

Belastete Standorte in den Zürcher Seen

Im Kataster der belasteten Standorte (KbS) des Kantons Zürich sind knapp 6000 Standorte erfasst. Nicht berücksichtigt waren bisher die Zürcher Seen. Mit der Untersuchung der Seesedimente wurde diese Lücke nun geschlossen.

Dr. Bettina Flury, Projektleiterin
Ernst Aeschimann (Stv. Projektleiter)
Sektion Altlasten
Abfallwirtschaft und Betriebe
AWEL Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 32 40
bettina.flury@bd.zh.ch

www.gis.zh.ch → Altlasten

→ ZUP58, 2009, «Erfolgreiche Säuberung der Teerablagerung Thalwil»



Der Zürichsee ist Inbegriff eines sauberen Sees. Wie sieht es am Seegrund aus?
Quelle: Dr. von Moos AG

Sollen ein Haus gebaut, ein Spielplatz angelegt, Tierhaltung oder Ackerbau betrieben werden, genügt ein Blick in das Geographische Informationssystem (GIS) des Kantons Zürich. Hier ist neben den erlaubten Nutzungen auch verzeichnet, wo Belastungen nachgewiesen oder zu vermuten sind. Wie ist das aber mit den Seen, in denen wir baden und fischen, und die wir als Trinkwasserreservoir nutzen? Das Projekt «KbS Seen» liefert die Antworten.

Industrie und Gewerbe am Ufer verursachten Verschmutzungen

Nahe am Wasser zu liegen, war für viele Betriebe lange Zeit ein wertvoller Standortvorteil. Das Gewässer konnte für Antrieb und Kühlung genutzt werden. Es diente aber auch zur einfachen Entsorgung von Abwässern oder flüssigen Abfällen. Zudem wurde das Siedlungsabwasser der Seekommunen bis in die 1960er Jahre häufig unbehandelt in die Seen eingeleitet.

So fanden grosse Mengen Schadstoffe den Weg in die Seen, die nicht oder nur schwer abbaubar sind. Durch den Menschen verursacht entstanden so einerseits eine Hintergrundbelastung in den Sedimenten des ganzen Sees und andererseits punktuelle verschmutzte Ablagerungen in den ufernahen Bereichen. In der Vergangenheit wurden bereits solche punktuellen Verschmutzungen gefunden, wenn bei einzelnen Betriebsstandorten mit bekannten Belastungen am Seeufer auch die nahen Seesedimente untersucht wurden. Erfahrungen aus diesen Untersuchungen führten zum Entschluss, die drei grossen Seen

im Kanton Zürich – Zürichsee, Greifensee und Pfäffikersee – systematisch auf Belastungen zu untersuchen. Das Projekt «KbS Seen» war geboren.

Wie findet man Belastungen in Seen?

Die Mehrheit der Belastungen im See ist visuell nicht wahrnehmbar. Oft wurden diese im Lauf der Zeit durch unbelastete Sedimentschichten überlagert. Zur gezielten Suche müssen daher verschiedene Strategien eingesetzt werden:

- Eine wichtige Grundlage bilden der Kataster der belasteten Standorte an Land und die historische Untersuchung der belasteten Standorte. So können Bereiche ausgeschieden werden, welche durch die Ableitung betrieblicher Abwässer oder Abfälle eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Belastungen in den Seesedimenten aufweisen.
- Die Vermessung der Topographie des Seebodens erlaubt ebenfalls Rückschlüsse auf Einleitungen und Ablagerungen. Sie gibt zudem Hinweise auf Rutschungen und damit eine mögliche Mobilisierung der Seesedimente.
- Der eigentliche Nachweis der Belastung erfolgt jedoch durch die gezielte Probenahme und analytische Untersuchung der Seesedimente in verschiedenen Tiefen.

Das AWEL hat das Vorgehen von 2011 bis 2013 an einem ausgewählten Seeuferabschnitt getestet. Daraus wurden geeignete Untersuchungsmethoden für das Projekt «KbS Seen» abgeleitet und miteinander kombiniert.



Industriestandort direkt am Zürichsee: Standort Papierfabrik Horgen (Aufnahme 1925 und heute).
Quelle: AWEL

Hintergrundbelastung der Seesedimente

Will man punktuelle Belastungshotspots abgrenzen, muss die Hintergrundbelastung des Seegrunds bekannt sein. An Land sind Hintergrundbelastungen sehr gut untersucht, für die Seesedimente gilt dies aber nicht. Die Bestimmung der Hintergrundbelastung war daher ein wichtiger Teil des gesamten Projekts. Als Grundlage dienten Untersuchungsergebnisse von Seesedimentproben im Zürichsee aus Bereichen ohne Verdachtsmomente auf hohe Belastungen. Mit den Auswertungen konnte das AWEL zeigen, dass sich die meisten Stoffe gleichmässig auf die Seesedimente verteilen. Die gefundenen Konzentrationen liegen also auch an ganz verschiedenen Standorten im See im vergleichbaren Bereich. Die gemessenen Hintergrundbelastungen sind wegen der jahrzehntelangen Ableitung verschiedener Abwässer aber nicht überraschend.

