

HANDBUCH

Boden als Indikator für Hochwasserereignisse

Bodenkarten als Prognose- und Sensibilisierungsinstrument & zur Bewusstseinsbildung



INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorwort und Einleitung	4
2	Böden als Zeugen ihrer Entwicklungsgeschichte	4
3	Kennzeichen für Überflutungen	5
4	Bodentypen in Überflutungsbereichen	9
5	Auffinden und Abgrenzen von Bodentypen	9
6	Anwendungsmöglichkeit	10
7	Schlussfolgerungen	17
8	Impressum	18
9	Zusammenfassung	19

1 Vorwort und Einleitung

Können wir aus Böden ablesen, wo Überschwemmungen auftreten? Und wenn: wie soll das funktionieren? Worauf müssen wir unseren Blick richten?

Das vorliegende Handbuch zeigt exemplarisch, wie Böden als Indikatoren für potenzielle Überschwemmungsbereiche herangezogen werden können. Die aus den Böden abgelesenen Informationen können ergänzend zu Hochwasseranschlagslinien verwendet werden. Die auf diesem Weg ausgewiesenen Risikoflächen schließen Bereiche mit ein, die über eine 300-jährliche Hochwasseranschlagslinie hinausgehen. Die Verwendung leicht zugänglicher Informationsgrundlagen wird erklärt.

2 Böden als Zeugen ihrer Entwicklungsgeschichte

Böden haben unter der Oberfläche keinen einheitlichen Aufbau sondern mehrere Schichten, die „Bodenhorizonte“ genannt werden. Bodenhorizonte unterscheiden sich in Farbe, Korngröße der Einzelbestandteile, Humusgehalt, ihrer Abfolge mit der Tiefe und vielen weiteren Eigenschaften. Viele haben vermutlich schon einmal einen Blick auf ein Bodenprofil geworfen, zum Beispiel in einer geöffneten Baugrube, und unterschiedliche Bodenhorizonte wahrgenommen. Dem Kundigen verrät das Bodenprofil und die Abfolge und Eigenschaften der Bodenhorizonte die Geschichte der Entstehung dieses Bodens, aus welchem Ausgangsmaterial der Boden hervorgegangen ist, welche ökologischen Prozesse an der Bodenbildung mitgewirkt haben.



Abb. 2-1: Baugrube mit Bodenprofil

3 Kennzeichen für Überflutungen

Einige sehr charakteristische Bodeneigenschaften zeigen an, ob dort, wo sich der Boden befindet, in der Vergangenheit Überflutungen stattgefunden haben und daher auch zukünftig dieses Risiko besteht. Überflutungen im Nahbereich von Flüssen entstehen sowohl dadurch, dass das Gewässer über die Ufer tritt als auch dadurch, dass das Grundwasser nicht abfließen kann und zurückgestaut wird. Beide Ursachen hinterlassen ihre Spuren im Bodenprofil. Während die wiederholte Überschwemmung zu einer Abfolge übereinandergelagerter unterschiedlicher Schichten führt, ist der Grundwassereinfluss an charakteristischen Oxidationsflecken erkennbar. Beide Merkmale können auch gemeinsam auftreten.



Abb. 3-1: Bodenkundler besichtigen ein Bodenprofil (Auengley am Goldbrunnteich, Spital an der Drau), an dem die wiederholte Sedimentablagerung in Folge von Überschwemmungen zu erkennen ist. C14 Analysen ergaben, dass sich die zwei dünnen parallelen Torfschichten (Pfeil) auf halber Tiefe vor ca. 200 Jahren entwickelt haben, bevor die nächste Überflutung kam.



Abb. 3-2: Je nach Strömungsgeschwindigkeit hat hier der Inn bei aufeinanderfolgenden Hochwasserereignissen abwechselnd feines und schottriges Sediment abgelagert. Es entstand ein Auboden.



Abb. 3-3: Die ehemalige Taloberfläche des Inn, auf der sich bereits ein Humushorizont gebildet hatte, wurde erneut überschwemmt und ein 70 cm mächtiges Sedimentpaket darüber abgelagert. (1 Farbschnitt am Maßstab = 10 cm). Ein neuer Humushorizont ist an der Oberfläche entstanden. Auch so kann ein Auboden aussehen.



Abb. 3-4: Feine Farbunterschiede der Bodenhorizonte dieses Aubodens bei Tulln, die Bänderung des untersten Horizonts und vergrabenes Totholz verraten, dass hier die Donau immer wieder bei Überschwemmungen Sedimente abgelagert hat.



Abb. 3-5: Totholz im Bodenprofil eines Aubodens



Abb. 3-6: In diesem Gleyboden steht das Grundwasser meistens bis 80 cm unter der Oberfläche (die Grube wurde für das Foto ausgepumpt). Dies ist an der Grenze zwischen dem grauen Horizont, wo meist Sauerstoffarmut herrscht, und dem rostig gefleckten Horizont darüber ablesbar. Die Rostflecken (es handelt sich tatsächlich um Eisenoxide) bildeten sich im Grundwasserschwankungsbereich. Manchmal steht das Grundwasser bis knapp unter der Bodenoberfläche oder es kommt sogar zu Überschwemmungen.



