofilm) aufweisen. In den BSN dieser Kategorien muss während der Badesaison eine kontinuierliche Durchströmung im gesamten System sichergestellt sein, damit der Biofilm mit Sauerstoff versorgt wird und anaerobe Prozesse vermieden werden.

Es ist bei der Projektierung des BSN sicherzustellen, dass mit der Wahl der Kategorie das festgelegte gewässerökologische Leitbild erreicht werden kann.

**Tabelle 2: Zuordnung gewässerökologischer Leitbilder zu den technischen Kategorien**

Technische Kategorie	Gewässerökologisches Leitbild
Kategorie 1	Flachwasserseen, Weiher
Kategorie 2	Flachwasserseen, Weiher windexponiert
Kategorie 3	Uferabschnitt von leicht durchströmten Flachwasserseen, Auengewässer
Kategorie 4	Langsam fließender Tieflandfluss, Unterlauf eines Flusses, stark durchströmter See
Kategorie 5	Mittel- bis Oberlauf von Tieflandflüssen

#### **4.2.3 Zuordnung der gewässerökologischen Leitbilder zu den Kategorien**

Für die Kategorien 1 bis 3 haben die gewässerökologischen Leitbilder natürlichen Stillgewässern zu entsprechen, die eine hohe Artenvielfalt im Wasserkörper aufweisen. Das natürliche Nahrungsnetz mit Produzenten, Destruenten bis Konsumenten zweiter Ordnung (ohne Fische, jedoch mit Amphibien und deren Larven) als Basis eines stabilen, biologischen Gleichgewichts ist vorhanden. In den Regenerationsbereichen der BSN dieser Kategorien sind Sedimente bis zu einer Dicke von 5 cm und anaerobe Prozesse im Substrat tolerierbar.

Für die Kategorien 4 und 5 haben die gewässerökologischen Leitbilder natürlichen Fließgewässern zu entsprechen, die eine hohe Artenvielfalt an Biofilm aufweisen. In den BSN dieser Kategorien muss während der Badesaison eine kontinuierliche Durchströmung im gesamten System sichergestellt sein, damit der Biofilm mit Sauerstoff versorgt wird und anaerobe Prozesse vermieden werden. Anaerobe Sedimente sind nicht tolerierbar.

Es ist bei der Projektierung des BSN sicherzustellen, dass mit der Wahl der Kategorie gemäss Tabelle 2 das festgelegte gewässerökologische Leitbild erreicht werden kann. Insbesondere Mischformen von Stillgewässern (Kategorien 1 bis 3) und Fließgewässern (Kategorien 4 und 5) sind nicht zulässig.

Weitere Leitbilder aus der Natur, die auf eine spezielle Wasserzusammensetzung oder ein lokales Arteninventar zurückgreifen, sind zwar möglich, müssen aber in geeigneter Weise technisch umgesetzt werden.

Einträge durch künstliche Bachläufe, Fontänen, Sprudel und dgl. haben keinen positiven Einfluss auf die Erhöhung des Sauerstoff- und des CO<sub>2</sub>-Gehalts, da bei den in BSN üblichen pH-Werten über 8 keine physikalische Lösung von CO<sub>2</sub>, sondern eine chemische Bindung vorliegt.

In Tabelle 3 werden die Eigenschaften der Kategorien von BSN beschrieben.

**Tabelle 3: Eigenschaften von Kategorien**

Kategorie 1	Umwälzmenge des Gesamtwasservolumens und Pumpenlaufzeit	Biologische Eigenschaften	Pflanzzone in % der Gesamtwasserfläche	Pflege und Wartung	Wasserreinigung und Wasseraufbereitung
<b>Kategorien 1 – 3. Gewässerökologisches Leitbild: Stehende Gewässer, mit reduzierenden Sedimenten in Pflanzonen, techn. Einrichtungen</b>					
BSN ohne Pumpentechnik	Keine	vorübergehende Trübung möglich  Jahreszyklus natürliche Populationsabfolge  grosse Artenvielfalt bei Plankton, Lurchen, Insekten, Pflanzen  Reduzierende Sedimente  Biofilm in allen Bereichen	>40%  Bei Verwendung von submersen Makrophyten: Reduktion der Pflanzzone möglich	Sumpf- und Röhrichtpflanzen: Pflanzenschnitt 1 x jährlich  Unterwasserpfl.: mehrfacher Pflanzenschnitt/a  Absaugen von Sedimenten mindestens 1 x jährlich	Helophyten ++ Hydrophyten ++++ Submerse Makrophyten +++++ Zooplankton +++++ Biofilm +---- Benthos +++++ (In-) Vertebraten ohne Fische++++  Grobfilter ---- Feinfilter ---- Biologischer Filter----  Absaugen von Sedimenten ++++ Zusätzl. Phosphatbindung ----

