

# Biodiversität der Kieselalgen in naturnahen Quellen des Sihlwaldes

Lukas Taxböck

*Institut für Systematische Botanik, Universität Zürich, Zollikerstrasse 107, 8008;*

*lukas.taxboeck@systbot.uzh.ch*

---

## **Zusammenfassung**

Quellen gehören zu den am geringsten beeinträchtigten Fließgewässern der Schweiz und bieten wegen ihrer vielfältigen Mikrohabitate diversen Organismen einen Lebensraum. Im Perimeter des Wildnisparkes Zürich wurde die Kieselalgenbiodiversität von 6 naturnahen Quellen untersucht. Total wurden 157 Arten oder subspezifische Taxa gefunden. Dies entspricht etwa 10% der Kieselalgenbiodiversität der Schweiz. Über  $\frac{1}{4}$  der gefundenen Arten gelten als bedroht und über die Hälfte sind Arten, die in den Fließgewässern der Schweiz nicht so oft gefunden werden. Die meisten Arten sind Indikatoren für ökologisch intakte Gewässer und bevorzugen Lebensräume die nicht durch organische Belastungen gestört sind.

## **Kieselalgen**

Kieselalgen, auch Diatomeen genannt, faszinieren wegen ihrer vielfältigen Formen und ornamentierten Zellschalen Forscher und Naturfreunde seit über 2 Jahrhunderten. Kieselalgen sind Einzeller die eine Zellwand aus Kieselsäure (Silikat) besitzen. Diese Zellwände sind sehr robust und artspezifisch ausgeprägt. Um Kieselalgen für die Untersuchung und Artbestimmungen zu präparieren, werden sie in Säuren vom organischen Material befreit. Die übrig bleibenden verkieselten Schalen werden in Kunstharz eingebettet, wo sie praktisch unbeschränkt haltbar sind und im Mikroskop untersucht werden können (Abb. 1). Sammlungen früherer Forscher sind teilweise noch erhalten, beispielsweise die aus tausenden von Einzelproben bestehende Kollektion von Friedrich Meister, einem Horgener Sekundarlehrer, der anfangs des 20. Jahrhunderts sehr aktiv Kieselalgen sammelte.

Kieselalgen sind Kosmopoliten, die in allen Lebensräumen vorkommen, sobald etwas Feuchtigkeit und Licht vorhanden ist. Sie dienen anderen Lebewesen nicht nur als Nahrungsgrundlage sondern sie tragen einen beachtlichen Teil der weltweiten Sauerstoffproduktion aller fotosynthetisch aktiven Lebewesen bei. In der Regel pflanzen sie sich durch Zellteilung fort, dadurch wird ein Teil der Tochterzellen aber immer kleiner, ab einer minimalen Grösse können sich die Kieselalgen auch sexuell vermehren (Krammer et al. 1986).

Viele Kieselalgen reagieren sehr sensibel auf Veränderungen der Umwelt, sie werden daher als Bioindikatoren genutzt. Diese Eigenschaft wird für den Schweizerischen Kieselalgenindex (DI-CH) zur Beurteilung der Belastung von Fließgewässern genutzt (Hürlimann et al. 2007). So lassen sich nicht nur heutige Fließgewässer untersuchen, sondern auch Kieselalgen vergangener Zeiten. In Sedimenten heutiger Gewässer lassen sich Umweltbedingungen über Jahrhunderte zurück rekonstruieren oder in fossilen Ablagerungen über Jahrmillionen. Auch Sammlungen wie diejenige von Friedrich Meister gewähren wertvolle Blicke zurück in frühere Lebensräume und der damaligen Umweltbedingungen.

## **Quellen**

Quellen sind spezielle Lebensräume mit einem inselartigen Charakter. Erst in den letzten 20 Jahren sind sie in den Fokus umfassender Forschungsprojekte gerückt (Cantonati et al. 2012). Quellen sind einerseits sehr stabile Habitate, deren Wasserchemismus von den geologischen Eigenschaften des Grundwasserträgers abhängt und saisonal kaum schwankende pH- oder Temperaturwerte aufweist. Andererseits gibt es sehr viele unterschiedliche Arten von Quellen, die sich stark betreffend Anzahl verfügbarer Mikrohabitate, Chemismus, Lichtverfügbarkeit oder ihrer Erschliessung mit anderen Lebensräumen unterscheiden (Glazier 2009). Quellen können einen wertvollen Beitrag zum Erhalt der Biodiversi-

tät von Süßwasserarten aus verschiedenen Organismengruppen leisten. So wurden in den letzten Jahren nicht nur verschiedene für die Wissenschaft neue Kieselalgenarten (Cantonati et al. 2010a, Cantonati et al. 2010b), sondern auch eine neue Kieselalgen-gattung aus naturnahen Quellen beschrieben (Cantonati et al. 2009). Dennoch sind Quellen als Lebensräume unter Druck geraten. Sie werden nicht nur durch die Nutzung als Trinkwasserfassungen sondern auch zunehmend auch in den Alpen als Wasserlieferanten für Skikanonen genutzt und dabei oft nachhaltig gestört. Zwischen 1884 und 1990 sind im Schweizerischen Mittelland 94 % der Quellen gefasst worden und nur noch 6 % sind in einem ökologisch intakten Zustand (Zollhöfer 1999). In der Schweiz wurde die Algendiversität in Quellen bis anhin nur mangelhaft untersucht. So wurden verschiedene Algengruppen aus einzelnen Quellen um Davos (Messikommer 1942), aus dem Schweizerischen Nationalpark (Schanz 1983) und die Kieselalgen aus Mittellandquellen (Taxböck et al. 2007) studiert.

Daher wurde im Rahmen einer noch laufenden Doktorarbeit an der Universität Zürich die Biodiversität von Kieselalgen in naturnahen Schweizer Quellen untersucht. Die Quellen des Sihlwaldes waren Bestandteil dieser Untersuchung. Im vorliegenden Bericht sollen die Resultate der Sihlwaldquellen gesondert betrachtet und im Vergleich mit den übrigen Quellen interpretiert werden.

## Untersuchungsmethoden

Im Juli 2010 wurden sechs naturnahe Quellen im Sihlwald untersucht. Den Standorten wurden fortlaufende Nummern vergeben (SIH101-SIH106). Bei allen Quellen wurden die Schweizer Koordinaten und die Höhe über Meer [m] mit der digitalen Landeskarte der Schweiz bestimmt (swisstopo 2012). Die abiotischen Parameter pH, Leitfähigkeit [ $\mu\text{S cm}^{-2}$ ] und Temperatur [ $^{\circ}\text{C}$ ] wurden mit einer tragbaren, digitalen Sonde gemessen (Hach-Lange HQ40D mit den Sonden PHC (pH,  $^{\circ}\text{C}$ ) und CDC ( $\mu\text{S cm}^{-2}$ )). Beschattung und Abflussgeschwindigkeit wurden mit Hilfe einer 5-stufigen Skala geschätzt (nach Cantonati et al. 2007).

An jedem Standort wurden die vorhandenen Mikrohabitate Stein, Moos, Laub und Sediment einzeln untersucht. In Quellen werden in der Regel viele Tausend Kieselalgen-Individuen pro  $\text{cm}^2$  gefunden. Die auf der Oberfläche der Steine wachsenden Kieselalgen wurden mit einer Bürste vom Substrat geschrubbt und das Sediment oberflächlich abpipettiert. Moos und Laub wurde als ganze Substrate mitgenommen. Die Kieselalgen wurden nach gängigen Methoden in einem ersten Schritt mit Salzsäure (conc. HCl) entkalkt und in einem zweiten Schritt mit Schwefelsäure (conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) und Kaliumnitrat ( $\text{KNO}_3$ ) von organischen Substanzen gereinigt (Hürlimann et al. 2007). Die Schalen wurden in Naphrax (Brechungsindex = 1.74) eingebettet. Die Artbestimmung erfolgte mit dem Lichtmikroskop (Olympus Vanox AH-2) mit Differential-Interferenz-Kontrast bei 1000facher Vergrös-

serung (Öl-Immersion). Bestimmungen bis auf Artniveau und nomenklatorische Konzepte richteten sich nach der *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (Krammer et al. 1986, 1991a, 1991b, 2007) und Hofmann et al. (2011). Ergänzend wurden für verschiedene Gattungen einzelne Bände der Reihen *Diatoms of Europe* (Krammer 2000, 2002a, 2002b, Lange-Bertalot 2001, 2011, Levkov 2009), *Iconographia Diatomologica* (Lange-Bertalot et al. 1996, Reichardt 1999, Reichardt 2004, Werum et al. 2004) und *Bibliotheca Diatomologica* (Krammer 1997a, Krammer 1997b) konsultiert. Für jede Quelle ergab sich so eine Artenliste, die sich aus den auf den verschiedenen Substraten gefunden Kieselalgenarten zusammensetzte. Jeder Art wurden die autökologischen Kennzahlen nach van Dam et al.

