

Ein mathematischer Tauchkurs – Dr. Claudine Leonhard (Kiel University)

Dr. Gräfe beginnt die Veranstaltung am Humboldt Gymnasium mit einem kurzen Abriss über die Geschichte des Hegau-Bodensee Seminars und leitet mit einem mathematischen Zitat zur Referentin des heutigen Abends, Prof. Dr. Claudine Leonhard, über.

Die promovierte Mathematikerin stellt dem Publikum zunächst ihren Berufsalltag an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel im Institut für Informatik vor. Dort forscht sie in einem internationalen Umfeld und in Zusammenarbeit mit dem GEOMAR Helmholtz Zentrum an den menschlichen Einflüssen auf die Ozeane. Ihre Fragestellung befasst sich mit den mathematischen Möglichkeiten der Vorhersage anthropogenen Handelns auf die Meere. Die Mathematik dient innerhalb ihrer These dazu, human-maritime Prozesse zu simulieren und Szenarien zu modellieren, um diese im Sinne der Nachhaltigkeit Akteuren – derzeit auf politischer Ebene – zur Verfügung zu stellen.

Unter den Leitmotiven Eintauchen, Neues Entdecken und Auftauchen führt sie die Zuhörer zum Thema Fischereimanagement. Um den Fischfang nachhaltig zu gestalten, setzt sie ihr mathematisches Instrument der stochastisch partiellen Differentialgleichung ein. Da der Bestand einer Fischart an einem Ort zu einer Zeit nicht vorhersehbar ist, nutzt Dr. Leonhard an Stelle von Statistik die Möglichkeiten der Wahrscheinlichkeitslehre und Modellierung ein. Ihre Gleichungen stellt sie Bestandsaufnahmen bzw. vorhandenen Datensätzen der Ostsee gegenüber.

Mathematische Beschreibung I Vereinfachung: wir betrachten nur einen Punkt auf der Erde und beobachten, wie sich die Anzahl der Fische an diesem Punkt ändert
Mathematisch: gewöhnliche Differentialgleichung

$A(t)$ = Anzahl Fische zum Zeitpunkt t , $t_1 = 9.10.2017, 8.00$ Uhr, $t_2 = 9.10.2017, 9.00$ Uhr

$$A(t_2) - A(t_1) = -53 \cdot (t_2 - t_1)$$

Dies liefert $dA(t)/dt = -53 \Rightarrow A(t) = -53t + A(0)$.

So entstehen auch negative Fischbestände.

Nun, etwas komplizierter $A(t_2) - A(t_1) = -c \cdot A(t_1) \cdot (t_2 - t_1)$,

also $dA(t)/dt = -cA(t) \Rightarrow A(t) = A(0) \cdot e^{-ct}$

Eigentlich haben wir Systeme mit Änderungen in Zeit und Ort zu betrachten. Dazu benötigen wir partielle Differentialgleichungen

$$A(t_2, x) - A(t_1, x) + A(t, x_2) - A(t, x_1) = c$$

In diesem Modell bleiben viele unsichere Einflüsse unberücksichtigt. Dies kann mit einem Unsicherheitsterm berücksichtigt werden, d.h. mit einer stochastisch partiellen Differentialgleichung. Solche Gleichungen lassen sich nicht explizit lösen; aber der Computer liefert Näherungslösungen. Der Vergleich mit Meßwerten zeigt, ob eingesetzte Parameter verändert werden müssen.

Biogeochemische Vorgänge über das Ökosystem der Meere übersetzt Frau Leonhard ebenfalls in stochastisch partielle Differentialgleichungen. Die Berechnung absinkender Nährstoffe spielt beispielsweise eine bedeutende Rolle in Bezug auf Vorhersagen über den Klimawandel, da dieser Vorgang im maritimen Ökosystem Treibhausgase absorbieren kann.

Unsicherheiten

Haben wir die Diversität richtig abgebildet? Sind die Parameter korrekt gewählt?

Haben wir alle relevanten Faktoren im Modell berücksichtigt?

Da die Messung anthropogener Einflüsse auf die Ozeanographie auch im großen Maßstab, d.h. in Bezug auf globale Meeresströmungen, sehr komplex und unsicher ist, fügt Dr. Leonhard hier ebenfalls stochastische Modellierung in ihre Differentialgleichungen ein. Die Kalkulationen benötigen allerdings immense Rechnerkapazitäten. Ziel ist aber, daß die Modellergebnisse nahe an den Beobachtungen liegen.

Im abschließenden Kolloquium stellt sich heraus, dass die Unsicherheit ihrer modellierten Szenarien zwar durch Bestandsdatenvergleiche und Stochastik kleiner wird, aber immer noch bedeutend ist. Zudem wird angemerkt, dass hydrodynamische Prinzipien keine Berücksichtigung finden. Die Politik sei dennoch an Dr. Leonhards Vorhersagen interessiert, stellt sich auf Nachfrage einer interessierten Schülerin heraus.

Dr. Gräfe schließt den rege besuchten Vortrag mit Hinweisen auf weitere Veranstaltungen im Rahmen des Hegau-Bodensee Seminars ab.