---- = keine Bedeutung

+---- = sehr geringe Bedeutung

+---- = geringe Bedeutung

+++-- = mässige Bedeutung

++++- = grosse Bedeutung

+++++ = sehr grosse Bedeutung

Kategorie 2	Umwälzmenge des Gesamtwasservolumens und Pumpenlaufzeit	Biologische Eigenschaften	Pflanzzone in % der Gesamtwasserfläche	Pflege und Wartung	Wasserreinigung und Wasseraufbereitung
<b>Kategorien 1 – 3. Gewässerökologisches Leitbild: Stehende Gewässer, mit reduzierenden Sedimenten in Pflanzonen, techn. Einrichtungen</b>					
<p>BSN mit wenig Pumpentechnik</p> <p>Automatisierte Oberflächenreinigung</p>	<p>Intervallbetrieb</p> <p>nur Oberflächenabsaugung &lt; 10 h/d</p>	<p>vorübergehende Trübung möglich</p> <p>Jahreszyklus natürliche Populationsabfolge</p> <p>grosse Artenvielfalt (siehe Kategorie 1)</p> <p>Reduzierende Sedimente</p> <p>Biofilm in allen Bereichen</p>	<p>&gt;40%</p> <p>Bei Verwendung von submersen Makrophyten: Reduktion der Pflanzzone möglich</p>	<p>Sumpf- und Röhrichtpflanzen: Pflanzenschnitt 1 x jährlich</p> <p>Unterwasserpfl.: mehrfacher Pflanzenschnitt/a</p> <p>automatisiertes Sammeln von Biomasse durch Oberflächenströmung</p> <p>Absaugen von Sedimenten mindestens 1 x jährlich</p> <p>Reinigung von Skimmer und/oder mechanischen Filtern täglich</p>	<p>Helophyten ++</p> <p>Hydrophyten ++++</p> <p>Submerse Makrophyten +++++</p> <p>Zooplankton +++++</p> <p>Biofilm ++---</p> <p>Benthos +++++</p> <p>(In-)Vertebraten ohne Fische+++++</p> <p>Grobfilter ++---</p> <p>Feinfilter -----</p> <p>Biologischer Filter -----</p> <p>Absaugen von Sedimenten ++++</p> <p>Zusätzl. Phosphatbindung -----</p>

Kategorie 3	Umwälzmenge des Gesamtwasservolumens und Pumpenlaufzeit	Biologische Eigenschaften	Pflanzzone in % der Gesamtwasserfläche	Pflege und Wartung	Wasserreinigung und Wasseraufbereitung
<b>Kategorien 1 – 3. Gewässerökologisches Leitbild: Stehende Gewässer, mit reduzierenden Sedimenten in Pflanzonen, techn. Einrichtungen</b>					
<p>BSN mit Oberflächenabsaugung</p> <p>gezielte Durchströmung der Pflanzenbereiche möglich</p> <p>Filterbetrieb mit geringer Anströmgeschwindigkeit</p> <p>Automatisierte Oberflächenreinigung</p>	<p>Oberflächenabskimmung &lt;10 h/d</p> <p>Gesamtwasservolumen &gt;50%/d</p> <p>Filterbetrieb &gt;5h/d</p>	<p>Jahreszyklus natürliche Populationsabfolge</p> <p>Artenvielfalt (siehe Kategorie 1)</p> <p>Biofilm in allen Bereichen</p> <p>Verteilung von Sauerstoff und Nährstoffen durch Pumpentechnik</p>	<p>&gt;30%</p>	<p>Sumpf- und Röhrichtpflanzen: Pflanzenschnitt 1 x jährlich</p> <p>Unterwasserpfl.: mehrfacher Pflanzenschnitt/a</p> <p>automatisiertes Sammeln von Biomasse durch Oberflächenströmung</p> <p>Absaugen von Sedimenten mindestens 1 x jährlich</p> <p>Reinigung von Skimmern und/oder Überlaufrinnen täglich</p>	<p>Helophyten +++--</p> <p>Hydrophyten +++-</p> <p>Submerse Makrophyten +++--</p> <p>Zooplankton +++--</p> <p>Biofilm +++--</p> <p>Benthos +++--</p> <p>(In-) Vertebraten ohne Fische++++-</p> <p>Grobfilter +++--</p> <p>Feinfilter +++--</p> <p>Biofilter+++</p> <p>Absaugen von Sedimenten +++--</p> <p>Zusätzliche Phosphatbindung-----</p>