Abb. 3-7: Rostflecken in grundwasserbeeinflussten Böden entstehen vor allem entlang von Rissen oder alten Wurzelkanälen, wo der Wechsel von Wassersättigung und Austrocknung rascher geschieht.



Abb. 3-8: Auf Grund des zeitweiligen Wassereinstaus in dieser Feuchtschwarzerde bei Tulln hat sich ein 70 cm mächtiger Humushorizont gebildet. Grund ist der Sauerstoffmangel, der dazu führte, dass die organische Substanz nur langsam abgebaut werden kann. Unter dem Humushorizont geben Rostflecken ein Zeugnis des Wassereinstaus.

4 Bodentypen in Überflutungsbereichen

Für die Bezeichnung der Bodentypen existiert in Österreich eine Systematik, die Böden nach ihren Merkmalen und ihrer Entstehung einteilt und bezeichnet. Bodentypen wie Auböden weisen auf eine Entstehung durch Flüsse hin. Überall wo Auböden zu finden sind, ist auch mit Überflutungen aus Flüssen zu rechnen. Bei hohen Flusswasserständen steigt oft der begleitende Grundwasserstrom mit an und es entstehen sogenannte Gleye oder auch Feuchtschwarzerden.

Die folgenden Bodentypen, die zu den „**hydromorphen**“ (=wasserbeeinflussten) Böden zählen, sind typisch für Überflutungsbereiche:

Auböden sind Böden im Bereich der Flüsse und Bäche. Sie sind durch periodische Überflutungen und stark schwankenden Grundwasser entstanden. Die Abb. 3-2, Abb. 3-3 und Abb. 3-4 zeigen Auböden.

Gleye sind typische Böden der Tal- und Beckenlagen und sind durch Grundwasser geprägt. Abb. 3-6 zeigt einen Gley.

Feuchtschwarzerden sind Böden ehemals vernässter Standorte und ein episodischer Grundwassereinfluss ist möglich. Abb. 3-8 zeigt eine Feuchtschwarzerde.

Anmoor und Niedermoor sind Böden, in denen sich durch andauernden Grundwassereinfluss organische Substanz angereichert hat, da der Abbau von Streu durch Sauerstoffmangel gehemmt ist. Wenn Anmoore oder Niedermoore trockenfallen kann sich daraus eine Feuchtschwarzerde entwickeln.

Es existieren auch Übergangsformen, wie zum Beispiel der **Auengley** in Abb. 3-1.

5 Auffinden und Abgrenzen von Bodentypen

Für das Auffinden und Beschreiben von Bodentypen wird meistens ein Bohrstock mit 1 m Länge in regelmäßigen Abständen an mehreren Stellen in den Boden geschlagen und der Bodenaufbau beurteilt. Bereiche mit ähnlichem Bodenaufbau werden abgegrenzt und für die genauere Beschreibung des Bodens an einer typischen Stelle eine Profilgrube ausgehoben.



Abb. 5-1: Einschlagen eines Bohrstocks



Abb. 5-2: Beschreibung des Bodens an der Profilgrube

Nach dieser Methode wurden in Österreich zwei Kartenwerke für landwirtschaftliche Böden geschaffen: die **Schätzungsreinkarte der Amtlichen Bodenschätzung**, die die Basis für die Besteuerung landwirtschaftlicher Betriebe darstellt (je fruchtbarer der Boden, um so höher die Besteuerungsgrundlage) und die **Österreichische Bodenkarte 1:25.000** als allgemeine bodenkundliche Informationsgrundlage. Die Österreichische Bodenkarte 1:25.000 ist in elektronischer Form unter dem Namen **ebod** im Internet frei verfügbar und daher besonders leicht zugänglich. Sie kann beispiels-

weise über die Homepage des Lebensministeriums aufgerufen werden (gis.lebensministerium.at/ebod) oder die Homepage des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft - BFW (bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=7066).

In der Bodenkarte ist das Vorkommen der einzelnen Bodentypen dargestellt, auch jener, die, wie in Kap. 4 beschrieben, überflutungsgefährdet sind. Abb. 5-3 zeigt dazu ein Beispiel für das Gebiet entlang der March.

