

# Alarm – zu viele Nährstoffe im Tha Chin



Monika Schaffner, Geografin und Doktorandin sowie Irene Wittmer, Umweltnaturwissenschaftlerin und ehemalige Diplomandin in der Abteilung «Wasser und Siedlungshygiene in Entwicklungsländern»  
Koautorin: Ruth Scheidegger

Mit zunehmender landwirtschaftlicher Intensivierung hat sich die Wasserqualität des Tha Chin in Thailand massiv verschlechtert. Ein enormes Problem ist der hohe Nährstoffgehalt des Flusses. Unser Stoffflussmodell zeigt, dass ein Grossteil der Nährstoffe aus der intensiven Fischzucht stammt.

Der Tha Chin und seine zahlreichen – natürlichen und künstlichen – Kanäle fliessen träge und stark reguliert durch intensiv genutzte Reis- und Zuckerrohrfelder, Gemüse- und Obstplantagen, Schweine- und Fischzuchtanlagen und schliesslich durch das periurbane Gebiet am Westrand Bangkoks. Dabei werden viele Nährstoffe in das Gewässer eingetragen. Alarmiert durch ein flussweites Fischsterben, taten sich Regierung und Zivilgesellschaft im Jahr 2002 zusammen, um einen Aktionsplan zur Verbesserung der Wasserqualität zu entwerfen. Die Pläne sind ambitiös. Unklar ist jedoch, womit man beginnen soll und wie die beschränkten finanziellen und personellen Mittel am wirkungsvollsten genutzt werden können. Im Rahmen des NCCR – Nord-Süd [1] entwickelt die Eawag derzeit ein Stoffflussmodell für die Nährstoffe. Es ermöglicht, die Hauptquellen der Nährstoffbelastung und mögliche Verbesserungsmaßnahmen zu identifizieren.

Die intensive Fischzucht ist eine der Hauptursachen für die Nährstoffbelastung des Tha Chin.



I. Wittmer, Eawag

**Ein Stoffflussmodell für den Tha Chin.** Grundlage unserer Studie war die Analyse der Stoffflüsse im Gebiet des Tha Chin [2]. Als Indikatoren für die Überdüngung wählten wir die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor. Dabei haben wir die Aktivitäten charakterisiert, die zur Nährstoffanreicherung im Tha Chin führen. Die wichtigsten Prozesse sind:

- ▶ Landwirtschaft: Reis-, Zuckerrohr-, Gemüse- und Obstanbau;
- ▶ Tierhaltung: Schweine-, Geflügel- und Fischzucht;
- ▶ industrielle Betriebe;
- ▶ Haushalte.

Das Systemwissen, das in das Stoffflussmodell eingeht, basiert auf Feldbeobachtungen und auf Gesprächen mit Bevölkerung und Fachleuten. Hinzu kommen Daten aus nationalen und internationalen Statistiken, der Fachliteratur, sowie regionalen Forschungsprojekten. Wo keine Daten vorhanden sind, werden diese Lücken vorerst mit Schätzungen gefüllt. Sie werden so bald wie möglich durch genauere Angaben ersetzt. Die gesamte Datenerhebung ist ein iteratives Vorgehen. Die Daten werden laufend verfeinert und aktualisiert bis eine zufrieden stellende Genauigkeit der Modellrechnungen erlangt ist. Das für das gesamte Einzugsgebiet erarbeitete Grundmodell (Abb. 1) kann später auf beliebig kleine Teilräume reduziert werden. Dies ist von Vorteil, da die anthropogene Nutzung im Gebiet des Tha Chin nicht homogen verteilt ist, und somit eine genauere Darstellung der spezifischen Verhältnisse möglich ist.

Erste Modellresultate weisen darauf hin, dass insbesondere durch die Fischzucht grosse Mengen von Stickstoff und Phosphor in den Tha Chin gelangen. Daneben spielen auch die Schweinezucht und die Düngepraktiken in der Landwirtschaft eine grosse Rolle in der Nährstoffbilanz.