Kategorie 4	Umwälzmenge des Gesamtwasservolumens und Pumpenlaufzeit	Biologische Eigenschaften	Pflanzzone in % der Gesamtwasserfläche	Pflege und Wartung	Wasserreinigung und Wasseraufbereitung
<b>Kategorie 4 - 5. Gewässerökologisches Leitbild: fließende Gewässer, keine reduzierenden Sedimente</b>					
BSN mit viel Pumpentechnik  Skimmer und Überlaufrippen  Mikrofaserfilter  Interne und externe Filter  Sekundärteiche  Hydrokulturen  Technische Feuchtgebiete	Dauerbetrieb  Gesamtwasservolumen >100%/d  Filterbetrieb 24 h/d	Wenig Pflanzzonen, geringe Artenvielfalt möglich, In der Regel schwaches Wachstum  Abgestorbene Biomasse wird entfernt  Wasserreinigung erfolgt durch Biofilm  Starke P - Limitierung  Ganze Wasseraufbereitung aerob  Kiesmaterialien	Nicht relevant	ausgelegt auf ständige Pflege mit Wasserrückgewinnung  regelmässiger Pflanzenschnitt  Reinigen und Warten der Filter  Wechseln / Regenerieren von Filtermedien  mindestens wöchentlicher Austrag von Sedimenten ohne grösseren Wasseraustrag  Nährstoffmanagement	Helophyten +---- Hydrophyten +---- Submerse Makrophyten ---- Zooplankton ---- Biofilm +++++ (In-)Vertebraten ohne Fische ----  Grobfilter +---- Feinfilter +---- Biofilter+++++  Absaugen von Sedimenten +++++

Kategorie 5	Umwälzmenge des Gesamtwasservolumens und Pumpenlaufzeit	Biologische Eigenschaften	Pflanzzone in % der Gesamtwasserfläche	Pflege und Wartung	Wasserreinigung und Wasseraufbereitung
<b>Kategorie 4 - 5. Gewässerökologisches Leitbild: fließende Gewässer, keine reduzierenden Sedimente</b>					
BSN mit viel Pumpentechnik  Skimmer / Überlaufwannen  Mikrofaserfilter  Interne und externe Filter  Filter mit spezifischer Durchströmung oder speziellen Filtermaterialien  Sekundärteiche  Hydrokulturen  Technische Feuchtgebiete	Dauerbetrieb  Gesamtwasservolumen >50%/d  Filterbetrieb 24 h/d	Wenig Pflanzzonen, geringe Artenvielfalt möglich  Abgestorbene Biomasse wird entfernt  Wasserreinigung erfolgt durch Biofilm  Starke P - Limitierung  Ganze Wasseraufbereitung aerob  Wasserreinigung durch technische Anlagen - externe Filter (-teiche), Biofilm	Nicht relevant	ausgelegt auf ständige Pflege mit Wasserrückgewinnung <sup>3</sup>  regelmässiger Pflanzenschnitt  Reinigen und Warten der Filter  mindestens wöchentlicher Austrag von Sedimenten ohne grösseren Wasseraustrag  erweitertes Nährstoffmanagement	Helophyten +++- Hydrophyten +---- Zooplankton ---- Biofilm +++++ (In-) Vertebraten ohne Fische ----  Grobfilter +++++ Feinfilter +++++ Biofilter +++++ Kiesfilter etc. +++++  Absaugen von Sedimenten +++++

## 5 Projektierung

### 5.1 Allgemeines

Es ist bei der Projektierung des BSN sicherzustellen, dass mit der Wahl der Kategorie das in der Beratung definierte gewässerökologische Leitbild erreicht werden kann.

Folgende Spezialkenntnisse werden vom Projektierer vorausgesetzt:

- Ökologische Zusammenhänge eines BSN kennen

Mit dem Auftraggeber sind vor der Projektierung allgemeine, projektbezogene Informationen zu folgenden Themen zu beschaffen:

- Ökologische Aufbau und Funktionsweise eines BSN
- Flächenbedarf
- Mögliche Nutzungen am BSN
- Zu erwartender Pflege- und Wartungsaufwand
- Zu erwartende Betriebs- und Unterhaltskosten
- Nennbelastung (auf mind. 10 m<sup>3</sup> Wasservolumen/Badegast und Tag auslegen).

Die Grundlagen der Projektierung sind die Rahmenbedingungen und Ziele des Auftraggebers.

Die Sicherheitsvorschrift der BfU Dokumentationen „Gewässer, Tipps zur Sicherung von Kleingewässern“ ist zu befolgen.

Im BSN dürfen keine Materialien, welche für das System schädliche oder gesundheitsgefährdende Stoffe an das Wasser abgeben, zum Einsatz kommen. Sämtliche einzubauende Materialien müssen vom Projektierenden bestimmt werden. Die Auswahl der zu verwendenden Materialien und die Verarbeitung müssen unter dem Aspekt der Funktionalität, Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit erfolgen (siehe Kapitel 7).

## 5.2 Standortfaktoren

Die physikalisch-chemischen Messwerte des Füllwassers sind in der Projektierung zu beachten und bilden eine Grundlage.

Projektgrundlagen sind:

- Baugrundbeurteilung und Vermessungsdaten
- Eignung des Standorts, bestehende umliegende Vegetationsflächen
- Baugrundbeschaffenheit
- hydrogeologische Gegebenheiten
- Naturgefahren
- Verfügbarkeit von Füllwasser
- kleinklimatische Verhältnisse (insbesondere Wind/Verdunstung)

Die physikalisch-chemischen Messwerte des Füllwassers sind in der Projektierung zu beachten und bilden eine Grundlage.

