

Wilhelmshaven, 22.07.2012

Rezension der Aufsätze „Beitrag zur mathematisch-physikalischen Modellierung von Freistrahlanlagen für die Gewässerbelüftung (Teil 1)“ und „Beitrag zur Bewertung der Freistrahlanlagen im Banter See Wilhelmshaven im Zusammenhang mit dem Wettergeschehen, Jahre 2007 bis 2011“ von Prof. Dr.-Ing. Bernhard Winter, Institut EVU, 17./18. Juli 2012

Der Beitrag von B. Winter zur Modellierung von Freistrahlanlagen ist eine interessante und eher unkonventionelle Arbeit zur strömungsmechanischen Berechnung der Ausbreitung von Freistrahlen. Das Rechenverfahren ist aus einer Reihe von Einzelmodellen zusammengesetzt, die einen unterschiedlichen Qualitätsgrad haben. Bei einigen dieser Komponenten sind noch theoretische Fragen offen. Erhebliche Verbesserungsmöglichkeiten und die Tatsache, dass die Rechenergebnisse noch nicht an Versuchsergebnissen verifiziert worden sind, lassen das Projekt als noch unfertig erscheinen.

Die Rechenergebnisse sind *qualitativ* richtig – die Phänomene bei der Ausbreitung von Freistrahlen sind bekannt und Teil klassischer Strömungsmechanik –, aber die quantitativen Resultate sind noch in Frage zu stellen. Hier hätte ein Vergleich mit den altbekannten empirischen Modellen nahegelegen, deren Gültigkeit nur durch die Bedingung der Gewässerisothermie eingeschränkt ist. Vom Autor genannte weitere Einschränkungen sind nicht nachvollziehbar.

Die entscheidende Randbedingung für die Eindringtiefe eines Freistrahls ist der Temperaturgradient der Wassersäule. In den Rechenbeispielen des Autors wird ein linearer Temperaturabfall von oben nach unten von 5 K angenommen. Eine derartig große Differenz tritt allerdings nur selten auf. Außerdem ist der Temperaturgradient nicht linear, sondern nimmt nach unten progressiv zu, oder das Gewässer ist un stetig geschichtet. Zusammengenommen werden also recht ungünstige Randbedingungen gesetzt.

Die Bestätigung der verminderten Eindringtiefe bei vorhandenem Temperaturgradienten bzw. die Erinnerung daran wird an verschiedenen Stellen des Berichts und insbesondere in den Schlussfolgerungen mit einer negativen Kritik an den Freistrahlanlagen überhaupt verbunden. Deren Beitrag zur Gewässerbelüftung soll unwesentlich sein. Dieses Einzelargument greift aber wesentlich zu kurz. Erstens sollen die Freistrahlanlagen nicht nur der Belüftung dienen, sondern auch der Durchmischung. Zweitens sollen sie *nicht allein* für Durchmischung und Belüftung sorgen. Sie sollen vielmehr dem Wind als der eigentlich treibenden Kraft das Feld bereiten und seinen Wirkungsbereich vergrößern.

Zur Erinnerung noch einmal die Grundideen zur Wirkungsweise der Freistrahlanlagen bei unterschiedlichen Randbedingungen bzgl. Temperaturschichtung und Windaufkommen:

Keine Schichtung, kein Wind:	Die Freistrahlen sorgen für Durchmischung und Belüftung und verhindern bzw. behindern die Ausbildung einer Schichtung.
Keine Schichtung, Wind:	Der Wind übernimmt im Wesentlichen die Durchmischung und Belüftung.
Schichtung, kein Wind:	Die Freistrahlen drängen die Sprungschicht (Metalimnium) nach unten und vergrößern das Epilimnium und damit den Wirkungsbereich eines ggf. einsetzenden Windes.
Schichtung, Wind:	Je nach Stärke durchdringt die windinduzierte Strömung die Sprungschicht und sorgt für Durchmischung und Belüftung.

Die Wirkung eines Freistrahls ist wesentlich vielfältiger, als es der Beitrag nahelegt. Seine indirekte Wirkung wird komplett außer Acht gelassen. Er leistet immer einen Beitrag zur Durchmischung – nicht nur bzgl. der Temperatur, sondern auch bzgl. der Nährstoffe und des Phytoplanktons –, zur Belüftung und zur Erzeugung von Unruhe in der Wassersäule. Gerade seine *vielfältige* Wirkung im Hinblick auf den Nährstoffhaushalt und die Konkurrenz der verschiedenen Planktonarten ist der gedankliche Ansatz zur Bekämpfung der Cyanobakterien-Blüten.