**Fischzucht am Tha Chin.** Um die Stoffflüsse für die Fischzuchten genau aufzuschlüsseln, erarbeiteten wir ein detailliertes Teilmodell [3]. Im Gebiet des Tha Chin sind die Fischzuchtteiche nicht zu übersehen. Oft liegen mehrere der ein bis vier Hektar grossen Teiche beieinander und sind nur durch schmale Land-

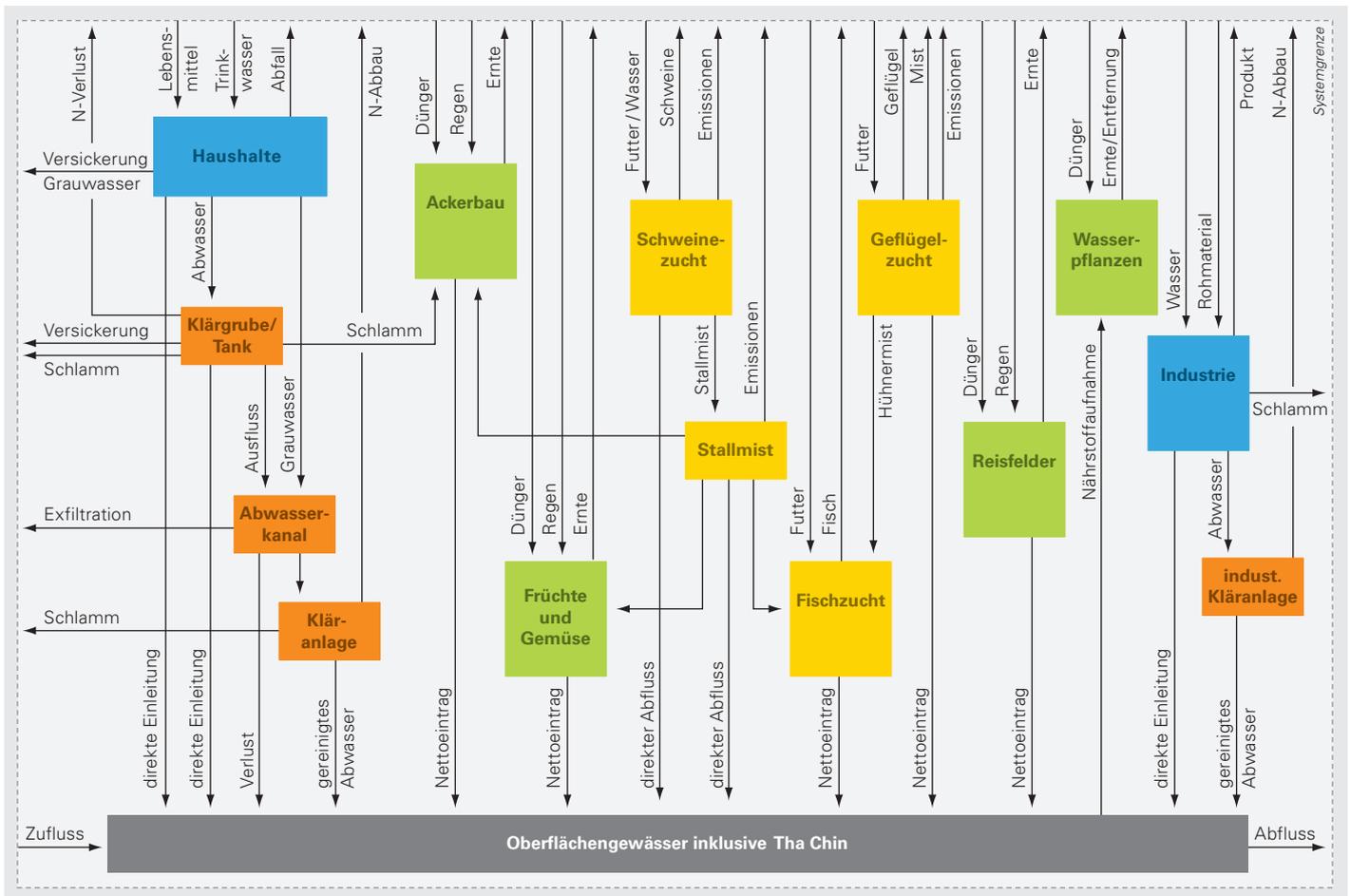


Abb. 1: Vereinfachtes Systemschema für das Gebiet des Tha Chin: Kästen = Prozesse, die die Nährstofffracht im Tha Chin beeinflussen; Pfeile = Nährstoffflüsse.

streifen getrennt. Darin werden Barsche der Gattungen Tilapia (Petrus-Fische, lat. *Oreochromis niloticus*) und Channa (Schlangenkopffische, lat. *Channa striatus*) sowie Welse (catfish, lat. *Carias bartrachus*) und Tiger-Shrimps (lat. *Penaeus monodon*) gezüchtet. Obwohl nur wenige Teiche im Tha Chin für die Welszucht genutzt werden, wird gewichtsmässig doch doppelt so viel Wels wie Tilapia produziert. Die intensiven Welskulturen sind leicht am Geruch des verwendeten Futters erkennbar – alter und unverwertbarer Meeresfisch. Auch die Shrimpszucht ist umfangreich: mehr als 30% der gesamten thailändischen Garnelenproduktion findet am Tha Chin statt. Dagegen ist die Produktion der Schlangenkopffische relativ gering.