## 5.3 Baugrund

Der Baugrund und der Unterbau sind nach Norm SIA 318 zu projektieren. Im Besonderen sind die Eigenschaften der vorgesehenen Abdichtung zu beachten.

## 5.4 Bereichsaufteilung und Wasseraufbereitung

### 5.4.1 Pflanzzonen

Die Pflanzzonen dienen der Wasseraufbereitung und Wasserreinigung und sind gemäss Tabelle 3 zu bemessen. Die Schichtstärken sowie die Masstoleranzen der einzubauenden Materialien sind durch den Projektierenden objektbezogen festzulegen. Die Dimensionierung richtet sich nach Art.

5.4.3.

#### **5.4.2 Filterbereich**

Der Filterbereich dient der Wasseraufbereitung und Wasserreinigung und ist gemäss Tabelle 3 zu bemessen. Die Schichtstärken sowie die Masstoleranzen der einzubauenden Materialien sind durch den Projektierenden festzulegen. Die Dimensionierung richtet sich nach Art. 5.4.3.

#### **5.4.3 Dimensionierung der Pflanzzonen und der Filterbereich**

Die Pflanzzonen und/oder der Filterbereich müssen so dimensioniert werden, dass gelöste Verunreinigungen gebunden oder abgebaut werden können.

Die Filterbereiche der Kategorien 4 und 5 sind in Abhängigkeit der Filterleistung zu projektieren. Die Wasserumwälzung darf für maximal 1 Stunde unterbrochen werden.

Bei der Dimensionierung sind die folgenden Faktoren zu beachten:

Projektgrundlagen sind:

- Baugrundbeurteilung und Vermessungsdaten
- Eignung
- Kategorie des BSN
- Qualität des Füllwassers
- Umfeld wie z.B. Bäume, Sträucher u. dgl.
- Kapazität und Regenerierbarkeit des Filters
- Wartungs- und Pflegeaufwand

#### **5.4.4 Mechanische Filter**

Die Leistung des mechanischen Filters ist nach BSN Kategorien zu bemessen. Mechanische Filter müssen zugänglich und gut zu reinigen sein. Automatische Bodenreinigungsgeräte sind als mechanische Filter zu verstehen.

#### **5.4.5 Nutzungsbereich**

Die Oberflächen im Nutzungsbereich müssen so beschaffen sein, dass sie leicht gereinigt werden können. Im Schwimmbereich darf der Boden nicht mit Teichsubstrat abgedeckt werden. Betretbare Oberflächen dürfen nicht angeströmt werden.

#### **5.4.6 Wasserhaushalt**

BSN sind als geschlossenes System zu konzipieren. Ein regelmässiger Wasseraustausch ist nicht vorzusehen.

#### **5.5 Randabschlüsse**

Die Randabschlüsse sind so auszubilden, dass das Eindringen von Oberflächenwasser sowie das unkontrollierte Auslaufen von Teichwasser ausgeschlossen sind. Die Randabschlüsse müssen trittfest dimensioniert werden, damit die Abdichtungen bei der Nutzung und Pflege des BSN nicht beschädigt werden. Randabschlüsse sind so zu projektieren, dass kein Wasser durch Kapillarität aus dem BSN gezogen wird.

#### **5.6 Entwässerung**

Überschusswasser ist lediglich über kontrollierte Überläufe abzuführen.

Für die Projektierung der Entwässerung gilt SN 592 000.

#### **5.7 Abdichtungen**

##### **5.7.1 Allgemeine Anforderungen**

Der Untergrund muss so hergestellt werden, dass keine Beschädigungen der Abdichtungen entstehen können. Um punktuelle Belastungen der Abdichtungen durch technische Einbauten wie Brücken, Stege, Steine und Einstiege zu verhindern, sind druckverteilende Massnahmen zu projektieren.

##### **5.7.2 Schutzlagen**

Die Abdichtung ist gegen mechanische Beschädigungen zu schützen. Betonschutzschichten dürfen nur unter der Abdichtung verwendet werden. Es dürfen keine Materialien mit Unverträglichkeiten ohne Trennlage verwendet werden. Schutzlagen müssen alkalibeständig sein.

### 5.7.3 Abdichtungsbahnen

Abdichtungen müssen nach Norm SIA 270 „Abdichtungen und Entwässerungen – Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen“ und Norm „SIA 272 Projektierung und Ausführung von Massnahmen zum Schutz von Bauwerken vor Wasser“ projektiert werden.

Mindestdicken von Kunststoff-Dichtungsbahnen:

EPDM		1,00 mm
FPO <sup>1</sup> (TPO)		1,20 mm
PVC weich	homogen bewehrt	1,50 mm
PVC weich	gewebebewehrt	1,20 mm

<sup>1</sup> Flexible Polyolefine ist die Bezeichnung für die Gruppe der thermoplastischen Kunststoff-Dichtungsbahnen auf der Basis von Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP). Es wird auch der Begriff TPO für thermoplastische Polyolefine verwendet.