(1994) und dem Schweizerischen Kieselalgenindex DI-CH zugewiesen. Im Index nach van Dam et al. wird jede Art nach ihren Präferenzen bezüglich pH und organischer Belastung des Lebensraumes eingeteilt. Die pH-Einteilung beinhaltet die Kategorien: acidobiontisch, acidophil, circumneutral, alkaliphil, alkalibiontisch. Die Einteilung im Saprobieindex erfolgt je nach Toleranz der jeweiligen Art nach den Kategorien: oligosaprob,  $\beta$ -mesosaprob,  $\alpha$ -mesosaprob,  $\alpha$ -meso- / polysaprob, polysaprob.

Der Kieselalgenindex DI-CH weist jeder Art einen Indikationswert über die Gewässergüte des Lebensraumes zu, den die Art bevorzugt besiedelt: sehr gut, gut, mässig, unbefriedigend, schlecht.



**Abb. 1:** Übersicht eines Kieselalgenpräparates bei 200facher Vergrößerung. Sichtbar sind die präparierten Schalen der unterschiedlichen Kieselalgenarten. Der Massstab zeigt eine Länge von 1/20 Millimeter. (Foto: Lukas Taxböck).

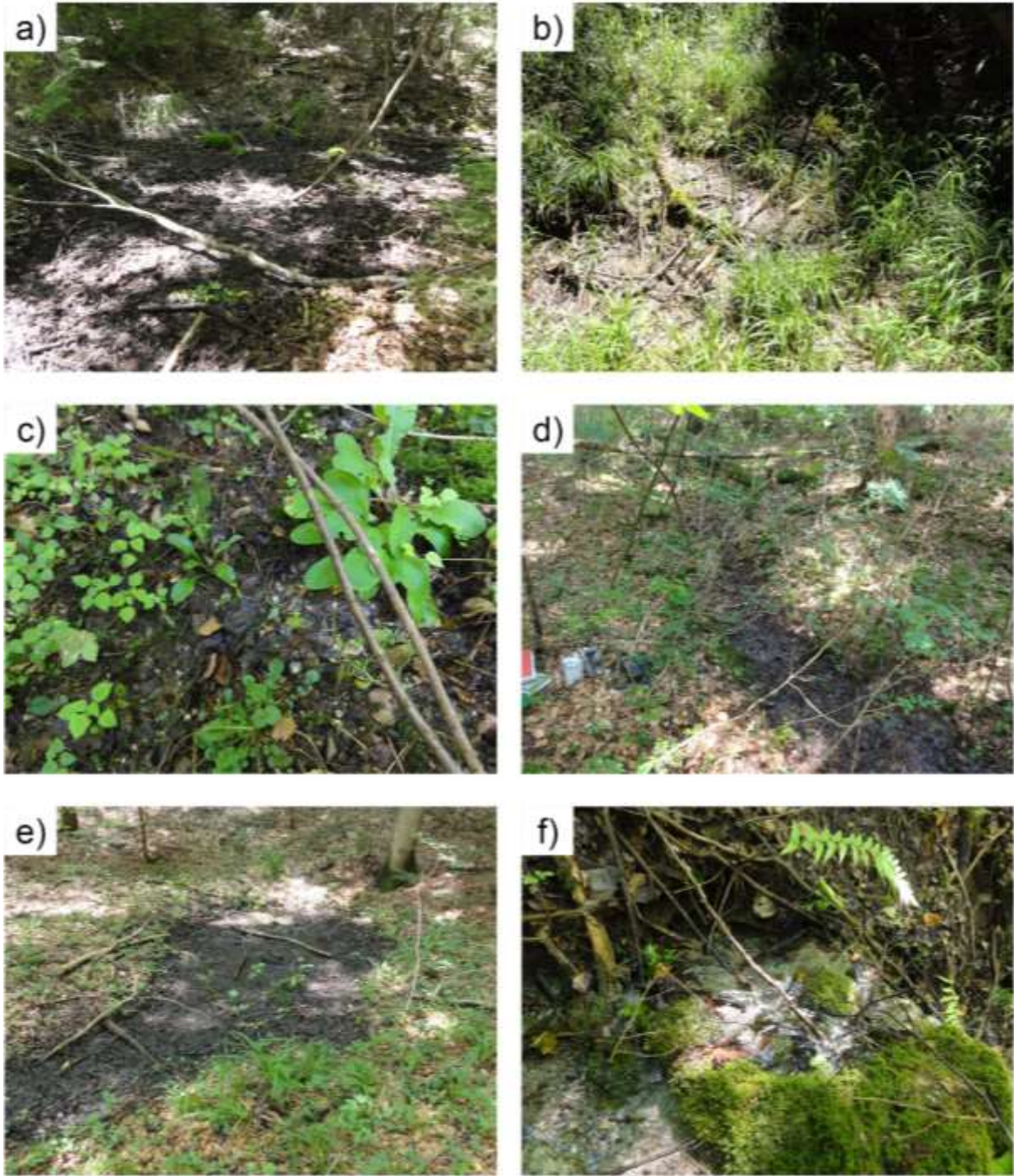
## Resultate

Fünf der untersuchten Quellen waren Sickerquellen (Helocrenen) und eine war eine gefasste Sturzquelle (Rheocrene) (Abb. 2). Alle Quellen befanden sich im Perimeter des Wildnisparkes Zürich. Die gemessenen pH-Werte lagen zwischen 6.9 - 7.5, die Leitfähigkeit zwischen 423 - 697  $\mu\text{S cm}^{-2}$  und die Temperaturen zwischen 11.5 - 21.7 °C. Alle Quellen befanden sich im Wald, dementsprechend war die Beschattung hoch (ordinale Werte zwischen 4 - 5 in Tabelle 2).

Insgesamt konnten 157 Arten oder subspezifische Taxa aus 49 Gattungen identifiziert werden (Tabelle 3 im Anhang). Drei Gattungen waren mit mindestens 10 Arten vertreten: *Gomphonema* (20 Arten), *Achnantheidium* (11 Arten) und *Navicula* (10 Arten). Durchschnitt-