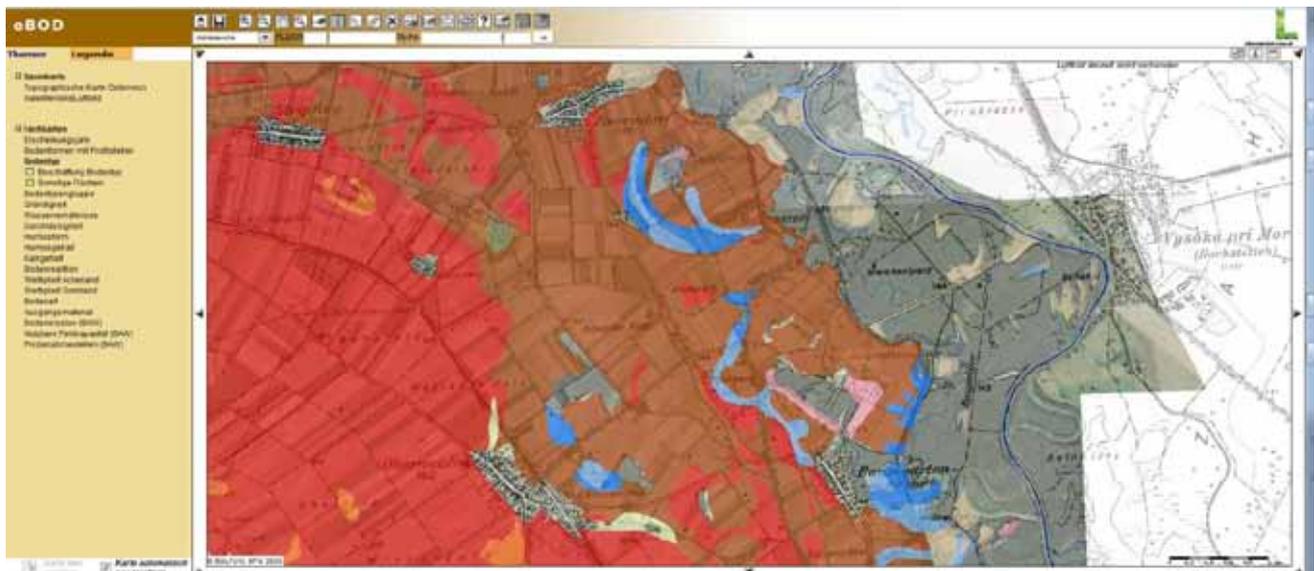


Abb. 5-3: Ausschnitt aus der ebod aus dem Bereich Oberweiden. Diese Darstellung erhält man durch Zoomen und Auswahl der Fachkarte **Bodentyp**. Durch Anwahl des Registers **Legende** erfährt man, dass blaue Farbe Gleyböden und braune Farbe Feuchtschwarzerden darstellt. Weitere grundwasserbeeinflusste Böden sind Niedermoor und Anmoor (grau-grün). Hingegen ist der rot markierte Tschernosem ohne Grundwassereinfluss.

6 Anwendungsmöglichkeit

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von sehr seltenen Hochwässern und die Abschätzung der Überflutungsbereiche können meist nur sehr ungenau erfolgen. Oft werden Modellberechnungen verwendet, um das Auftreten von sehr seltenen Hochwässern abzuschätzen. So trat im Jahre 2002 ein Hochwasser am

Kamp in Niederösterreich mit einer Wahrscheinlichkeit von 2000 bis 10.000 Jahren auf. In Abb. 6-1 ist die Unschärfe beider Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit für dieses Hochwasser dargestellt.

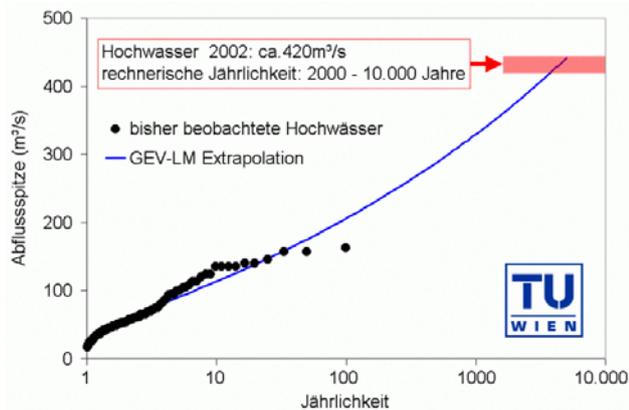


Abb. 6-1: Auftretswahrscheinlichkeit des Hochwassers 2002 im Kamp bei Zwettl

Für das Kamphochwasser des Jahres 2002 konnte gezeigt werden, dass Bodeninformationen zum Ausscheiden von potenziellen Überflutungsbereichen hilfreich sein können. Abb. 6-2 enthält dazu eine Darstellung aus einer Veröffentlichung zu diesem Thema (Kuderna et al., 2006). Dargestellt ist links die Bodenkarte im Bereich der Gemeinde Grafenwörth, wobei der Bereich der Auböden („Fluvisols“) hellgrau eingefärbt ist. Rechts wurde die äußere Grenze der Auböden als durchgezogene Linie in ein Luftbild des Hochwasserereignisses übertragen. Eine gute Übereinstimmung ist erkennbar. Die überfluteten Bereiche erscheinen im Luftbild hellgrau.