Wann ein Standort als auffällig gilt

Durch diesen Vorgehen konnte das AWEL für den Zürichsee erstmals in der Schweiz seespezifische Hintergrundwerte für verschiedene Schadstoffe festlegen. Sedimentbelastungen im Bereich dieser Hintergrundwerte gelten als unauffällig und sind im gesamten Zürichsee verbreitet. Werden dagegen Schadstoffkonzentrationen im Sediment gemessen, die diesen Hintergrundwert überschreiten, gilt dieser Standort als auffällig. Zu beachten ist, dass die Hintergrundbelastungen in anderen Schweizer Seen je nach Besiedlung und Nutzung des Seeufers von derjenigen des Zürichsees abweichen können.

Wie wird eine Belastung zu einem Kbs-Standort?

Wesentlich für die Definition eines belasteten Standortes – unabhängig ob an Land oder im See – sind erhöhte Schadstoffbelastungen. Aber entscheidend ist die räumliche Abgrenzung von der Hintergrundbelastung. In Absprache mit dem Wasserforschungsinstitut Eawag hat das AWEL festgelegt, dass eine fünffache Überschreitung des Hintergrundwerts eine Kbs-relevante Belastung ist. Dies bedeutet: Ein Eintrag in den Kbs erfolgt, wenn im Abstand von 100 Metern bei mindestens zwei Sedimentproben der obersten 30 Zentimeter Belastungen über dem fünffachen Hintergrundwert vorliegen. Diese Definition berücksichtigt mehrere Aspekte: Einerseits wird damit die Erkenntnis berücksichtigt, dass die Belastung der Seesedimente ab einer Tiefe von 30 Zentimeter stark abnimmt. Andererseits sind Belastungen bis hin zum 5-fachen Hintergrundwert zwar auffällig, aus human- und ökotoxikologischer Sicht besteht aber keine Gefährdung. Schliesslich wird mit dieser Anforderung



Links: Probenahme der Dr. von Moos AG vom Boot aus, Mitte: Sedimentkerne, Rechts: Untersuchungen des AWEL Gewässerschutzlabors im Uferbereich.
Quelle: Dr. von Moos AG



Taucher der Seepolizei machen sich vor Uetikon bereit, den Seeuntergrund zu untersuchen.
Quelle: Dr. von Moos AG

rung verhindert, dass einzelne punktu-
elle Belastungen ohne räumliche Aus-
dehnung zu einem KbS-Eintrag führen.
Aus dieser Definition ergibt sich aber
auch, dass für einen KbS-Standort, der
mit den obigen Kriterien ausgeschieden
werden kann, grundsätzlich ein weite-
rer Untersuchungsbedarf besteht. Die-
ser orientiert sich an den Vorgaben der
Altlasten-Verordnung (AltIV).

Systematische Beprobung der Seesedimente

Die Beprobung der Sedimente im Zü-
richsee, Greifensee und Pfäffikersee er-
folgte von 2016 bis 2019 in zwei Schrit-
ten. Zuerst wurde ein Grundraster
erstellt. Dann folgte bei auffälligen Er-
gebnissen eine engmaschigere Bepro-
bung. Die Sedimentkerne wurden mit Ramm-
kolben gestochen und analytisch un-
tersucht. In Bereichen mit Verdacht auf
Belastungen entlang der Uferlinien ge-
schah dies vorerst in einem Abstand
von rund 200 Metern (Grundraster). Da-
bei wurden frühere Erfahrungen berück-
sichtigt, nach denen allfällige Belastun-
gen vor allem in einer Wassertiefe von
15-20 Metern sowie in den obersten 30
Zentimetern der Sedimente vorliegen.
Sobald der Hintergrundwert um ein
Fünffaches überschritten war, erfolgte
eine Verdichtung des Grundrasters mit
zusätzlichen Sondierungen in unmittel-
barer Umgebung der aufgefundenen

Belastung. Insgesamt ergaben sich mit
diesem zweistufigen Vorgehen in den
drei Seen über 230 Sondierstandorte.

Fünf neue KbS-Standorte ...