Die Aufzucht der Aquakulturen erfolgt zyklisch. Sind die Tiere verkaufsfähig, werden sie gefangen und das Wasser wird in den nächstgelegenen Kanal gepumpt. Von dort gelangen die Nährstoffe schliesslich in den Tha Chin.

Das Stoffflussmodell wurde so entwickelt, dass es für jede Art von Fischkultur anwendbar ist. Es ging darum, überschlagsmässig zu ermitteln, wie viel Stickstoff und Phosphor mit dem Fischfutter ins System eingebracht, von den Fischen und vom Phytoplankton aufgenommen wird und welcher Anteil schliesslich in den Fluss gelangt. Zum Teil wurden die benötigten Eingabedaten durch

Interviews erhoben, d.h. wir besuchten die Fischzüchter vor Ort und fragten sie nach der Futtermenge und der Art und Weise, wie sie die Teiche bewirtschaften. Beispielsweise wird ein Teil des Wassers der Garnelen- und Welsteiche täglich erneuert. Dagegen wird in den Tilapienteichen nur das durch Verdunstung und Versickerung verlorene Wasser ergänzt. Die restlichen Daten stammen aus lokalen Statistiken oder sind der Fachliteratur entnommen.

### Aquakulturen tragen erheblich zur Nährstofffracht im Tha Chin bei.

Da die Nährstoffflüsse in den Fischkulturen am Tha Chin sehr verschieden sind, wurden sie für die wichtigsten Kulturen – Welse, Tilapia, Schlangenkopffische und Shrimps – einzeln berechnet. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Stickstoff- und Phosphorflüsse in einer Welskultur. Nur ein kleiner Teil der Nährstoffe wird von den Welsen verwertet, der grösste Teil (12 von 14 Tonnen Stickstoff und 3,2 von 4,4 Tonnen Phosphor) wird direkt in die mit dem Tha Chin verbundenen Kanäle geschwemmt. Um die Nährstoffmenge zu berechnen, die insgesamt aus den Welskulturen in den Tha Chin gelangen, wurden die kultivierten Flächen für das gesamte Gebiet hochgerechnet. Es zeigte sich, dass die enorme Menge von rund 10000 t Stickstoff und 3000 t Phosphor pro Jahr in den Tha Chin eingeschwemmt werden. Die Welskulturen stel-

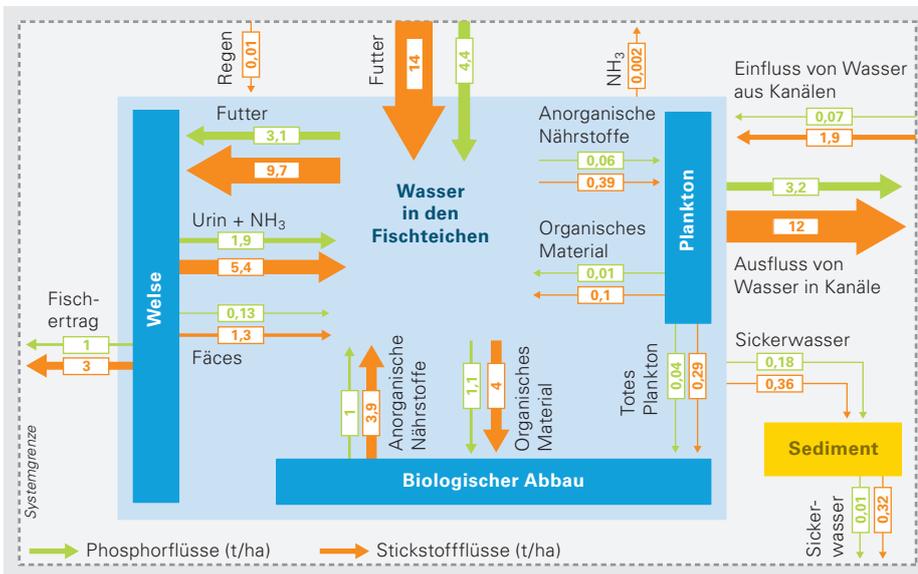


Abb. 2: Stickstoff- und Phosphorflüsse für das Teilsystem einer Welskultur.

len damit den grössten Anteil an der jährlichen Gesamtfracht von 15000 t Stickstoff und 3600 t Phosphor aus der Aquakultur dar.