Zusammengefasst muss festgestellt werden, dass der rechnerische Ansatz von B. Winter zwar interessant ist, aber noch keine zuverlässigen quantitativen Aussagen liefert und für eine angemessene Beurteilung der Freistrahlanlagen alleine nicht ausreicht.

Der Beitrag von B. Winter zur Beurteilung der Freistrahlanlagen im Zusammenhang mit dem Wettergeschehen enthält eine interessante Gegenüberstellung von Wetterdaten, Wasseroberflächentemperaturen und Temperaturdifferenzen über der Wassersäule im Jahresverlauf. Er versucht nachzuweisen, dass die Freistrahlanlagen nicht in der Lage sind, einen wetterabhängig schnellen Aufbau von ΔT , d.h. eine Schichtung zu verhindern. Allein stärkere Windereignisse könnten eine Schichtung auflösen. Eine Kopplung zu den Freistrahlen wird nicht erwähnt.

Problematisch ist hier die alleinige Verwendung von $\Delta T = T_{0m} - T_{9m}$ als Maß für die Temperaturschichtung des Gewässers:

- Die ebenfalls vorliegenden gemessenen Temperaturprofile, die einen wesentlich schwächeren Temperaturgradienten anzeigen, werden ohne Umstände als zu ungenau und ungeeignet verworfen, obwohl die ΔT -Größen denselben Messreihen entstammen. (Die Sauerstoffprofile werden nicht verworfen!)
- T_{0m} ist direkt vom Wettergeschehen abhängig, ändert sich in kürzester Zeit und schwankt wesentlich stärker als das gesamte Temperaturprofil. T_{0m} ist nur ein lokaler Wert, der ohne schnellen Einfluss auf ein mittleres, ggf. linear angenähertes Tempera-

turprofil ist. T_{0m} charakterisiert nicht das Temperaturprofil, d.h. nicht die Schichtung der Wassersäule, und kann nicht zur Beurteilung einer Mischwirkung z.B. seitens einer Freistrahlanlage herangezogen werden. Die im Bericht wiederholt getätigte Aussage, dass sich ΔT proportional T_{0m} verhält, bestätigt diese irri-ge Annahme.

Die Schlussfolgerung des Aufsatzes, dass das Wettergeschehen und insbesondere der Wind die entscheidende Rolle bei der Durchmischung spielen, ist jedoch durchaus vertretbar. Darauf wurde bereits oben ausführlich hingewiesen.

Die Aussagen zu einer vernachlässigbaren Wirkung der Freistrahlanlagen greifen jedoch wieder allzu kurz. Ihre wesentlich komplexer angelegte Wirkungsweise (s.o.) wird nicht erwähnt. Die Aussage, dass damit die vertikale Temperaturdifferenz von unten her reduziert würde, ist falsch. Desweiteren werden deutlich sichtbare längerfristige Tendenzen ihrer Wirkung nicht angesprochen. Der Einsatz der Freistrahlanlagen ist aber langfristig angelegt!

Nebenbei bemerkt werden die Freistrahlanlagen immer nur mit ihrer kleinen Leistung charakterisiert, was an die unsägliche Küchenmixer-Aktion von Herrn Manzenrieder erinnert.

Die zusätzlich getätigten Aussagen zur Eisbildung im Winter sind nicht ganz deutlich, bieten aber interessante Ansatzpunkte, die weiter betrachtet werden sollen.

Beide hier besprochenen Aufsätze von B. Winter sind lesenswert, vermitteln aber leider nur sehr subjektive Schlussfolgerungen des Verfassers. Sie sind stark geprägt von seiner vorgefassten negativen Meinung zu den Freistrahlanlagen. Sie sind daher nicht wirklich hilfreich bei der Beantwortung der Fragen nach der Wirkungsweise der Freistrahlanlagen. Hier sind komplexere Erklärungsmuster gefordert. So wie es in diesen Beiträgen versucht wird, ist eine allgemeine Beurteilung nicht möglich!