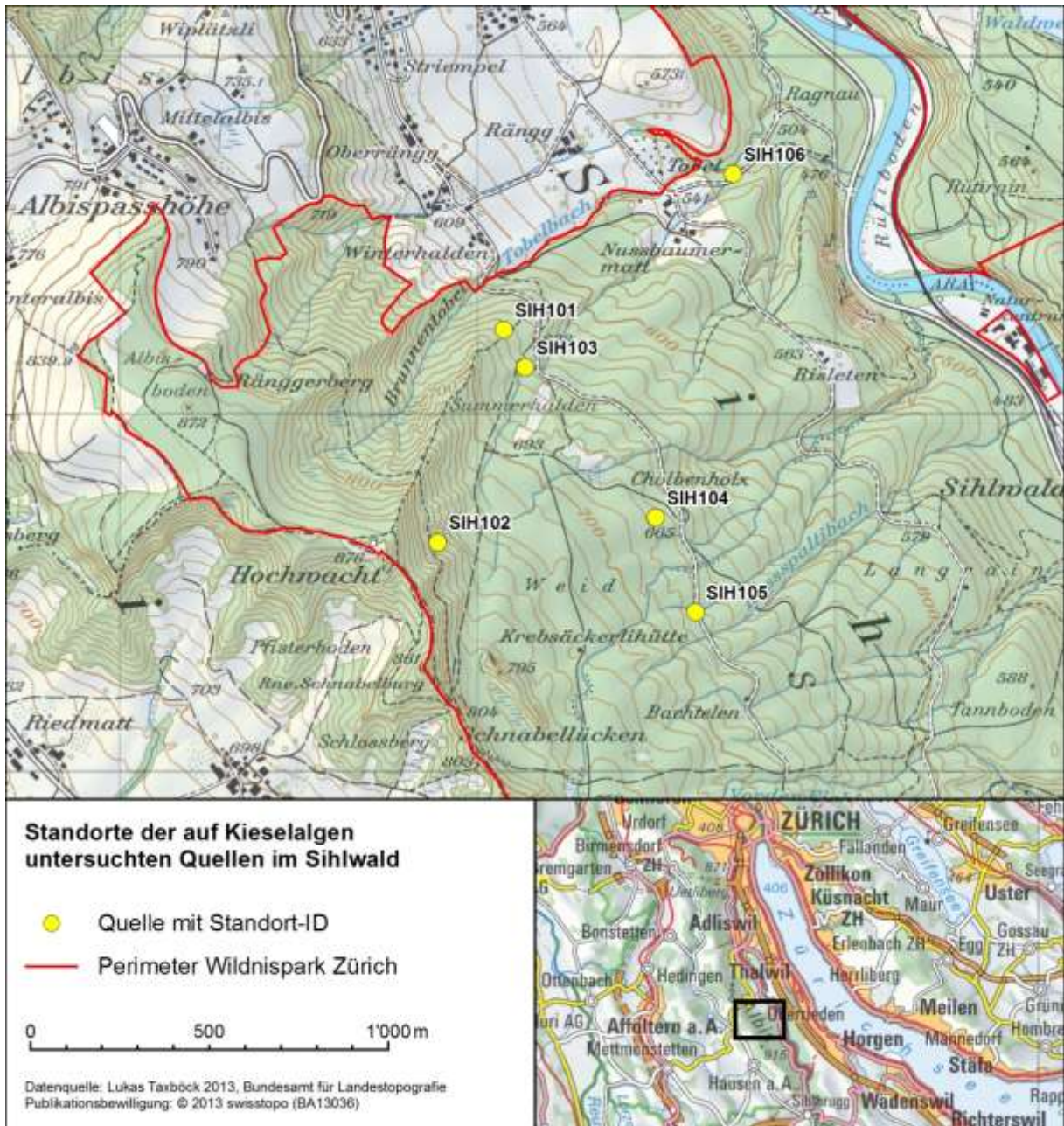
lich fanden sich pro Quelle 49 Taxa. Im Schnitt konnten pro Quelle 25 % der Arten einer Gefährdungskategorie der Roten Liste (Lange-Bertalot 1996) zugewiesen werden, 35 % gelten als nicht bedroht und von 40 % der Arten gibt es keine Angaben zum Gefährdungsstatus (Tabelle 1).

Für 44 % der Taxa gibt es einen Eintrag im Schweizerischen Kieselalgenindex DI-CH. Von den gefundenen Arten, die einen Indikationswert im DI-CH besitzen, sprechen die meisten Arten (=73 %) für „sehr gute“ bis „gute“ Qualität des Fließgewässers (Abb. 5). Die meisten Arten mit den autökologischen Einteilungen nach van Dam et al. indizieren einen neutralen bis leicht basischen pH und sind nicht bis wenig tolerant gegenüber organischen Verschmutzungen (=85 %) (Abb. 4).



**Abb. 2, a-f:** Die sechs untersuchten Quellen mit den Standortbezeichnungen a) SIH101, b) SIH102, c) SIH103, d) SIH104, e) SIH105 und f) SIH106. Die Quellen SIH101 - SIH105 sind Sickerquellen (Helocrenen). SIH106 ist eine gefasste Sturzquelle (Rheocrene), die Quelle selbst ist unterirdisch gefasst und mündet in ein Betonrohr, der naturnahe Abfluss erfolgt über Moospolster und Kalktuff.





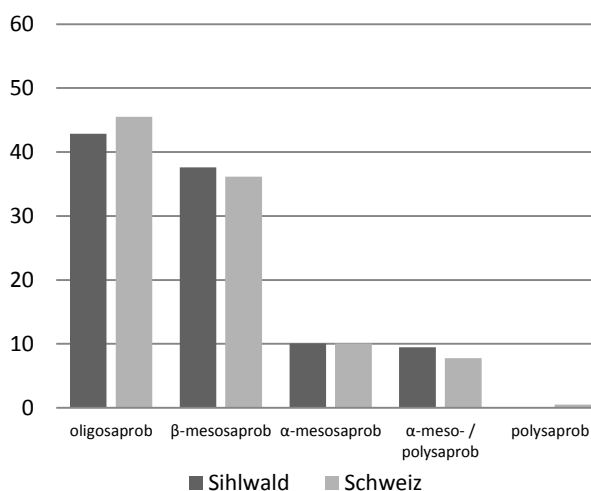
**Abb. 3:** Die Standorte der 6 untersuchten Standorte. Alle Standorte befinden sich innerhalb des Perimeters des Wildnisparkes Zürich. Karte erstellt von Ronald Schmidt, Stiftung Wildnispark Zürich.

**Tabelle 1:** Anzahl Arten und Gattungen pro Standort und die jeweiligen relativen Anteile an Rote Liste Arten und DI-CH Arten und die Klassifizierungen der Saprobie und des DI-CH in %.

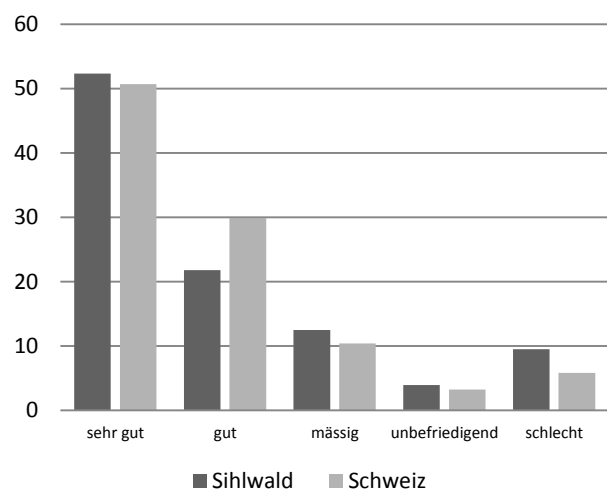
Standort	Artenzahl	Anzahl Gattungen	Rote Liste Arten in %			DI-CH Arten in %		Saprobieklassifizierung nach van Dam et al. (1994) in %					DI-CH Klassifizierung nach Hürlimann et al. (2007) in %				
			bedroht	nicht bedroht	keine Angaben	Ja	Nein	oligo-saprob	$\beta$ -mesosaprob	$\alpha$ -mesosaprob	meso-/ polysaprob	polysaprob	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
SIH101	45	21	20.0	42.2	37.8	60.0	40.0	40.7	44.5	3.7	11.1	0.0	44	20	24	4	8
SIH102	70	29	34.3	28.6	37.1	46.4	53.6	62.2	27.0	10.8	0.0	0.0	65.5	24.1	6.9	0	3.45
SIH103	45	24	15.6	40.0	44.4	48.9	51.1	36.9	42.1	10.5	10.5	0.0	57.1	19.1	9.52	4.76	9.52
SIH104	46	24	30.4	30.4	39.1	41.3	58.7	42.1	31.6	10.5	15.8	0.0	50	11.1	16.7	5.56	16.7
SIH105	42	19	23.8	38.1	38.1	52.4	47.6	31.8	40.9	13.6	13.6	0.0	47.4	21.1	10.5	5.26	15.8
SIH106	63	31	22.2	44.4	33.3	46.8	53.2	41.9	38.7	12.9	6.4	0.0	50	35.7	7.14	3.57	3.57

**Tabelle 2:** Geografische Angaben und abiotische Parameter zu den untersuchten Quellen. Die Einteilung der Beschattung und der Fließgeschwindigkeit ( $v$  Abfluss) wurden nach einer 5-stufigen Skala nach Cantonati et al. (2007) ermittelt: **Beschattung:** (4) Beschattetes Unterholz, Bedeckung bis zu 75%, Exposition S, SW oder W; (5) Sehr schattig, Unterholz, Bedeckung >75%, oder Quellen mit Bedeckung 50%-75%, aber Exposition NW, N, NO oder O. **Fließgeschwindigkeit:** (1) Scheinbar ruhiges Wasser, Becken; (2) fließende Quelle (Rheocrene) mit sehr geringem Abfluss ( $\leq 0.1 \text{ l s}^{-1}$ ), max. Fließgeschwindigkeit  $< 30 \text{ cm s}^{-1}$ ; (3) Rheocrene mit sehr geringem Abfluss von wenigen  $\text{l s}^{-1}$  in eine Ebene oder geringe Geländeneigung, ebenfalls rheocrene Quellen mit Abflussgeschw.  $< 1 \text{ l s}^{-1}$  falls sie in steiles/sehr steiles Gelände abfließen, Fließgeschw.  $< 50 \text{ cm s}^{-1}$ , ausser evtl. Stürze.