**Welche Faktoren beeinflussen die Nährstofffracht am stärksten?** Mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse (siehe Leitartikel auf S. 4), bei der die Eingabegrößen variiert werden, ermittelten wir die Schlüsselparameter für das Teilsystem der Aquakulturen.

► **Futtermenge:** Aquakulturen werden oft unnötig überfüttert, um maximale Erträge zu erzielen. Die Fische können jedoch nur einen gewissen Prozentsatz ihres momentanen Körpergewichts verwerten, der Rest wird ungenutzt fortgeschwemmt. Um angemessen zu füttern, müsste der Besitzer von Zeit zu Zeit das Gewicht seiner Fische bestimmen und deren ungefähre Anzahl kennen.

► **Nährstoffgehalt des Futters:** Falls die Aquakultur auf Frischprodukte angewiesen ist, kann an deren Nährstoffzusammensetzung nichts geändert werden. Ist das Futter hingegen künstlich hergestellt, kann zumindest der Phosphorgehalt massiv gesenkt werden. Unsere Berechnungen zeigen, dass die Fracht für Tilapia-kulturen, die sich von Mist ernähren, im Vergleich zum künstlich hergestellten Trockenfutter von 30 kg Phosphor pro Tonne Fisch auf 3 kg gesenkt werden kann. Der Stickstoffgehalt kann allerdings nicht verändert werden. Er ist durch den benötigten Proteingehalt vorgegeben.

► **Entwässerung der Teiche am Ende der Kultur:** Vor der Ernte wird der Teich zu einem grossen Teil entleert. So können die Arbeiter in den Teich steigen und die Fische einsammeln. Dadurch wird das nährstoffreiche Sediment aufgewirbelt. Am Ende wird es samt dem Restwasser bewusst in den nächstgelegenen Kanal gepumpt. Dies geschieht, um die Sedimentakkumulation in den Teichen zu verhindern. Der Tha Chin wird also nicht nur kontinuierlich mit Nährstoffen belastet, sondern erhält zusätzlich periodisch besonders hohe Stickstoff- und Phosphoreinträge. Die Nährstofffracht könnte erheblich gesenkt werden, wenn die Sedimente nicht in die

Kanäle gelangen, sondern beispielsweise auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht würden. Ob es jedoch möglich ist, diese Vorgehensweise zu verändern, ist unklar.

**Massnahmen mit allen Beteiligten planen und Stoffflussanalyse auf andere Schadstoffe ausweiten.**

Um die Ergebnisse der Stoffflussanalyse für die Praxis nutzbar zu machen, müssen Gesellschaft und Wirtschaft bei der Erarbeitung von Massnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität einbezogen werden. Deshalb sollen in einem Workshop Vertreter aller betroffenen Gruppen an einen runden Tisch eingeladen werden. Aufgrund der abgeschätzten Stoffflüsse und der identifizierten Schlüsselparameter können konkrete Massnahmen diskutiert werden. So wird gemeinsam überlegt, welche Massnahmen – im Spannungsfeld zwischen Gewässerschutz, Realisierbarkeit und sozioökonomischen Aspekten – am meisten Erfolg versprechen.

Die vorliegende Studie quantifiziert die Nährstoffflüsse im Gebiet des Tha Chin. Sie geht jedoch nicht auf andere Wasserschadstoffe ein wie Schwermetalle, Pestizide oder Hormone, die im Tha Chin sicher ebenfalls eine Rolle spielen. Bei der Diskussion um geeignete Massnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität sollten aber unbedingt alle Problemstoffe berücksichtigt werden. Es wäre deshalb sinnvoll, in einer erweiterten Analyse, auch die bisher nicht untersuchten Schadstoffe zu erfassen. ○ ○ ○

[1] <http://www.nccr-north-south.unibe.ch>. Die «Swiss National Centres of Competence in Research» (NCCR) sind Forschungsinstrumente des Schweizer Nationalfonds und werden mitfinanziert von der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA).

[2] Schaffner M. (2005): Assessment of water quality problems and mitigation potentials by using material flow analysis – A case-study in the Tha Chin River basin, Thailand. In: Proceedings of the «International Symposium on role of water sciences in trans-boundary river basin management». Ubon Ratchathani, Thailand.

[3] Wittmer I. (2005): Modeling the water and nutrient flows of freshwater aquaculture in Thailand: Diplomarbeit, Eawag, ETH Zürich, 66 p.