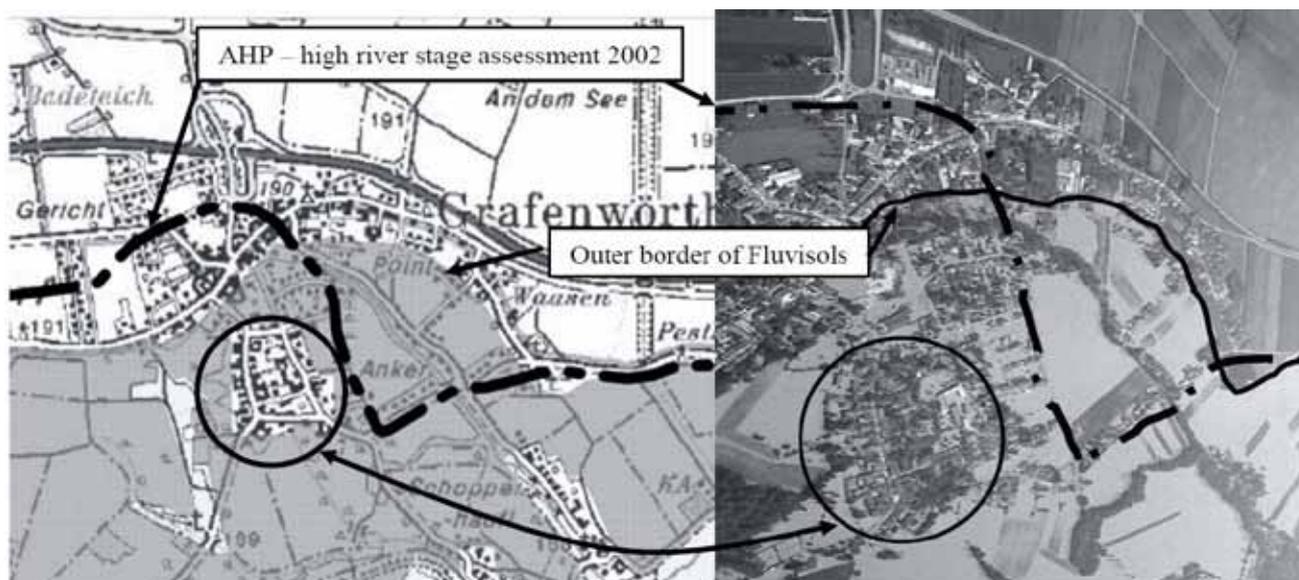


Abb. 6-2: Links wurde der Bereich der Auböden (Fluvisols) entsprechend der Bodenkarte 1:25.000 hellgrau eingefärbt, rechts die Grenze in ein Luftbild des Hochwasserereignisses als durchgezogene Linie übertragen. Im Luftbild erscheinen die überfluteten Bereiche hellgrau. Die durchbrochene Linie ist das Ergebnis einer Modellberechnung. (Kreis zur Orientierung eingezeichnet)

Im Rahmen der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit zwischen der Slowakei und Österreich wurde seitens der Europäischen Union das Projekt SONДАР SK-AT gefördert. Ein Ziel dieser Arbeit bestand darin,

leicht verfügbare und lesbare Information, abgeleitet aus Bodenkarten, zur Bewertung des Hochwasserrisikos zur Verfügung zu stellen. Die Arbeiten dazu wurden überwiegend in der Gemeinde Angern an der

March, Oberweiden und in der Slowakei in der Gemeinde Záhorská Ves durchgeführt.

Ob entsprechende Böden in den Gemeinden Angern an der March und Oberweiden vorkommen und tatsächlich unter starkem Wassereinfluss entstanden sind, wurde im Projekt SONДАР SK-AT an Hand von verschiedenen Hochwasserereignissen bzw. Modellüber-

legungen im Detail untersucht. Dazu wurden die Bodentypen, die innerhalb der Anschlaglinie eines Hochwassers, das statistisch gesehen alle 300 Jahre auftritt, herangezogen (Abb. 6-3). Informationen zu den Hochwasserabflussbereichen und Überflutungs- bereichen für Hochwässer verschiedener Jährlichkeiten sind beispielsweise im Niederösterreich Atlas (<http://atlas.noel.gv.at/>) dargestellt.