Standort ID	Höhe ü. M. [m]	Koordinaten		pH	Leitfähigkeit	Temperatur	Beschattung		$v$ Abfluss ordinal
		Schweiz	Schweiz				ordinal	ordinal	
SIH101	665	683075	236235	7.4	423	17.0	4	2	
SIH102	775	682890	235640	7.5	447	17.0	4	2	
SIH103	652	683135	236130	7.2	505	18.4	5	2	
SIH104	675	683500	235710	6.9	592	17.1	4	1	
SIH105	674	683610	235445	6.8	542	21.7	4	1	
SIH106	520	683715	236670	6.9	697	11.5	4	3	

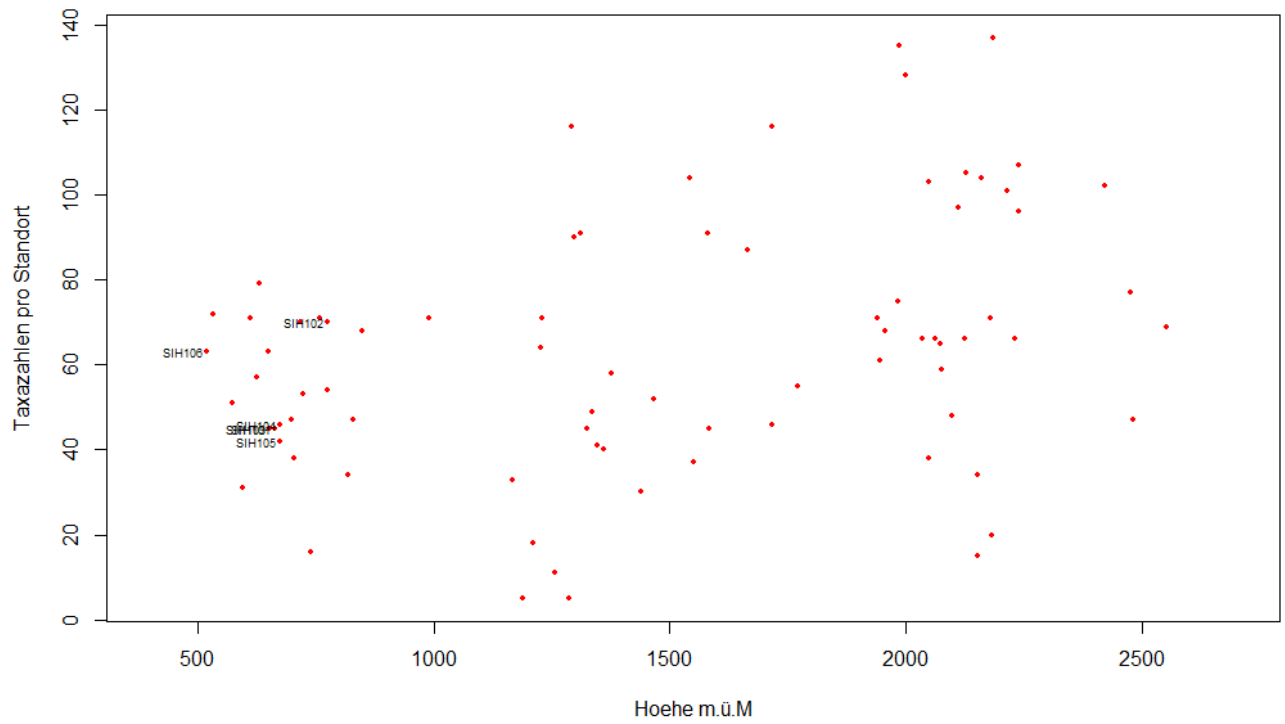


**Abb. 4:** Die durchschnittlichen relativen Artanteile [%] der einzelnen Kategorien der Saprobieklassifizierung nach van Dam et al. (1994). Gezeigt werden die jeweiligen Durchschnitte aus dem Sihlwald (n=6) und der Schweiz (n=80). Die meisten Arten indizieren keine bis maximal geringe organische Belastung.

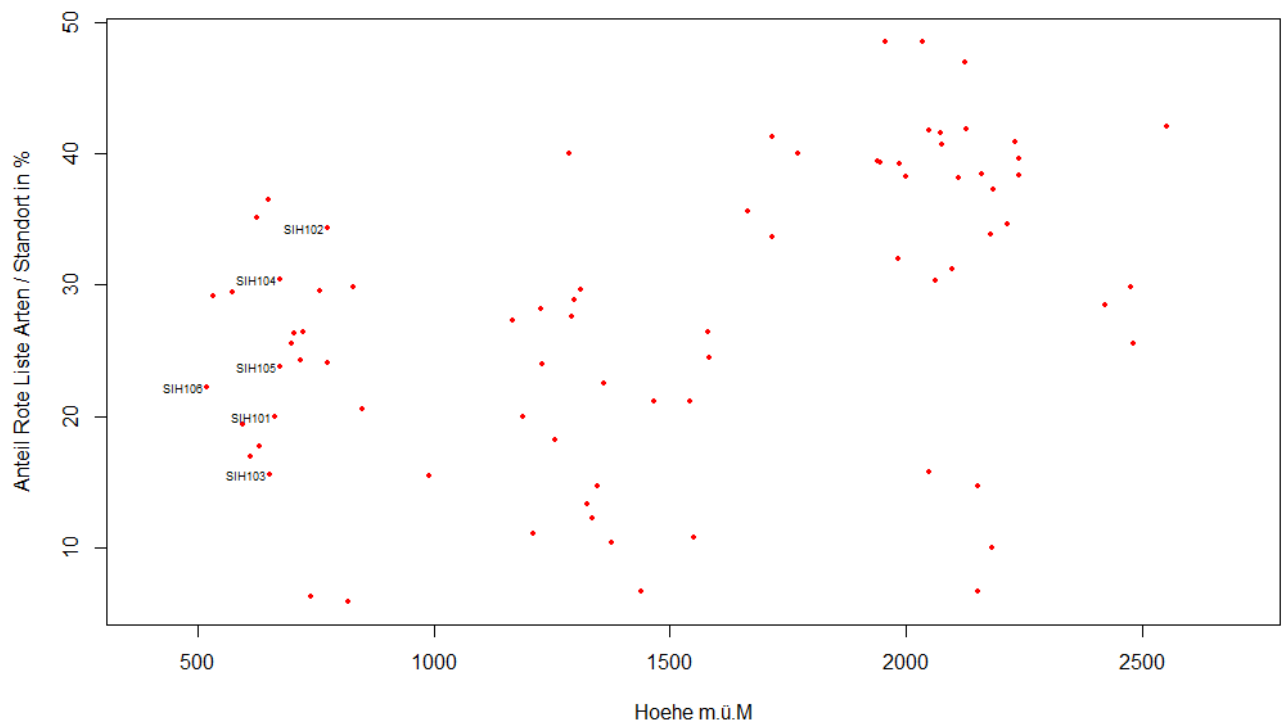


**Abb. 5:** Die durchschnittlichen relativen Artanteile [%] der einzelnen Kategorien des Schweizerischen Kieselalgenindex DI-CH nach Hürlimann et al. (2007). Gezeigt werden die jeweiligen Durchschnitte aus dem Sihlwald (n=6) und der Schweiz (n=80). Die meisten Arten indizieren für „sehr gute“ und „gute“ Qualität des Lebensraumes.