## 5.8 Technische Einrichtungen

### 5.8.1 Allgemeines

Werden technische Einrichtungen eingesetzt, haben diese die ökologische und hygienische Stabilität eines Badeteiches zu unterstützen, sowie die Pflege und Wartung zu erleichtern. Gefahren für Badegäste, insbesondere bei Ansaugstutzen und Skimmern, müssen verhindert werden. Die der Kategorie entsprechenden Biozönosen dürfen durch den Betrieb der technischen Einrichtungen nicht beeinträchtigt werden. Grundsätzlich ist die natürliche Selbstreinigung des BSN zu fördern. Die Hydraulik der technischen Einrichtungen im BSN ist der Grösse, dem System, sowie der Nennbelastung anzupassen und zu projektieren.

### 5.8.2 Pumpen und Leitungen

Für Pumpenschächte und Technikräume ist eine Belüftung und Entwässerung vorzusehen und die Bestimmungen der gültigen NIN- Niederspannungs-Installations-Norm zu beachten. Das umzuwälzende Wasservolumen ist auf das entsprechende BSN festzulegen.

Für Druck- und Saugleitungen im Frostbereich sind Entleerungen vorzusehen.

### **5.8.3 Wehre**

Bei BSN der Kategorien 2 sind Überlaufwehre (z.B. Skimmer, Überlaufrippen) so zu projektieren, dass der Grossteil der geförderten Wassermenge eine Oberflächenströmung erzeugt, um Feststoffe abzusaugen. Die Oberflächenströmung hat sich auf den Nutzungsbereich zu beschränken. Bei BSN der Kategorien 3, 4 und 5 ist eine Durchströmung tieferer Bereiche gestattet. Wehre sind unter Beachtung der Hauptwindrichtung und einer einfachen Wartung im Uferbereich des BSN zu projektieren. Wehre müssen so ausgeführt werden, dass Wirbeltiere das Wehr aus eigener Kraft verlassen können. Bei der Verwendung von starren Wehren ist ein Ausgleichsbehälter oder -becken vorzusehen, welches mindestens das Verdrängungsvolumen bei Nennbelastung ausgleichen kann.

### **5.8.4 Solarheizungen**

Solarheizungen dürfen, um Verkeimungen im Erwärmungskreislauf zu verhindern, ausschliesslich mit einem vom BSN getrennten Kreislauf und einem geeigneten Wärmetauscher betrieben werden.

## **5.9 Einbauten und Einrichtungen**

Einbauten und Einrichtungen (z.B. Treppen und Gegenstromanlagen) sind so zu projektieren, dass keine Beeinträchtigungen für die ökologische Stabilität entstehen. Einbauten und Einrichtungen sind mit rutschhemmenden und nicht scharfkantigen Oberflächen zu projektieren. Der Abstand eines Steges zur Wasseroberfläche ist so zu wählen, dass ein Unterschwimmen nicht möglich ist.

## **5.10 Substrate und Bepflanzung**

### **5.10.1 Substrate**

Substrate sind auf die Kategorie des BSN abzustimmen. Substrate aus organischen Substanzen müssen in den BSN-Kategorien 1 bis 3 mit Lehm oder Ähnlichem abgedeckt werden. Aerobe und anaerobe Bereiche müssen getrennt werden. Anaerobe Bereiche dürfen nicht angeströmt werden.

### **5.10.2 Bepflanzung**

Die Wahl der Pflanzen ist auf das Leitbild der jeweiligen Kategorie und die zu erwartende Wasserbeschaffenheit abzustimmen. Die Auswahl der Pflanzenarten und -sorten hat klima- und standortgerecht zu erfolgen. Des Weiteren sind die übliche Entwicklung der Pflanzen und das gegenseitige Konkurrenzverhalten zu berücksichtigen.

In den angeströmten, aeroben Bereichen der Kategorien 4 und 5 müssen wurzelnackte Wasserpflanzen verwendet werden. Zusätzlich können handelsübliche Wasserpflanzen in geschlossenen Pflanzengefäßen mit Lehmabdichtung zum Einsatz kommen.

## **5.11 Befüllung des BSN**

### **5.11.1 Vor dem Füllen**

Das Füllwasser hat den projektierten Eckwerten zu entsprechen. Vor der Füllung ist vom vorgesehenen Füllwasser eine Probe zu nehmen und zu analysieren.

### **5.11.2 Nach dem Füllen**

Das eingefüllte Wasser ist hinsichtlich der Nährstoffbilanz zu analysieren.

## **5.12 Projektdokumentation**

Die Projektierung des BSN ist zu dokumentieren.