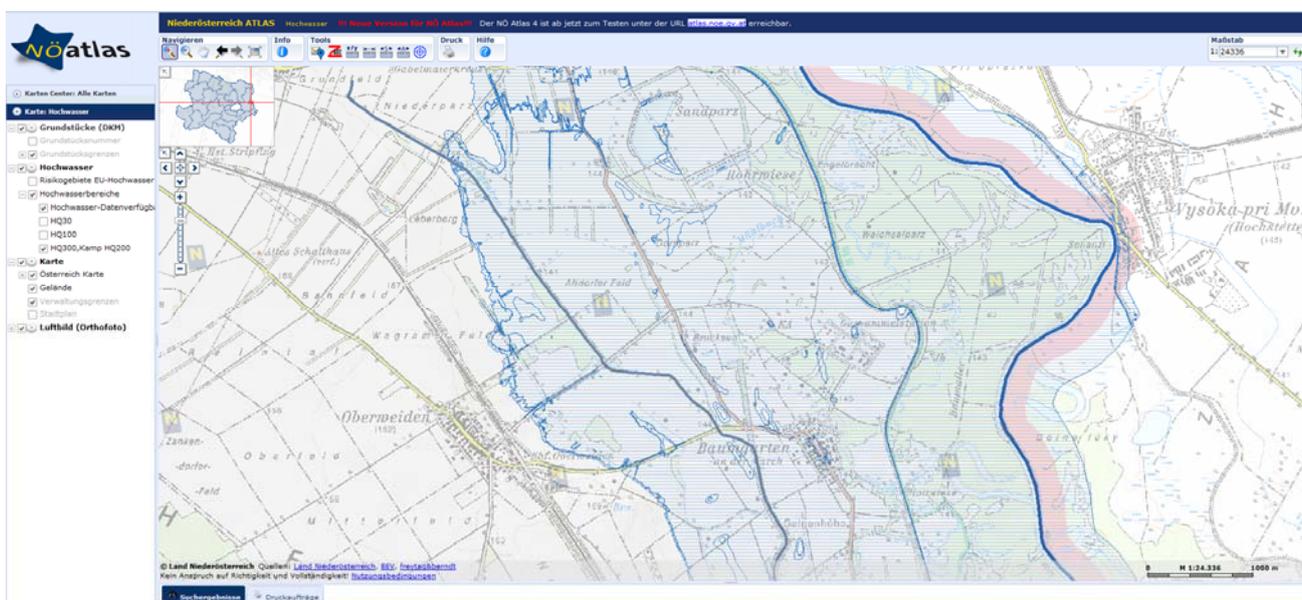


Abb. 6-3: Ausschnitt aus dem Niederösterreich ATLAS. Die Darstellung erhält man durch Zoomen und Auswahl der Karte Gewässer - Hochwasser – Hochwasserbereiche – HQ300,Kamp HQ200. Blau schraffiert ist jener Bereich, der mit 300-jährlicher Wahrscheinlichkeit (also im Durchschnitt alle 300 Jahre) überflutet wird. Ein erster Vergleich mit der Karte in Abb. 5-3 zeigt, dass sich die überflutungsgefährdeten Zonen im Bereich grundwasserbeeinflusster Böden befinden.

Es zeigte sich, dass bei einem Vorkommen von hydromorphen Böden, wie sie in der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000 dargestellt sind, in flussnahen Bereichen mit Überflutungen durch Flusswasser oder hohem Grundwasser zu rechnen ist. Wann, mit welcher Dauer und Überflutungshöhe und mit welchem Wiederkehrintervall diese Überflutungen auftreten können, kann daraus jedoch nicht abgeleitet werden.

Für das Hochwasser des Jahres 2006, das in dieser Intensität durchschnittlich alle 100 Jahre auftritt, lässt sich die Aussage treffen, dass ausschließlich Bereiche mit hydromorphen Böden betroffen waren, zumindest soweit diese in der Bodenkarte dargestellt sind. Dies zeigt Abb. 6-4, wo in ein Luftbild die Bodenformen aus der Bodenkarte übertragen wurden.

Werden die Grenzen eines 300-jährlichen Hochwassers (wie in Abb. 6-3 dargestellt) mit dem Vorkommen hydromorpher Böden (wie in Abb. 5-3 dargestellt) detailliert gegenübergestellt, ist zu erkennen, dass zwar Auböden und Gleye innerhalb der Zone eines

300-jährlichen Hochwasserereignisses liegen, Feuchtschwarzerden jedoch teilweise auch außerhalb (Abb. 6-5). Es wurde daher auch eine Abschätzung für ein 1000-jährliches Hochwasser vorgenommen.



Abb. 6-4: Luftbild vom Hochwasser der March des Jahres 2006, in das die Bodentypen in diesem Bereich aus der Bodenkarte 1:25.000 übertragen wurden.