Die Resultate zeigen, dass über die ge-
samten untersuchten Seebereiche eine
recht einheitliche Hintergrundbelastung
vorliegt. Die festgelegten Hintergrund-
werte werden selten überschritten. Nur
bei fünf Standorten wurde eine 5-fache
Überschreitung des Hintergrundwerts
festgestellt. Diese wurden durch zu-
sätzliche Sondierungen bestätigt. Vier
Standorte befinden sich im Zürichsee
vor Wädenswil, Käpfnach, Männedorf
und Stäfa. Ein Standort liegt im Greifen-
see vor Uster. Diese fünf Standorte wer-
den neu in den KbS aufgenommen und
weiteren altlastenrechtlichen Untersu-
chungen unterzogen.

... aber zehn KbS-Standorte in Zürcher Seen insgesamt

Aus früheren Abklärungen sind dem
AWEL zudem fünf weitere Standorte im
Zürichsee bekannt, welche die Kriteri-
en für einen KbS-Eintrag erfüllen. Die-
se Standorte sind bereits zuvor unter-
sucht und altlastenrechtlich beurteilt
worden (Zinnbelastung vor Oberrieden
und Thalwil [ZUP 58], Teerölteppich des
Gaswerks Thalwil, Papierschlamm Hor-
gen, Belastungen vor Horn Richters-
wil und Chemie Uetikon). Es handelt
sich um teilweise sehr stark belastete

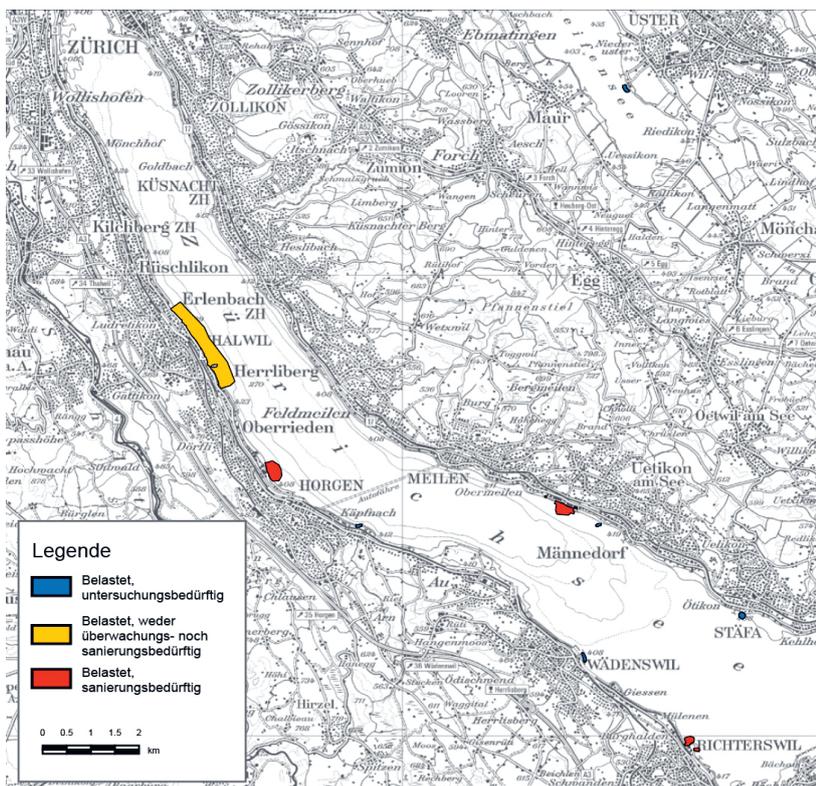
Was der Kataster der belasteten Standorte (KbS) bedeutet

Der Kataster der belasteten Standorte
(KbS) ist im Geografischen Informati-
onssystem GIS integriert und öffentlich
zugänglich (www.gis.zh.ch). Er zeigt
auf, wo Belastungen vorliegen, die alt-
lastenrechtliche oder abfallrechtliche
Massnahmen erfordern. Die Standorte
sind eingeteilt in Ablagerungs-, Be-
triebs- und Unfallstandorte. Zu jedem
Standort gibt der KbS Auskunft darü-
ber,

- ob von der Belastung schädliche
oder lästige Einwirkungen auf die
Umwelt ausgehen,
- welche Untersuchungen bereits
durchgeführt wurden, und
- ob Massnahmen zum Schutz der
Umwelt erforderlich sind.

Sanierungsbedürftige belastete Stand-
orte werden als Altlasten bezeichnet.

Im Kanton Zürich wurde die systema-
tische Erhebung der belasteten Stand-
orte an Land bereits 2011 abgeschlos-
sen. Der KbS mit seinen knapp 6000
Standorten im Kanton Zürich hat sich
als Instrument zur Sanierung der Alt-
lasten, aber auch für Bauvorhaben so-
wie Hand- und Nutzungsänderungen
bewährt. Die Seebereiche waren bisher
aber nicht berücksichtigt.