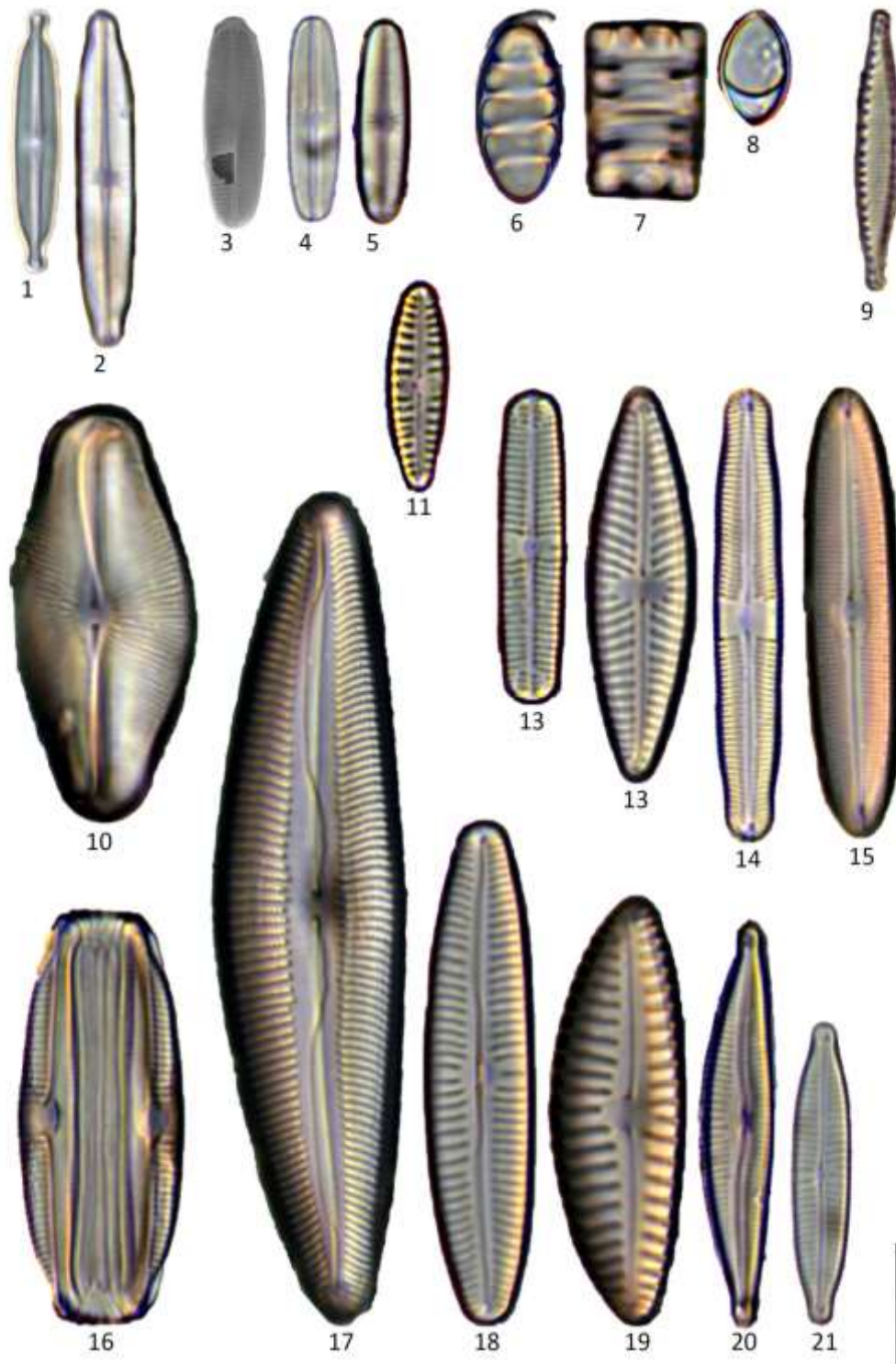




**Abb. 6:** Anzahl Arten pro Quelle relativ zur Höhenlage im Vergleich mit anderen Quellen der Schweiz (Taxböck, in Vorbereitung).



**Abb. 7:** Relative Anteile von Arten [%] mit einem Bedrohungsstatus der Roten Liste pro Quelle relativ zur Höhenlage im Vergleich mit anderen Quellen der Schweiz (Taxböck, in Vorbereitung).



**Abb. 8/1-22:** Lichtmikroskopische Bilder von im Sihlwald gefundenen Kieselalgenarten, die auf der Roten Liste der bedrohten Arten (Lange-Bertalot 1996) mit einem Gefährdungsstatus geführt werden. Der Massstabsbalken zeigt 10µm.

1) *Adlafia bryophila*, 2) *Adlafia cf. aquaeductae*, 3) *Rossithidium petersenii* (elektronenmikroskopisches Bild), 4) *Rossithidium petersenii* (Schale mit Raphe), 5) *R. petersenii* (raphenlose Schale), 6) *Tetracyclus rupestris* (Schalenansicht), 7) *T. rupestris* (Gürtelbandansicht), 8) *T. rupestris* (Schalenansicht, sichtbar sind die typischen Septen), 9) *Nitzschia alpinobacillum*, 10) *Eucoconeis flexella*, 11) *Gomphonema angustum*, 12) *Geissleria paludosa* Morphotyp II sensu Lange-Bertalot (2001), 13) *Navicula monoefranconica*, 14) *Caloneis tenuis* (mit Fascia), 15) *Caloneis alpestris*, 16) *Halamphora normanii*, 17) *Cymbopleura austriaca*, 18) *Cymbopleura subaequalis*, 19) *Encyonema alpinum*, 20) *Delicata delicatula*, 21) *Encyonopsis falaisensis*. (Fotos: L. Taxböck).

## Diskussion

Im Standardwerk für Kieselalgenbestimmungen *Süsswasserflora von Mitteleuropa* sind (ohne Brackwasserarten und zentrische Formen) ca. 1245 Kieselalgentaxa aufgeführt (Werum et al. 2004). In einem Vergleich der Kieselalgentaxa aus 80 naturnahen Schweizer Quellen wurden über 600 Kieselalgenarten und subspezifische Taxa gefunden (Taxböck, unpubliziert). Etwa 25 % dieser Arten wurden erst nach Erscheinen der *Süsswasserflora von Mitteleuropa* wissenschaftlich beschrieben. Werden diese 25 % zu den in der *Süsswasserflora von Mitteleuropa* aufgeführten Arten gerechnet, repräsentieren die 157 Taxa aus den 6 Quellen des Sihlwaldes ca. 10 % der potenziell in der Schweiz vorkommenden Kieselalgenarten.

Zwei Taxa wurden an allen 6 Standorten gefunden: Von *Achnanthydium minutissimum* wurden Vertreter des Taxons im engeren Sinne gefunden (*A. minutissimum* sensu stricto). Es wurden aber auch Taxa gefunden, die ursprünglich zum erweiterten Formenkreis *A. minutissimum* sensu lato gezählt wurden, aber heute aufgrund elektronenmikroskopischer Untersuchungen der Zellwandstrukturen als eigenständige Taxa gelten. Allein mit dem Lichtmikroskop sind aber keine abschliessenden Zuordnungen zu einem Taxon möglich. *Achnanthydium minutissimum* ist eine sehr weit verbreitete Art, vermutlich sogar die häufigste Kieselalge der Schweiz überhaupt, die in allen Gewässertypen vorkommt. *Gompho-*

*nema angustum* ist eine charakteristische Art für stark kalkhaltige Gewässer und wird sehr oft in Quellen gefunden (Hofmann et al. 2011). Im Schweizerischen Kieselalgenindex wird *G. angustum* als Zeiger für sehr gute Qualität des Fliessgewässers aufgeführt (Hürlimann et al. 2007).

