

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.c

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

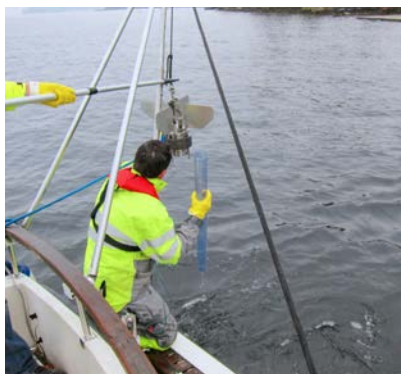
Will man punktuelle Belastungshotspots abgrenzen, muss die Hintergrundbelastung des Seegrunds bekannt sein. An Land sind Hintergrundbelastungen sehr gut untersucht, für die Seesedimente gilt dies aber nicht. Die Bestimmung der Hintergrundbelastung war daher ein wichtiger Teil des gesamten Projekts. Als 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 punktuelle Belastungen ohne räumliche Ausdehnung 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 weiterer Untersuchungsbedarf besteht. Dieser orientiert sich an den Vorgaben der Altlasten-Verordnung (AltIV).

Systematische Beprobung der Seesedimente

Die Beprobung der Sedimente im Zürichsee, Greifensee und Pfäffikersee erfolgte von 2016 bis 2019 in zwei Schritten. Zuerst wurde ein Grundraster erstellt. Dann folgte bei auffälligen Ergebnissen eine engmaschigere Beprobung. Die Sedimentkerne wurden mit Rammkolben gestochen und analytisch untersucht. In Bereichen mit Verdacht auf Belastungen entlang der Uferlinien geschah dies vorerst in einem Abstand von rund 200 Metern (Grundraster). Dabei wurden frühere Erfahrungen berücksichtigt, nach denen allfällige Belastungen 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 unmittelbarer 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 gesamten untersuchten Seebereiche eine recht einheitliche Hintergrundbelastung vorliegt. Die festgelegten Hintergrundwerte werden selten überschritten. Nur bei fünf Standorten wurde eine 5-fache Überschreitung des Hintergrundwerts festgestellt. Diese wurden durch zusätzliche Sondierungen bestätigt. Vier Standorte befinden sich im Zürichsee vor Wädenswil, Käpfnach, Männedorf und Stäfa. Ein Standort liegt im Greifensee vor Uster. Diese fünf Standorte werden neu in den KbS aufgenommen und weiteren altlastenrechtlichen Untersuchungen unterzogen.

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

Aus früheren Abklärungen sind dem AWEL zudem fünf weitere Standorte im Zürichsee bekannt, welche die Kriterien für einen KbS-Eintrag erfüllen. Diese Standorte sind bereits zuvor untersucht und altlastenrechtlich beurteilt worden (Zinnbelastung vor Oberrieden und Thalwil [ZUP 58], Teerölteppich des Gaswerks Thalwil, Papierschlamm Horgen, Belastungen vor Horn Richterswil und Chemie Uetikon). Es handelt sich um teilweise sehr stark belastete

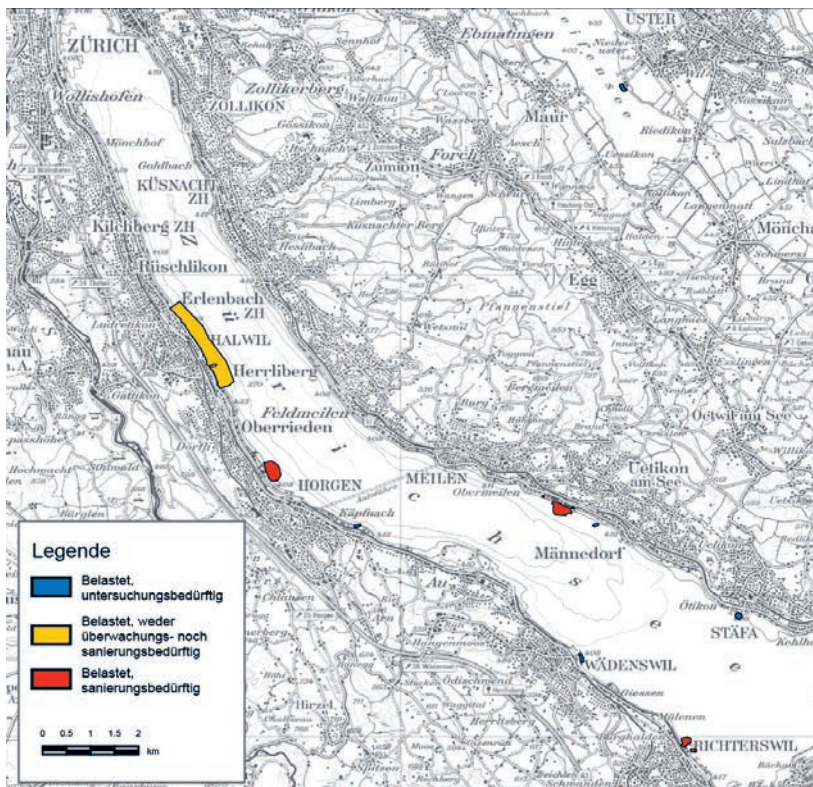
Was der Kataster der belasteten Standorte (KbS) bedeutet

Der Kataster der belasteten Standorte (KbS) ist im Geografischen Informationssystem GIS integriert und öffentlich zugänglich (www.gis.zh.ch). Er zeigt auf, wo Belastungen vorliegen, die altlastenrechtliche oder abfallrechtliche Massnahmen erfordern. Die Standorte sind eingeteilt in Ablagerungs-, Betriebs- und Unfallstandorte. Zu jedem Standort gibt der KbS Auskunft darüber,

- 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 Standorte werden als Altlasten bezeichnet.

Im Kanton Zürich wurde die systematische Erhebung der belasteten Standorte an Land bereits 2011 abgeschlossen. Der KbS mit seinen knapp 6000 Standorten im Kanton Zürich hat sich als Instrument zur Sanierung der Altlasten, aber auch für Bauvorhaben sowie 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.