Die Projektdokumentation enthält die folgenden Informationen:

- Grundlagen der Projektierung
- Revisionspläne
- Bewilligungen und Auflagen
- Systembeschreibung
- Funktionsschema
- Projektdokumentation
- Protokolle von Abnahme und Inbetriebnahme
- Betriebs- und Pflegeanleitung
- Ausführungsdokumentation

## **6 Bauausführung**

### **6.1 Allgemeines**

Die Bauausführung und die Ausführungsdetails haben grundsätzlich nach den Vorgaben der Projektierung zu erfolgen. Der Eintrag von Fremdstoffen (nicht für den Bau vorgesehene Materialien, insbesondere organische Stoffe) in das BSN ist zu vermeiden.

### **6.2 Baugrund**

Der Baugrund ist gemäss SIA 318, Art. 5.2.4, Tab. 8 in schwerer Verdichtung auszuführen. Die Setzungstoleranz beträgt 2% der eingebauten Schichtdicken. Die Toleranz der Einbaukoten für das Planum beträgt  $\pm 30\text{mm}$ .

### **6.3 Bereichsaufteilung und Wasseraufbereitung**

#### **6.3.1 Pflanzzonen und Filterbereich**

Sind Schichten geplant, dürfen diese beim Einbau nicht vermischt werden.

#### **6.3.2 Nutzungsbereich**

Die Materialien im Nutzungsbereich dürfen sich bei der Nutzung nicht verschieben.

### **6.4 Randabschlüsse**

Die Randabschlüsse dürfen eine maximale Abweichung der Sollkote von 10 mm aufweisen.

### **6.5 Entwässerung**

Für die Ausführung von Entwässerungen gilt SN 592 000

### **6.6 Abdichtungen**

#### **6.6.1 Allgemeine Anforderungen**

Abdichtungen dürfen beim Einbau von weiteren Materialien nicht beschädigt werden.

### **6.6.2 Verlegung der Abdichtungen**

Die Vorgaben der jeweiligen Hersteller bezüglich der Systemaufbauten und der Verarbeitung der Abdichtungen sind einzuhalten.

### **6.6.3 Schweissnähte**

Thermoplastische Kunststoff-Dichtungsbahnen sind mit Heissluft- bzw. Heizkeilschweissung zu verbinden. Fugennähte (Schweissnähte) sind nach Norm SN EN 12 316-2 Abdichtungsbahnen - Bestimmung des Schälwiderstandes der Fugennähte – Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen und Norm SN EN 12 317-2 Abdichtungsbahnen - Bestimmung des Scherwiderstandes der Fugennähte - Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen auszuführen.

Durchdringungen, welche tiefer als 1.00 m unter dem Wasserstand liegen, sind mit Klemmflanschen gemäss SIA-Norm 272, Ziffer 2.4.8 „Durchdringungen“ auszuführen.

### **6.6.4 Anforderungen bezüglich Falten im sichtbaren Bereich**

Sichtbare Abdichtungsbahnen sind faltenfrei zu verlegen, Wellen sind zulässig.

### **6.6.5 Anforderungen bezüglich Falten im nicht sichtbaren Bereich**

Quetschfalten sind zulässig. Das Kapillarwasser wird rückgeführt in den BSN.

## **6.7 Technische Einrichtungen**

### **6.7.1 Wehre (Überlaufrinnen)**

Überlaufrinnen und starre Wehre müssen so gebaut werden, dass sie auf der ganzen Länge überströmt werden.

## **6.8 Einbauten und Einrichtungen**

Die einzubauenden Materialien sind gemäss Vorgabe der Projektierung zu reinigen und erst danach einzubauen.

## **6.9 Substrate und Bepflanzung**

### **6.9.1 Allgemeines**

Wasserpflanzen müssen den Kategorien entsprechend standortgerecht gepflanzt werden.

### **6.9.2 Substrate**

Die einzubauenden Materialien sind vor dem Einbau gründlich zu reinigen.

### **6.9.2 Bepflanzung**

Die Bepflanzung ist als Initialbepflanzung zu verstehen. Daher können Pflanzen ihren Standort und ihre Ausdehnung verändern. Manche Arten können ganz verschwinden.

Die Bepflanzung ist dann als erfolgreich anzusehen, wenn sie bei einer Prüfung der Bestände frühestens im Juni der 2. Vegetationsperiode folgende Eigenschaften aufweist: 2/3 der Arten der Erstbepflanzung müssen mindestens zur Hälfte nachweisbar sein.

## **7 Baustoffe**

### **7.1 Untergrundmaterial**

Das Untergrundmaterial hat der Norm SIA 318 zu entsprechen.

### **7.2 Holz**

Es sind nur Holzarten zu verwenden, die für Wasserbaumassnahmen geeignet sind, und keine nachhaltig negativen Auswirkungen auf die ökologische Stabilität haben.

### **7.3 Substrate**

Die zu verwendenden Substrate dürfen keine löslichen Schadstoffe enthalten, welche sich nachhaltig auf die Biozönose negativ auswirken könnten.

### **7.4 Metalle**

Metalle müssen dauerhaft korrosionsbeständig sein. Unterschiedliche Metalle dürfen nicht miteinander verbunden werden. Es dürfen keine phosphathaltigen Beizen und Reinigungsmittel verwendet werden.