An mindestens zwei Standorten wurden 67 Taxa gefunden und 88 Taxa an jeweils einem Standort. Die gefundenen Artenzahlen pro Quelle entsprechen den Erwartungen für eine typische naturnahen Quelle dieser Höhenlage (Abb. 6). Ebenfalls den Erwartungen gemäss sind die Anteile an bedrohten Rote Liste Arten, die Anteile an den DI-CH-Kategorien und die Autökologiewerte. Die Gesamtartenzahlen pro Quelle steigen mit zunehmender Höhe, ebenfalls die Anteile an Rote Liste Arten. Die Verfügbarkeit von Licht ist ein entscheidender Faktor, der die Zusammensetzung und den Artenreichtum einer Kieselalgencommunity beeinflusst (Cantonati et al. 2006). Im tiefer liegenden Mittelland werden ausserhalb von bewaldeten Gebieten praktisch keine natürlichen Quellen mehr gefunden. Im subalpinen bis alpinen Raum sind viele natürliche Quellen lichtexponierter. So lassen sich auch teilweise die geringeren Artenzahlen pro Quelle durch stärkere Beschattung in tiefer liegenden Gebieten wie auch dem Sihlwald erklären.

Die meisten gefundenen Arten bevorzugen unbelastete bis maximal gering belastete Gewässer. Dieser Befund wird durch zwei unabhängig voneinander entstandenen Indices gestützt: So indizieren 85 % der Arten nach

van Dam et al. (1994) „oligosaprobe“ und „β-mesosaprobe“ Gewässergüte und 73 % der Arten nach dem Schweizerischen Kieselalgenindex „sehr gute“ bis „gute“ Werte für die Gewässergüte.

Die abiotischen Parameter werden entscheidend durch die grundwasserführende Gesteinsschicht (=Aquifer) beeinflusst und passen zum Gebiet. Das Schweizerische Mittelland ist geprägt von der Süswassermolasse, die mit ihrem Karbonatanteil die Leitfähigkeit und den pH beeinflusst. Entsprechend wurden viele Arten gefunden, die neutrale bis leicht basische pH-Werte bevorzugen. So wurden von der für elektrolytarmer Quellen typischen Gattung *Eunotia* nur wenige und weit verbreitete Arten gefunden. Die Temperaturen deuten darauf hin, dass das Wasser vor dem Austritt aus dem Boden in Oberflächennähe sickert und sich dort erwärmt. Dies ist für sickende Mittellandquellen nicht ungewöhnlich. Einzig das Wasser der Quelle SIH106 kommt von tiefer unten im Boden, es hat auch im Sommer eine Temperatur von 11.5°.

Naturnahe Quellen sind in den intensiv genutzten Gebieten des Mittellandes und der Voralpen fast ausschliesslich in bewaldeten Gebieten zu finden. In den landwirtschaftlich genutzten oder besiedelten Gebieten wurden Quellen als Trinkwasserquelle gefasst oder durch Drainagen verändert und umgeleitet. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass Quellen im Vergleich mit Fliessgewässern, die durch Eutrophierung und ökomorphologische Veränderungen beeinträchtigt sind, hohe Teile an Rote Liste Arten aufweisen. Die Befunde der untersuchten Quellen im Sihlwald weisen auf Lebensräume hin, die nährstoffarm sind und als (noch) intakt betrachtet werden können.

Generell bieten naturnahe Quellen vielen Organismen einen Lebensraum, den sie sonst unter Umständen nicht mehr finden. Gebiete wie der Sihlwald im Wildnispark Zürich mit geringer anthropogener Nutzung bieten für selten gewordene Lebensräume und den darin lebenden Organismen auch in Zukunft gute Überlebenschancen.

## Literaturverzeichnis

- Cantonati, M., Fureder, L., Gerecke, R., Juttner, I. & Cox, E. J. (2012). Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: toward an understanding of their ecology. *Freshwater Science* **31**:463-80.
- Cantonati, M., Gerecke, R. & Bertuzzi, E. (2006). Springs of the Alps – Sensitive Ecosystems to Environmental Change: From Biodiversity Assessments to Long-term Studies. *Hydrobiologia* **562**:59-96.
- Cantonati, M. & Lange-Bertalot, H. (2010a). Diatom Biodiversity of Springs in the Berchtesgaden National Park (North-Eastern Alps, Germany), with the Ecological and Morphological Characterization of Two Species New to Science. *Diatom Research* **25**:251-80.
- Cantonati, M., Lange-Bertalot, H., Scalfi, A. & Angeli, N. (2010b). *Cymbella tridentina* sp. nov. (Bacillariophyta), a crenophilous diatom from carbonate springs of the Alps. *Journal of the North American Benthological Society* **29**:775-88.
- Cantonati, M., Rott, E., Pfister, P. & Bertuzzi, E. (2007). Benthic algae in springs: Biodiversity and sampling methods. In: Cantonati, M., Bertuzzi, E. & Spitale, D. [Eds.] *The spring habitat: biota and sampling methods*. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento, Italy, pp. 77-112.
- Cantonati, M., Van de Vijver, B. & Lange-Bertalot, H. (2009). *Microfissurata* gen. nov. (Bacillariophyta), a New Diatom Genus from Dystrophic and Intermittently Wet Terrestrial Habitats. *Journal of Phycology* **45**:732-41.
- Glazier, D. S. (2009). Springs. In: Likes, G. E. [Ed.] *Encyclopedia of Inland Waters*. Academic Press Elsevier, Oxford, UK, pp. 734-55.
- Hofmann, G., Werum, M. & Lange, H. (2011). Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] *A.R.G. Gantner K.G., Ruggell / Liechtenstein*. pp. 908.
- Hürlimann, J. & Niederhauser, P. (2007). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). *Umwelt-Vollzug Nr. 0740*. Bundesamt für Umwelt. Bern. pp. 130.
- Krammer, K. (1997a). Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 1. Allgemeines und *Encyonema* part. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. In: Lange-Bertalot, H. & Kociolek, P. [Eds.] *Bibliotheca Diatomologica*, 36. J. Cramer, Berlin, Stuttgart. pp. 382.
- Krammer, K. (1997b). Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. *Encyonema* part., *Encyonopsis* und *Cymbellopsis*. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. In: Lange-Bertalot, H. & Kociolek, P. [Eds.] *Bibliotheca Diatomologica*, 37. J. Cramer, Berlin, Stuttgart. pp. 469.
- Krammer, K. (2000). *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] *Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*, 4. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell. pp. 530.
- Krammer, K. (2002a). *Cymbella*. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] *Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*, 3. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell. pp. 584.
- Krammer, K. (2002b). *Pinnularia*. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] *Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*, 1. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell. pp. 703.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986). Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. [Eds.] *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. pp. 876.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991a). Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. [Eds.] *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. pp. 576.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991b). Bacillariophyceae. 4. Teil: *Achnantheaceae*, kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. *Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-*