Zürcher Seestandorte im Kataster der belasteten Standorte.
Quelle: AWEL

Ablagerungen am Seegrund. Ein Standort wurden bereits saniert, die restlichen sind in Planung. Insgesamt ergeben sich für den Kanton Zürich somit zehn Standorte in den Seen, die im Kataster der belasteten Standorte erfasst sind (Karte oben). In Anbetracht der zahlreichen Betriebsstandorte in unmittelbarer Ufernähe ist dies ein durchaus positives Ergebnis. Die Seen können überwiegend als sauber bezeichnet werden.

Spezialfall Seebäder

Bei Auffälligkeiten in der näheren Umgebung von öffentlichen Seebädern wurden auch die Flachwasserbereiche der Seebäder untersucht. Der Fokus lag dabei gemäss humantoxikologischen Betrachtungen auf den flachen sandigen Übergängen. Hier spielen Kleinkinder häufig über längere Zeit am Ufer. Das Resultat: Für sämtliche untersuchten Seebäder sind keine weiteren Massnahmen erforderlich. Für die badende Bevölkerung inklusive Kleinkinder besteht keine Gefährdung.

Pionierprojekt erfolgreich – Seen überwiegend sauber

Das Projekt «KbS Seen» kann als schweizerisches Pionierprojekt bezeichnet werden: Die belasteten Standorte in den drei grössten Zürcher Seen sind identifiziert. Gleichzeitig erfolgte erstmals eine Bestimmung der Hintergrundbelastung von Seesedimenten. Ebenfalls neu erarbeitet wurden Kriterien für eine Gefährdungsabschätzung, welche human- wie auch ökotoxikologische Aspekte berücksichtigen. Für die insgesamt 10 Seestandorte im KbS des Kantons Zürich, die sich aus den systematischen Untersuchungen ergeben haben, werden nun die erforderlichen Untersuchungen und allfälligen Massnahmen gemäss dem üblichen altlastenrechtlichen oder auch abfallrechtlichen Vorgehen durchgeführt. Trotz dichter Besiedlung und hoher Industrialisierung weisen also nur wenige Bereiche relevante Belastungen am Seegrund auf, welche weiter untersucht oder saniert werden müssen. Die Seen sind daher überwiegend als sauber zu bezeichnen. Ebenfalls erfreulich ist, dass für die badende Bevölkerung keinerlei Gefährdung besteht.

Gefährdungsabschätzung in Seen – eine neue Herausforderung

Wird an einem Standort eine Belastung gefunden, muss beurteilt werden, ob weitere Massnahmen zum Schutz der Umwelt erforderlich sind. Dazu wird eine Gefährdungsabschätzung durchgeführt, die den Vorgaben der Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV) entspricht. Bei landseitigen Belastungen sind dazu die Schutzgüter Grundwasser, Oberflächenwasser, Boden und Luft zu betrachten.

Was zu beachten ist

Für Belastungen in Seen bestand bisher noch kein etabliertes Verfahren. Deswegen hat das AWEL zusammen mit dem Wasserforschungsinstitut Eawag sowie dem Zentrum für Angewandte Humantoxikologie (SCAHT) Kriterien für eine Gefährdungsabschätzung belasteter Seesedimente erarbeitet.

Zu betrachten sind hierbei drei Aspekte:

1. Das Risiko bezüglich der Einwirkung auf die aquatische Umwelt (ökotoxikologisches Risiko).
2. Das Risiko für den Menschen (humantoxikologisches Risiko).
3. Das Risiko für die Nutzung des Gewässers als Trinkwasserreservoir.

Für alle drei Aspekte werden die Kriterien Schadstoffpotenzial sowie Exposition und Freisetzungspotenzial betrachtet.

Einordnung der Werte

Zur Beurteilung des Schadstoffpotenzials wurde die ermittelte Belastung mit international anerkannten Werten verglichen. Exposition und Freisetzungspotenzial müssen dagegen im Einzelfall betrachtet werden. Dabei spielt eine Rolle, ob die Seesedimente eventuell direkt mit Lebewesen in Kontakt kommen. Auch Diffusionsprozesse und mögliche Aufwirbelungen werden berücksichtigt.

Besteht eine Gefährdung?

Vom Standort geht nur dann eine hohe Gefährdung aus, wenn für all diese Kriterien ein grosses Risiko festgestellt wird und damit das Schutzziel aquatische Umwelt und/oder das Schutzziel Mensch bedroht ist. Dann besteht Handlungsbedarf.