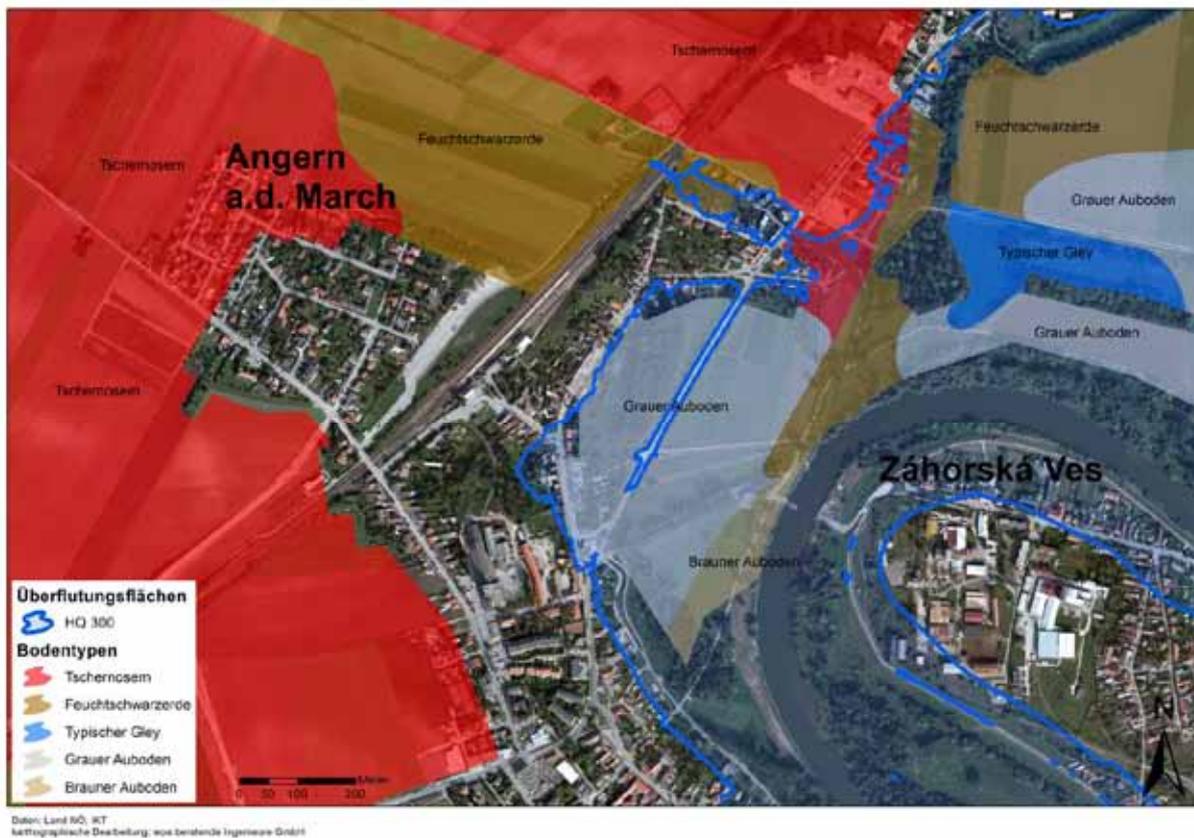


Abb. 6-5: Überflutungsflächen bei einem 300-jährlichen Hochwasser (HQ 300) in Angern an der March und Bodentypen nach der österreichischen Bodenkarte 1:25.000

Für die Prognose eines 1000 jährlichen Hochwassers wurden die Wasserstände am Pegel Angern an der March bei bisher aufgetretenen Hochwässern ausgewertet und extrapoliert. Der errechnete Pegelstand für ein 1000-jährliches Hochwasserereignis liegt demnach in Angern bei 148,6 m über Adria (siehe Darstellung in Abb. 6-6). Wird das Ergebnis unter Berücksichtigung des Gefälles der March auf Oberweiden übertragen, so beträgt der Pegelstand dort 148,8 m. Für die Be-

rechnung einer Hochwasseranschlagslinie für ein extremes Ereignis wurde deshalb ein Wasserstand von 149 m über Adria mit der umgebenden Landschaft verschnitten.

Der so abgegrenzte Bereich wurde (so wie der Bereich für 300-jährliche Hochwässer) mit den innerhalb dieser Linie vorkommenden Bodentypen verglichen.

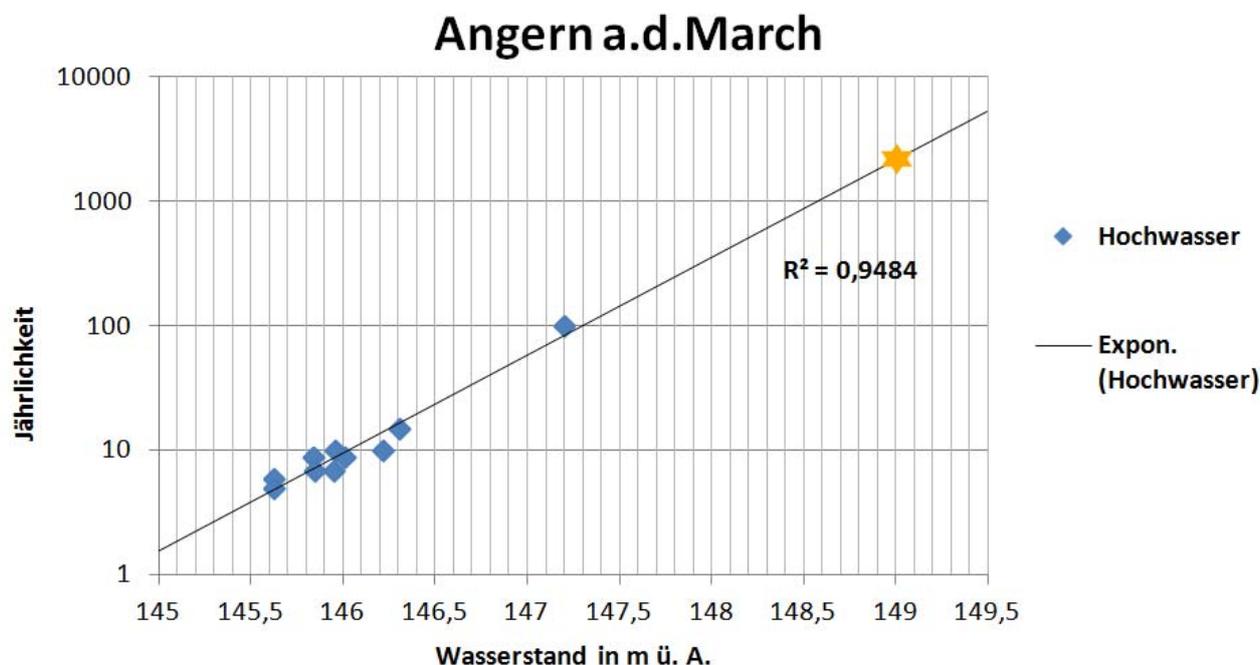


Abb. 6-6: Pegel Angern an der March; Wasserstände in der March und Wahrscheinlichkeit des Auftretens. Für einen Wasserstand von 149 m ü.A. wird eine Eintrittswahrscheinlichkeit über 1000 Jahre prognostiziert.