4. In: Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. [Eds.] Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. pp. 437.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2007). Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Unveränderter Nachdruck. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. [Eds.] Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. pp. 611.
- Lange-Bertalot, H. (1996). Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. In: Bundesamt für Naturschutz [Ed.]. Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. Bonn-Bad Godesberg, pp. 633-78.
- Lange-Bertalot, H. (2001). *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats, 2. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell. pp. 526.
- Lange-Bertalot, H., Bak, M. & Witkowski, A. (2011). *Eunotia* and some related genera. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] Diatoms of Europe diatoms of the European inland waters and comparable habitats, 6. Gantner, Ruggell/Liechtenstein. pp. 747.
- Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. (1996). Indicators of oligotropy. 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types carbonate buffered, oligodystrophic, weakly buffered soft water. In: Iconographia Diatomologica, Koeltz, Königstein. pp. 390.
- Levkov, Z. (2009). *Amphora* sensu lato. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats, 5. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell/Liechtenstein. pp. 916.
- Messikommer, E. (1942). Beitrag zur Kenntnis der Algenflora und Algenvegetation des Hochgebirges um Davos. In: Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz, Huber, Bern. pp. 452.
- Reichardt, E. (1999). Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Die Arten um *G. affine/insigne*, *G. angustatum/micropus*, *G. acuminatum* sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] Iconographia diatomologica, Gantner, Ruggell/Liechtenstein. pp. 203.
- Reichardt, E. (2004). Eine bemerkenswerte Diatomeenassoziation in einem Quellhabitat im Grazer Bergland, Österreich. Ein Beitrag zur Kenntnis seltener und wenig bekannter Arten. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] Iconographia Diatomologica, Gantner, Ruggell/Liechtenstein. pp. 480.
- Schanz, F. (1983). Zur Oekologie der Algen in Quellbächen des Schweizerischen Nationalparks (von Buffalora bis Il Fuorn). In: Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks [Eds.]. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark, 16. Nationalpark-Museum, Chur. pp. 138.
- swisstopo (2012). Landeskarten der Schweiz. Online [www.geo.admin.ch](http://www.geo.admin.ch). geodata © swisstopo. Bundesamt für Landestopografie swisstopo. Wabern.
- Taxböck, L. & Preisig, H. R. (2007). The diatom communities in Swiss springs: A first approach. In: Kusber, W.-H. & Jahn, R. [Eds.] 1st Central European Diatom Meeting. Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin, pp. 163-68.
- van Dam, H., Mertens, A. & Sinkeldam, J. A. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* **28**:117-33.
- Werum, M. & Lange-Bertalot, H. (2004). Diatoms in springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. In: Lange-Bertalot, H. [Ed.] Iconographia Diatomologica, Gantner, Ruggell. pp. 480.
- Zollhöfer, J. M. (1999). Spring biotopes in Northern Switzerland: Habitat heterogeneity, zoobenthic communities and colonization dynamics. Dissertation Nr 13209, ETH Zürich, pp. 138.

## Artenliste

**Tabelle 3:** Liste aller im Sihlwald gefundenen Kieselalgentaxa. Jeder Art wird, soweit vorhanden, der Rote Liste Status und die autökologischen Präferenzen zugewiesen. Legende der Roten Liste: 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, G = Gefährdung anzunehmen, R = extrem selten, V = zurückgehend, \* & \*\* = derzeit nicht gefährdet, k. A. = keine Angaben; ae = aerophil, oc = in oligotrophen, vorwiegend kalkhaltigen Gewässern, od = in oligotrophen, vorwiegend sauren, ± huminsauren Gewässern, o = in oligotrophen Gewässern (ohne weitere Charakteristika), eu = in mesotrophen bis eutrophen Gewässern, tol = in oligotrophen bis eutrophen Gewässern (ohne weitere Präferenz). D-Werte: 1 – 3.5 = sehr gut, 4 – 4.5 = gut, 5 – 5.5 = mässig, 6 – 6.5 = unbefriedigend, 7 – 8 = schlecht.

Artnamen	Rote Liste Arten nach Lange- Bertalot (1996)			Klassifizierung nach van Dam et al. (1994)	
	Rote Liste Status	Autökologie	D-Werte nach Hüberlimann et al. (2007)	Saprobie	pH
<i>Achnanthes thermalis</i> (Rabenhorst) Schoenfeldt 1907	*	k. A.	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Achnanthes trinodis</i> (W.Smith) Grunow 1880	3	oc	1	k. A.	k. A.
<i>Achnantheidium</i> sp. Kützing 1844	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki 1994	*	eu	2	k. A.	k. A.
<i>Achnantheidium caledonicum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot 1999	3	oc	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot 1999	k. A.	k. A.	3.5	k. A.	k. A.
<i>Achnantheidium lineare</i> W.Smith 1855	3	os	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Achnantheidium minutissimum</i> s.l. (Kützing) Czarnecki 1994	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Achnantheidium minutissimum</i> s.str. (Kützing) Czarnecki 1994	**	tol	3	β-mesosaprob (II)	circumneutral
<i>Achnantheidium minutissimum</i> var. <i>jackii</i> (Rabenhorst) Lange-Bertalot 2004	D	k. A.	1	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) H.Kobayasi 1997	**	tol	1.5	k. A.	alkaliphil
<i>Achnantheidium strictum</i> Reichardt 2004	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Adlafia</i> cf. <i>aquaeductae</i> (Krasske) Lange-Bertalot 1998	R	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Adlafia bryophila</i> (Petersen) Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin 1998	V	tol	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Adlafia minuscula</i> var. <i>minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot 1999	*	tol	4	β-mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Amphora indistincta</i> Levkov 2009	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A.W.F.Schmidt 1875	**	tol	5	β-mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot 1994	*	o	1	k. A.	k. A.
<i>Caloneis</i> sp. (cuneate Enden, Fascia)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Caloneis alpestris</i> (Grunow) Cleve 1894	3	oc	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	alkaliphil
<i>Caloneis fontinalis</i> Lange-Bertalot & Reichardt 1996	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz-Danzig) Lange-Bertalot & Witkowski 1996	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Caloneis tenuis</i> (W.Gregory) Krammer 1985	G	o	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838	k. A.	k. A.	5	k. A.	k. A.
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow 1884	**	tol	5	β-mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot 2004	D	k. A.	5	k. A.	k. A.
<i>Craticula buderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot 2000	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Cyclotella</i> sp. (Kützing) Brébisson 1838	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt 1928	*	k. A.	2	k. A.	alkaliphil
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>solea</i> (Brébisson) W.Smith 1851	**	eu	k. A.	β-mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Cymbella hantzschiana</i> Krammer 2002	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.

<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske 1923	G	oc	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	alkaliphil
<i>Cymbopleura</i> sp. (Krammer) Krammer 1999	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Cymbopleura austriaca</i> (Grunow) Krammer 2003	V	oc	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Cymbopleura diminuta</i> (Grunow) Krammer 2003	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Cymbopleura frequens</i> Krammer 2003	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Cymbopleura korana</i> Krammer 2003	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Cymbopleura subaequalis</i> (Grunow) Krammer 2003	G	o	1	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Cymbopleura subaustriaca</i> Krammer 2003	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Delicata delicatula</i> (Kützing) Krammer 2003	G	oc	1	oligosaprob (I, I-II)	alkaliphil
<i>Denticula tenuis</i> Kützing 1844	*	k. A.	1	oligosaprob (I, I-II)	alkaliphil
<i>Diademsis brekkaensis</i> (Petersen) D.G.Mann 1990	V	ae	k. A.	k. A.	circumneutral
<i>Diademsis contenta</i> (Grunow ex Van Heurck) D.G.Mann 1990	**	k. A.	4	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Diademsis paracontenta</i> Lange-Bertalot & Werum 2001	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Diademsis perpusilla</i> (Grunow) D.G.Mann 1990	**	k. A.	3.5	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing 1844	*	tol	1	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Diploneis fontanella</i> Lange-Bertalot 2004	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & Reichardt 2004	V	oc	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot & Reichardt 2004	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Encyonema alpinum</i> (Grunow) D.G.Mann 1990	G	oc	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	alkaliphil
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow 1885	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Encyonopsis</i> sp. Krammer 1997	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer 1997	*	o	1	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Encyonopsis</i> cf. <i>lancoala</i>	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Encyonopsis falaisensis</i> (Grunow) Krammer 1997	G	o	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	k. A.
<i>Encyonopsis krammeri</i> Reichardt 1997	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer 1997	*	tol	2	oligosaprob (I, I-II)	alkaliphil
<i>Encyonopsis rostrata</i> Krammer 1997	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt 1997	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot 1998	**	tol	7	$\alpha$ -meso-/polysaprob (III-IV)	alkaliphil
<i>Eolimna subadnata</i> (Hustedt) Lange-Bertalot 1998	D	ae	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing 1844	*	eu	k. A.	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkalibiontisch
<i>Eucocconeis flexella</i> (Kützing) F.Meister 1912	3	o	2	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Eucocconeis laevis</i> (Oestrup) Lange-Bertalot 1999	*	tol	2.5	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Eunotia</i> sp1.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Eunotia</i> sp2.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Eunotia arcubus</i> Nörpel & Lange-Bertalot 1993	G	oc	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg 1837	2	od	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow 1881	*	tol	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	acidophil
<i>Fallacia insociabilis</i> (Krasske) D.G.Mann 1990	*	ae	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Fallacia lange-bertalotii</i> (Reichardt) Reichardt 2000	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Fallacia monoculata</i> (Hustedt) D.G. Mann 1990	*	eu	k. A.	$\alpha$ -mesosaprob (III)	alkaliphil
<i>Fallacia sublucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann 1990	*	eu	4	k. A.	k. A.
<i>Fragilaria</i> sp. Lyngbye 1819	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Fragilaria delicatissima</i> (W.Smith) Lange-Bertalot 1980	V	oc	k. A.	k. A.	circumneutral
<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin 2009	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Geissleria</i> sp. Lange-Bertalot & Metzeltin 1996	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Geissleria paludosa</i> Morphotyp 2 (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin 1996	3	od	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Gomphonema</i> sp. MT 1 Ehrenberg 1832	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema</i> sp. MT 2	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1864	*	tol	3	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema angustivalva</i> Reichardt 1997	k. A.	k. A.	2	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema angustum</i> C. Agardh 1830	V	oc	1	oligosaprob (I, I-II)	alkaliphil
<i>Gomphonema auritum</i> A. Braun 1849	G	o	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema cymbelliclinum</i> Reichardt & Lange-Bertalot 1999	k. A.	k. A.	3	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema elegantissimum</i> Reichardt & Lange-Bertalot 2011	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt 1996	V	od	3	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral

<i>Gomphonema hebridense</i> Gregory 1854	V	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema lateripunctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot 1991	V	oc	1	oligosaprob (I, I-II)	alkaliphil
<i>Gomphonema lippertii</i> Lange-Bertalot & Reichardt 1999	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema micropus</i> Morphotyp schlankere Form Kützing 1844	*	k. A.	3	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing 1844	*	k. A.	3	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Gomphonema olivaceoides</i> Hustedt 1950	*	k. A.	1	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i> Kützing 1849	**	tol	8	$\alpha$ -meso-/polysaprob (III-IV)	circumneutral
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot 1991	*	eu	2	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot 1997	*	eu	2	k. A.	k. A.
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow 1885	k. A.	k. A.	k. A.	$\beta$ -mesosaprob (II)	circumneutral
<i>Gomphonema utae</i> Lange-Bertalot & Reichardt 1999	D	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1853	V	eu	4	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkalibiontisch
<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov 2009	*	ae	k. A.	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Halamphora normanii</i> (Rabenhorst) Levkov 2009	V	ae	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) Patrick 1966	**	tol	1	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Hantzschia calcifugia</i> Reichardt & Lange-Bertalot 2004	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson 1997	**	eu	k. A.	$\alpha$ -mesosaprob (III)	alkaliphil
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G.Mann 1990	**	eu	8	$\alpha$ -meso-/polysaprob (III-IV)	alkaliphil
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G. Mann 1990	**	tol	4.5	$\alpha$ -mesosaprob (III)	circumneutral
<i>Meridion circulare</i> var. <i>circulare</i> (Greville) C.Agardh 1831	**	eu	3.5	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Navicula</i> sp. Bory de St. Vincent 1822	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Navicula cataracta-rheni</i> Lange-Bertalot 1993	R	oc	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Navicula crassulexigua</i> Reichardt 1993	D	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing 1844	**	eu	4	$\alpha$ -mesosaprob (III)	circumneutral
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot 1985	k. A.	k. A.	4	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot 1993	**	tol	4	k. A.	k. A.
<i>Navicula exilis</i> Kützing 1844	G	o	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Navicula moenofranconica</i> Lange-Bertalot 1993	3	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Navicula radiosa</i> Kützing 1844	**	tol	4	$\beta$ -mesosaprob (II)	circumneutral
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent 1822	**	eu	4	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Naviculadicta</i> sp. Lange-Bertalot 1994	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Naviculadicta</i> cf. <i>pauilla</i> Reichardt 2006	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Nitzschia</i> sp1.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Nitzschia</i> sp2.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Nitzschia alpinobacillum</i> Lange-Bertalot 1993	3	oc	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow 1862	*	tol	7	$\alpha$ -mesosaprob (III)	alkaliphil
<i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>dissipata</i> (Kützing) Grunow 1862	**	eu	3.5	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>linearis</i> (C.Agardh) W.Smith 1853	**	eu	4.5	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow 1880	*	k. A.	4.5	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) Peragallo 1903	*	tol	3.5	oligosaprob (I, I-II)	alkaliphil
<i>Pinnularia</i> sp. Ehrenberg 1843	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Pinnularia frequentis</i> Krammer 2000	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Pinnularia rupestris</i> Hantzsch 1861	G	od	k. A.	k. A.	circumneutral
<i>Pinnularia schoenfelderii</i> Krammer 1992	G	o	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Pinnularia subrupestris</i> Krammer 1992	G	od	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg 1843	*	k. A.	k. A.	$\beta$ -mesosaprob (II)	circumneutral
<i>Placoneis</i> sp. Mereschowsky 1903	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Placoneis paraelginensis</i> Lange-Bertalot 2000	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot 1999	**	eu	6	$\alpha$ -meso-/polysaprob (III-IV)	alkaliphil
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot 1999	**	tol	4	$\alpha$ -mesosaprob (III)	alkaliphil
<i>Psammothidium daonense</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot 1999	G	os	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Psammothidium grischunum</i> (Wuthrich) Bukhtiyarova & Round 1996	*	tol	1	k. A.	k. A.
<i>Psammothidium subatomoides</i> (Hustedt) L.Bukhtiyarova & Round 1996	V	os	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	acidophil
<i>Rhopalodia parallela</i> (Grunow) O. Müller 1895	3	o	k. A.	oligosaprob (I, I-II)	alkalibiontisch
<i>Rossithidium petersenii</i> (Hustedt) Round & Bukhtiyarova 1996	3	oc	1	oligosaprob (I, I-II)	circumneutral
<i>Sellaphora joubaudii</i> (Germain) Aboal 2003	°	k. A.	k. A.	$\beta$ -mesosaprob (II)	k. A.

<i>Sellaphora mutata</i> (Krasske) Lange-Bertalot 1996	R	k. A.	k. A.	$\beta$ -mesosaprob (II)	circumneutral
<i>Sellaphora pseudopupula</i> (Krasske) Lange-Bertalot 1996	G	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Stauroneis</i> sp. Ehrenberg 1843	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Stauroneis parathermicola</i> Lange-Bertalot 2011	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Stauroneis reichardtii</i> Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito 2003	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Stauroneis separanda</i> Lange-Bertalot & Werum 2004	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Stauroneis thermicola</i> (Petersen) Lund 1946	*	ae	k. A.	$\beta$ -mesosaprob (II)	circumneutral
<i>Stausosira mutabilis</i> (W.Smith) Grunow 1881	**	tol	3	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Stausosira venter</i> (Ehrenberg) Grunow 1889	**	tol	3	$\beta$ -mesosaprob (II)	alkaliphil
<i>Stephanodiscus</i> sp. Ehrenberg 1845	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Cleve & Moeller 1882	**	eu	4.5	$\alpha$ -mesosaprob (III)	alkalibiontisch
<i>Surirella terricola</i> Lange-Bertalot & Alles 1996	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<i>Tetracyclus rupestris</i> (Braun) Grunow 1881	G	o/ae	k. A.	k. A.	k. A.

	Anzahl	%-Anteile
Total Taxa	157	
Bedrohte Rote Liste Arten	39	24.8%
Nicht bedrohte Arten	55	35.0%
keine Angaben zum Bedrohungsstatus	64	40.8%
Erfasste Art im DI-CH	90	57.3%
Nicht erfasste Art im DI.CH	67	42.7%
D-Werte nach Hürlimann et al. (2007)		
sehr gut	32	53.3%
gut	15	25.0%
mässig	8	13.3%
unbefriedigend	1	1.7%
schlecht	4	6.7%
Saprobieklassen nach van Dam et al. (1994)		
oligosaprob (I, I-II)	33	47.8%
$\beta$ -mesosaprob (II)	25	36.2%
$\alpha$ -mesosaprob (III)	7	10.1%
$\alpha$ -meso-/polysaprob (III-IV)	4	5.8%
polysaprob (IV)	0	0.0%