



Doctoral Thesis

Hydrologie und Dynamik der Hochmoorentwicklung

Author(s):

Schneebeli, Martin Christoph

Publication Date:

1991

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000592303> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH Nr. 9366

Hydrologie und Dynamik der Hochmoorentwicklung

ABHANDLUNG
Zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE

vorgelegt von
MARTIN SCHNEEBELI
dipl. Kultur-Ing. ETH

geboren am 10. März 1958
von Zürich und Ottenbach ZH

angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. Hannes Flüeler, Referent
PD Dr. Otto Wildi, Korreferent

Zürich, 1991

ZUSAMMENFASSUNG

Hochmoore sind in der Schweiz hochgradig gefährdete Ökosysteme. Um sie zu erhalten, ist es notwendig, die hydrologischen und bodenkundlichen Prozesse zu kennen, welche bei der Entstehung und Ausbreitung wirksam sind. Die notwendigen Grundlagen und Modellvorstellungen werden dazu entwickelt. Auf dieser Basis werden dann die konkreten Prozesse mit Hilfe der Rekonstruktion der Geschichte des Moores und der Simulation hydrologischer Eigenschaften untersucht. Als Hauptuntersuchungsobjekt dient das Turbenriet im Kanton St. Gallen, Schweiz. Für spezielle Fragen werden publizierte Daten aus Mooren von Schweden (Granlund, 1932; Foster, 1988) und Deutschland (Schmeidl et. al, 1970; Eggelsmann und Schuch, 1980) verwendet.

In den theoretischen Grundlagen werden zuerst die Eigenschaften von Torfböden definiert, dazu wird die Klassifikation der Soil Taxonomy erweitert. Danach werden die Modellvorstellungen entwickelt, welche die Prozesse der Torfablagerung beschreiben. Die Rekonstruktion erfolgt mit ^{14}C - und pollenanalytischen Datierungen. Die ^{14}C Datierung erfolgt an einem sogenannten Standardprofil und an einzelnen Basisproben. Die pollenanalytischen Datierungen basieren auf einem 50 m Raster der Basisproben und einem Längs- und Quertranssekt, in welchen vertikal 4 Proben entnommen wurden. Die Einordnung der Proben in das Standardprofil erfolgt aufgrund der Ähnlichkeit und mittels eines Optimierungsalgorithmus. Die Vertrauensintervalle der Datierung werden mit einer Monte-Carlo-Simulation bestimmt. Die hydrologischen Simulationen untersuchen die Reaktion verschiedener Leitfähigkeits- und Speicherkapazitätsverhältnisse bei instationärer Nachlieferung und die Auswirkung der Verdichtung des Torfes nach einer Entwässerung. Für die Simulationen wurde ein eindimensionales, instationäres und ein zweidimensionales, stationäres Finite-Differenzen Modell entwickelt.

Die dreidimensionale Rekonstruktion der Moorbildung ermöglicht den Flächen- und Volumenzuwachs zu berechnen. Aus den nahezu linearen Zuwachsraten kann ein neues Sedimentationsmodell hergeleitet werden, welches aufgrund der mittleren vertikalen Sedimentationsrate und der horizontalen Ausbreitungsrate die gemessenen Daten gut wiedergibt. Die instationäre hydrologische Simulation des Wasserspiegels zeigt, dass mit den im Zentrum eines intakten Moores auftretenden Bult-Schlenken-Strukturen und den Rillenstrukturen am Rand des Moores die minimale Amplitude des Wasserspiegels auftritt. Die Simulation der Veränderung des Wasserspiegels infolge

Torfverdichtung zeigt, dass die hydraulische Leitfähigkeit vor allem am Rand des Moores (beim Entwässerungsgraben) abnimmt und der Wasserspiegel im Laufe der Zeit wieder ansteigt. Der zentrale Teil des Moores wird dabei am stärksten wieder vernässt.

Das sich entwickelnde Hochmoor lässt sich somit als lineares System interpretieren. Die Verdichtung des Torfs nach einer Entwässerung führt zu einer effizienten Rückkoppelung und sichert die beobachtete lange Lebensdauer des Ökosystems. Für die Regeneration von Hochmooren bedeutet dies, dass die Entwicklung des Moores stark berücksichtigt werden muss und die Rückkoppelungsprozesse in die Planung einbezogen werden müssen.

Anders ausgedrückt kann man sagen, dass das System die anthropogenen und natürlichen Störungen selber reguliert, wenn man ihm Zeit lässt. Ist die Störung jedoch so gross, dass der Mineralboden, auf welchem das Moor wächst, zuerst entwässert und dann belüftet wird, so ist die Torfbildung nicht mehr möglich.

ABSTRACT

Due to the intensive landuse and cultivation practised during the last century in Switzerland the peat bogs (synonymous mires) became an endangered landscape element. In order to restore and preserve such relict ecosystems it is necessary to understand the hydrological and peat bog formation processes. Of primary importance are those processes which control the growth and sedimentation of peat. Such longtermed processes were investigated by reconstructing the surface shapes of a peat bog during the past 12000 years. By means of an instationary drainage model the spatial distribution of hydraulic conductivities were analyzed which determine to a large extent the observed bog shape.

Most of the data are from Turbenriet (canton St. Gallen, Switzerland). For special questions additional, published data were used from Sweden (Granolund, 1932; Foster, 1988) and Germany (Schmeidl et. al, 1970; Eggelsmann and Schuch, 1980).

The former surfaces of the expanding and growing bog were reconstructed by means of pollen analyses which in turn were calibrated with radiocarbon dates. The peat samples were taken as depth profiles along transects and, in addition, at the base of the peat body on a 50×50 m grid. The standard profile and a selection of base samples were crossdated with radiocarbon. The age of the exclusively pollen-dated samples was determined based on pollen composition using several similarity measures and an optimization algorithm to compare the sample data with the pollen data of the radiocarbon-dated reference samples. The confidence intervals were estimated by means of a Monte-Carlo simulation. The three-dimensional reconstruction of the peat bog enabled to calculate the time dependent growth in area and volume. The nearly linear vertical and horizontal growth made it possible to adjust a sedimentation model, which exhibits a relatively small deviation between fitted and measured areas and volumes.

The transient, one-dimensional finite difference model was used to simulate the amplitudes of the oscillating water table for a peat bog with a space dependent ratio between hydraulic conductivity and between storage capacity. The minimum of the overall amplitude was found for conductivity and storage capacity coefficients, which must be interpreted as hollow-hummock structure in the centre of the bog and as "Rüllen"-structure (natural drainage ditches) at the fringe.

The two-dimensional finite difference model for the transient simulation of the change in hydraulic conductivity predicts a marked reduction in the im-

XVIII

mediate vicinity of the ditch. This reduction raises the water table during the subsequent years. The maximum water table raise is predicted for the central part of the drained bog.

Based on the presented data and model prediction we conclude that a peat bog behaves as a nearly linear system. The drainage induced compaction exerts a corrective feedback by favouring ponding conditions and hence warrants the longevity of such ecosystems. A successful restoration process of anthropogeneously disturbed peat bogs should make use of these mechanisms.