In der Abb. 6-7 sind die potenziellen Überflutungsgebiete im Gemeindegebiet von Angern an der March, sowohl bei einem 300 jährlichen Hochwasser, als auch bei einem sehr seltenen, historischen Hochwasser (rechnerische Jährlichkeit größer als 1000 Jahre) dargestellt, das zu einem Wasserstand von 149 m über Adria führen würde. Es zeigte sich eine gute Übereinstimmung der in der Bodenkarte dargestellten hydromorphen Böden mit den Überflutungsbereichen für Hochwässer bis zu einer Größenordnung von HQ 300. Zusätzlich konnte jedoch auch ein weiterer potenzieller Überflutungsbereich im Nordwesten von Angern gefunden werden, der mit dem Auftreten der hydromorphen Bodenform Feuchtschwarzerde übereinstimmt.

In der Abb. 6-8 sind die potenziellen Überflutungsgebiete im Gemeindegebiet von Oberweiden bei einem 300 jährlichen Hochwasser, die Bodentypenverteilung der hydromorphen Böden und die potenziellen Überflutungsräume bei sehr seltenen, historischen Hochwässern dargestellt. Es zeigte sich eine gute Übereinstimmung der in der Bodenkarte dargestellten hydromorphen Böden mit den Überflutungsbereichen für Hochwässer bis zu einer Größenordnung von HQ 300. **Zusätzlich zeigt die Verbreitung der Feuchtschwarzerden weitere potenzielle Überflutungsbereiche für seltenere, historische Hochwässer (rechnerische Jährlichkeit größer als 1000 Jahre) an, die auch in weiten Bereichen mit der Hochwasseranschlaglinie mit der Kote 149,0 m ü.A. übereinstimmen.**



Abb. 6-7: Überflutungsbereiche mit 300 jährlicher Eintrittswahrscheinlichkeit (HQ 300) und einer Eintrittswahrscheinlichkeit jenseits von 1000 Jahren (149 m ü.A.), sowie flusswasser- bzw. grundwasserbeeinflusste Böden in Angern an der March

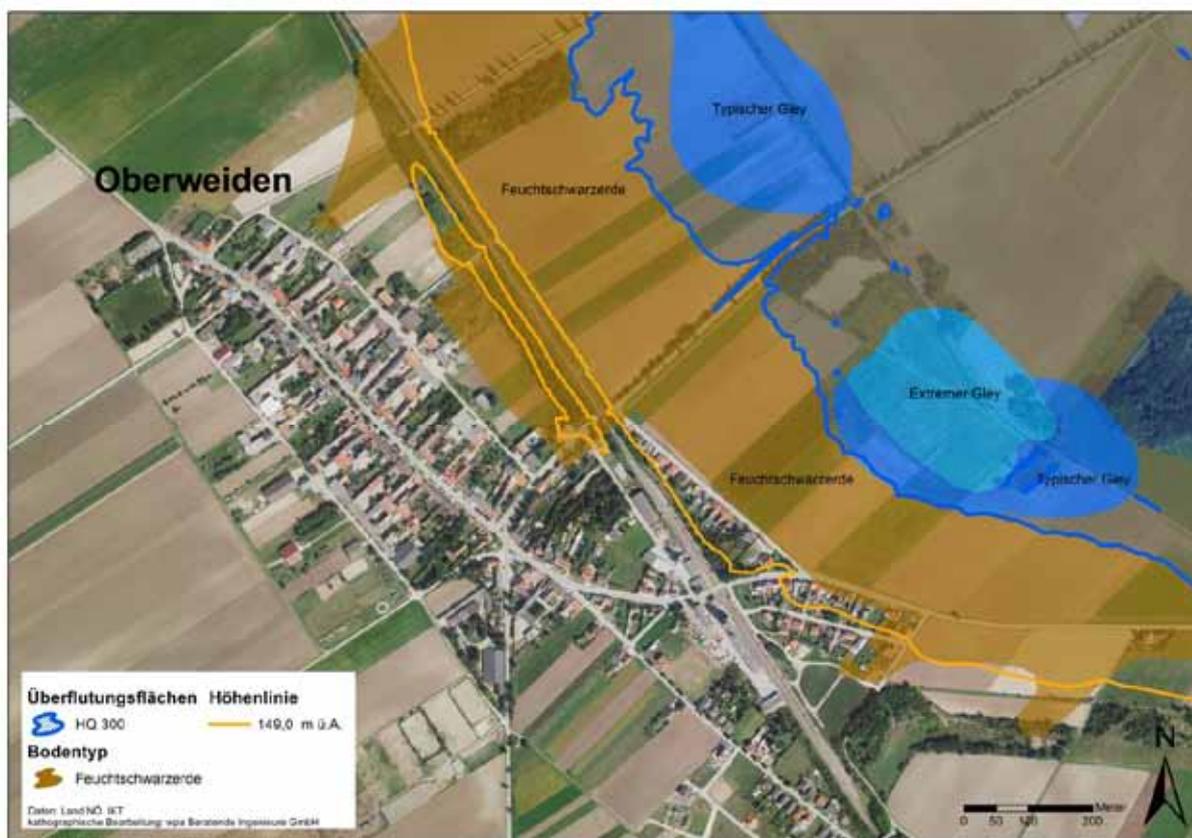


Abb. 6-8: Überflutungsbereiche mit 300 jährlicher Eintrittswahrscheinlichkeit (HQ 300) und einer Eintrittswahrscheinlichkeit jenseits von 1000 Jahren (149 m ü.A.), sowie flusswasser- bzw. grundwasserbeeinflusste Böden in Oberweiden