### **7.5 Kunststoffe**

Kunststoffe dürfen nicht absplittern, und müssen UV-stabil und frostbeständig sein.

## 8 Literaturverzeichnis

ÖNORM L 1128 Schwimmteiche und Naturpools - Anforderungen an Angebotslegung, Planung, Bau, Betrieb und Sanierung Ausgabe 15.2.2013

Fachempfehlung für den Bau von öffentlichen, künstlich angelegten Badeteichen (SVBP)

Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten:

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaft Wädenswil, Lehrgang Schwimmteichbauer

[www.zhaw.ch](http://www.zhaw.ch)

## 9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Einteilung des BSN in Kategorien

Tab. 2: Zuordnung gewässerökologischer Leitbilder zu den technischen Kategorien

Tab. 3: Eigenschaften von Kategorien

Tab. 4: Parameter und Referenzmethode

Quellenverweis der Tabellen:

Tabelle 1, 2, 3, 4: Kommission der Fachempfehlung

## 10 Anhang (normativ)

### 10.1 Parametern und Referenzmethoden

Der Nährstoffgehalt von stehenden Gewässern darf höchstens eine mittlere Produktion von Biomasse zulassen. Der Gesamt-Phosphor und bioverfügbare Phosphor sind zu limitieren. Die übrigen Richtwerte haben empfehlenden Charakter. Die Richtwerte sind im Jahresverlauf zu betrachten, einzelne Spitzenbelastungen sind möglich.

**Tabelle 4: Parameter / Referenzmethode**

Parameter	Einheit	Richtwert	Referenzmethode
pH-Wert		8-8.5	
Sauerstoff	%	> 80	
Elektrische Leitfähigkeit (20°C)	µS/cm	< 600	
Redoxpotential	mV	100-250	
Gesamtphosphor Kategorien 1-3	µg/l P	30	DIN 38405 D11-4
Gesamtphosphor Kategorien 4-5	µg/l P	10	DIN 38405 D11-4
Gesamt-N	mg/l N	< 5	EN ISO 11905-1
Ammonium	mg/l N	< 0.2	DIN 38406 E5-1
Nitrit	mg/l N	0.1	DIN 38405 D10
Nitrat	mg/l N	< 3	DIN 38405 D9-2
TOC Kategorien	mg/l C	< 3	DIN 38409-H3
Säurekapazität $K_{S\ 4,3}$ Entspricht Carbonathärte	mmol/l dH°	>2 >5.6	DIN 38409-7

## 11 Anhang (informativ)

### Bestimmung des extrahierbaren Gesamtphosphors mit 1n HCl

#### Allgemeines

*WESNER, W., DIAMANT A., FUCHS, A. Bestimmung des extrahierbaren Gesamtphosphors mit 1n HCl, Formblatt ASC-A-0003 (2012). URL: <http://www.asceuropa.org> (2012-10-01)*

Entscheidend für die Wasserqualität und den Pflegeaufwand eines biologisch aufbereiteten Gewässers ist die sorgfältige Auswahl der Baumaterialien. Denn diese Gewässer sind dadurch definiert, dass Algen- und Biofilmwachstum durch Nährstofflimitierung begrenzt werden. Werden ständig Nährstoffe aus den Baumaterialien herausgelöst, so kann keine Limitierung erreicht werden.

Die Resultate sind:

- Kiesschüttungen mit Fadenalgen
- grünes Wasser oder
- ständig wiederkehrende, massive Beläge an allen Oberflächen.

Phosphor ist das in Schwimmteichen und Naturpools zu limitierende Element. Daher ist es von Interesse, wie viel biologisch verfügbarer Phosphor durch Baumaterial eingebracht wird. Ein wässriger Auszug der Materialien liefert keinen Anhaltspunkt, da Biofilme, Algen und Pflanzen durch die Abgabe von Kohlensäure und organischen Säuren die an Kalzium oder Eisen gebundenen Phosphate mobilisieren. Auch organisch gebundenes Phosphat wird durch den Biofilm genutzt. Der mit 1n HCl extrahierbare Gesamtphosphor ermöglicht eine quantitative Aussage über die Eignung eines Baumaterials für den Einsatz in Schwimmteichen und Naturpools.

Die Bestimmung des extrahierbaren Gesamtphosphors mit 1n HCl ist eine reproduzierbare Methode, mit der bestimmt werden kann, wie viel Phosphor sich aus dem zu untersuchenden Material unter den Bedingungen in biologisch aufbereiteten Gewässern lösen kann. Bei dieser Analyse wird jedoch nicht der Gesamtgehalt an Phosphor eines Materials bestimmt, denn dieser kann wesentlich höher liegen. Diese Methode ist mit einer beschleunigten Verwitterung zu vergleichen; es werden jene Phosphate erfasst, die sich unter natürlichen Bedingungen in den

ersten Jahren in einem Schwimmteich oder Naturpool lösen können. Die Methode kann universell für alle Baumaterialien angewendet werden.