7 Schlussfolgerungen

Aus einer Bodenkarte kann folgendes abgelesen werden:

- Auböden, Gleye und Feuchtschwarzerden sind Böden, die bei hohen Flusswasserständen überflutet werden können
- Die Überflutungen dieser Flächen sind unregelmäßig und meist auch selten
- Durch die lange Zeitdauer der Entstehung der Böden hinterlassen auch sehr selten auftretende, historische Hochwässer - seltener als 1000 Jahre, - im Boden ihre Spuren

- Böden können daher verwendet werden potenzielle Überflutungsräume einzugrenzen

8 Impressum

Im Rahmen der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit zwischen der Slowakei und Österreich wurde seitens der Europäischen Union das Projekt SONDAR SK–AT (Soil Strategy Network in the Danube Region) gefördert. Leadpartner des Projektes ist BIENE Boden und Bioenergie –Netzwerk NÖ/EU. Projektpartner sind in Österreich die Universität für Bodenkultur (BOKU) und in der Slowakei VVB Vodohospodárska výstavba (Wasserbauinstitut) in Bratislava und VUPOP Výskumný ústav pôdoználectva a ochrany pôdy (Staatl. Bodenschutzinstitut) in Bratislava. Für die Bearbeitung der Aufgaben in den Arbeitspaketen 3 und 4: „Boden-Wasser-Interaktion: Bodenkarten als Prognose- und Sensibilisierungsinstrument“ / „Ausbildungsprogramm“ wurde die wpa Beratende Ingenieure GmbH mit der Ausarbeitung dieses Handbuches zur Ausscheidung von potenziellen Überflutungszonen bei seltenen Hochwässern beauftragt.

Bildnachweis

Abb. 2-1, Abb. 3-2, Abb. 3-3, Abb. 3-4, Abb. 3-5, Abb. 3-7, Abb. 3-8, Abb. 5-2, Abb. 6-4, Abb. 6-5, Abb. 6-6, Abb. 6-7, Abb. 6-8: wpa Beratende Ingenieure GmbH

Abb. 3-1: Gerlinde Ortner

Abb. 3-6: Soil-net.com

Abb. 5-1: Meinhard Breiling

Abb. 5-3: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Abb. 6-1:

www.tuwien.ac.at/aktuelles/news_detail/article/3401/

Abb. 6-2: . Kuderna et al., 2006: Soil indicators for forecasting high river stages. Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, Wien.

Abb. 6-3: Amt der NÖ Landesregierung, webgisatlas (<http://atlas.noel.gv.at/>)

Abbildungen Titelseite: wpa Beratende Ingenieure



wpa Beratende Ingenieure



Nationale Kofinanzierung / Strategische Steuerung:



Eine Initiative von Landeshauptmann Dr. Erwin Pröll und Landesrät Dr. Stephan Pernkopf

9 Zusammenfassung Handbuch SONДАР SK-AT

Hochwässer an Flüssen sind natürliche Erscheinungen, die in Abhängigkeit der Landnutzung in den Überflutungsbereichen Schäden erzeugen können. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Hochwässern und das damit verbundene Schadenspotenzial kann mit Hilfe einer Risikoanalyse abgeschätzt werden. Risikoabschätzungen von sehr selten auftretenden, historischen Hochwässern sind sehr schwierig, da es über diese meist nur wenige Aufzeichnungen gibt. Modellberechnungen dazu können oft nur schwer in der Natur überprüft werden. Hochwässer hinterlassen an den überfluteten Böden meist Spuren durch Auf- oder Abtrag von Sedimenten, aus denen Überflutungsereignisse rekonstruiert werden können. Es stellt sich somit die Frage, ob Böden als Indikator für Hochwasserereignisse herangezogen werden können.

In dem grenzüberschreitenden Projekt SONДАР SK-AT (Soil Strategy Network in the Danube Region) wurde an der March untersucht, ob in den Bodenformen, die in den Überflutungsbereichen vorkommen, solche Informationen enthalten sind, mit deren Hilfe Überflutungsbereiche vor allem bei seltenen, historischen Hochwässern besser eingegrenzt werden können.

Es konnte festgestellt werden, dass im Untersuchungsgebiet Angern an der March und Záhorská Ves in der Slowakei bestimmte Bodenformen Hochwasserereignissen zugeordnet werden können. Wenn in Bodenkarten derartige Bodenformen vorkommen, dann weisen diese auf potenzielle Überflutungsräume, hin.

Mit Hilfe der in Österreich digital zur Verfügung stehenden Bodenkarte (eBOD) können die überflutungsanzeigenden Bodenformen flächendeckend ausgeschieden werden. Blaulichtorganisationen bzw. Katastrophenschutzdienste können diese Informationen nutzen, um eine bessere Eingrenzung von potenziellen Überflutungsräumen durchzuführen.

Mit diesem Projekt war es somit möglich ein besseres Verständnis bei der Einschätzung eines Hochwasserrisikos mit Hilfe von Bodendaten zu erreichen.



Kontakt:

BIENE – Boden- und Bioenergie-Netzwerk NÖ/EU

Hauptstraße 23, A-3153 Eschenau

Tel.: +43 (0)664 538 93 77

E-mail: office@biene-netzwerk.at

www.sondar.eu