### **Probenahme**

Mineralische Baumaterialien (Kiese, Bruch, Substrate u. dgl.) weisen als Folge ihrer Entstehungsgeschichte oft große Inhomogenitäten bezüglich des Phosphorgehaltes auf. Um die Inhomogenitäten des beprobten Materials auszugleichen, werden von einem Material mindestens drei repräsentative Mischproben entnommen, die in drei Parallelansätzen verarbeitet werden. Nur wenn die Ergebnisse aller drei Proben in der gleichen Größenordnung liegen bzw. zumindest zwei Proben ähnliche Ergebnisse liefern und der dritte Wert darunter liegt, kann davon ausgegangen werden, dass die Analyse den Sachverhalt richtig darstellt. Anderenfalls ist die Inhomogenität zu hoch, sodass weitere Probenahmen und Bestimmungen zur statistischen Absicherung des Ergebnisses durchgeführt werden müssen. Von aushärtenden Baumaterialien (z.B. Zement, Mörtel Fliesenkleber, Fugenmasse) werden für die Analyse Probekörper hergestellt. Dabei sind die Angaben vom Hersteller bezüglich Verarbeitung, Aushärtezeiten u. dgl. unbedingt einzuhalten.

### **Analyse**

1 Masseteil des zu beprobenden Materials wird mit 2 Masseteilen von 1-normaler Salzsäure versetzt und anschließend 16 Stunden intensiv geschüttelt. Nach dem Absetzen der Trübung wird der klare Überstand entnommen (zur Beschleunigung des Absetzvorganges kann zentrifugiert werden), und mit dem gleichen Volumen eines stark sauren Kationenaustauschharzes in der H<sup>+</sup> - Form zur Enthärtung versetzt. Danach wird 1 Minute intensiv geschüttelt. Die Ionenaustauschkapazität des Harzes muss mindestens 1 val/kg betragen.

ANMERKUNG Der Schritt der Enthärtung ist erforderlich, da hohe Kalziumkonzentrationen die Analyse stören. Auch zu hohe Eisen- und Aluminiumkonzentrationen, die ebenso störend wirken können, werden dabei entfernt. Aus der enthärteten Lösung wird ein Aliquot entnommen und mit 39 Teilen destilliertem Wasser (1:40) verdünnt.

Der verdünnten Lösung wird ein Viertel des Volumens 5%ige Kaliumperoxodisulfat (K) Lösung zugesetzt (1 Teil K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> Lösung + 4 Teile verdünntes Aliquot). Diese Lösung wird bei 130 °C für 30 Minuten im Sanoklav inkubiert. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgt die P-Bestimmung nach Murphy und Riley mit photometrischer Messung bei 890 nm Wellenlänge. Der gemessene Phosphorgehalt wird auf die Einwaage bezogen. Die Angabe des Ergebnisses erfolgt in mg

extrahierbarer Gesamtphosphor pro kg Probematerial.

### **Interpretation der Ergebnisse**

An Hand der Ergebnisse der Analyse kann ein „worst-Case-Szenario“ abgeschätzt werden. Dabei geht man davon aus, dass innerhalb einer Saison unter Einwirkung der Biologie der gesamte extrahierbare Phosphor in Lösung gebracht und in Biomasse umgewandelt wird. Dazu wird die Menge an extrahierbaren Phosphat pro kg mit der eingesetzten Masse des jeweiligen Baustoffes multipliziert.

Beispiel:

Die Analyse ergibt für einen Kies einen Wert von 1mg/kg P, es werden 10 Tonnen von diesem Kies eingebaut, die Menge des mit dem Kies eingebrachten Phosphors beträgt daher  $10\,000 \times 1\text{ mg} = 10\text{ g}$ . Die Mengen des extrahierbaren Phosphors aller Baustoffe in einem Gewässer werden addiert. Zu erwartende Einträge durch Füllwasser u. dgl. werden ebenfalls dazu gerechnet. Aus dieser Summe lässt sich über die Faustregel, dass bei Biomasse der Phosphorgehalt etwa ein Tausendstel der Masse ausmacht, eine maximale Biomasseentwicklung abschätzen. Aus 10g Phosphor wie im Beispiel (ohne andere Baumaterialien oder Einträge zu berücksichtigen) kann die Biomasseentwicklung von maximal 10kg prognostiziert werden.

Kiese mit Gehalten unter 6 mg P /kg sind verfügbar und werden unter Maßgabe der oben angeführten Überlegungen (Mengenbegrenzung) zum Einbau empfohlen.

**Kommission:**

Präsident Franz Folghera, SVBP

**Mitglieder:**

Jürg Abderhalden, SVBP

Ueli Egli, SVBP

Christian Erni, SVBP

Matthias Frei, ASC Schweiz

Michael Gut, SVBP

Stefan Lehnert, SVBP

Renate Schiegg, SVBP

Peter Susewind, Jardin Suisse

**Redaktion:**

Peter Bosshard, Bauberatung, Rutschwil