© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

Bauhinia 7/3 (1982) 185–196

Bodenuntersuchungen in den Calanchi der Emilia-Romagna

J. Hartmann, Wohlen, und *J. J. Oertli,* Eschikon-Lindau

Manuskript eingegangen am 26. April 1982

Einleitung

Als Folge der Entwaldung und der landwirtschaftlichen Nutzung sind geologische Tonformationen in Italien Gebiete starker Erosionstätigkeit. Durch die Intensivierung des Ackerbaus während der Anbauschlacht der beiden Weltkriege wurden die Schädigungen noch verstärkt, so dass die landwirtschaftliche Nutzbarkeit der Böden infolge des raschen, flächenhaften Hangabtrags bzw. der Aufschüttungen in den Talsohlen beträchtlich vermindert sein kann. Regelmässig werden Strassen und Siedlungen durch Hangrutschungen beschädigt oder zerstört, während an steileren Hängen oberflächlich abfliessendes Niederschlagswasser vor allem verheerende Rinnenspülungen bewirkt, die schliesslich zur Bildung von Calanchi, Rachelsystemen von oft über 100 m Höhe, führen kann. Versuche, Calanchi wieder zu stabilisieren, werden laufend unternommen, haben aber noch kaum Aussicht auf Erfolg.

Anlässlich einer Exkursion untersuchten wir 1978 zwei grössere Tongebiete in Norditalien mit starker Erosionstätigkeit (s. Abb. 3 in HARTMANN & OERTLI 1982):

- die Zone *pliozän-pleistozäner Tone* in den Provinzen Forlì, Ravenna und Bologna (Calanchi bei Castrocaro, Torrente Samoggia und Brisighella),
- die Zone der *allochthonen Tone* in der Provinz Reggio-Emilia (Calanchi bei Baiso und Canossa).

Beide Landschaften werden von sehr zahlreichen Calanchi geprägt. Den Bodenabtrag aus dem ersten Gebiet soll folgendes Beispiel verdeutlichen: Die Schwebstoffbelastung des T. Senio, eines Baches mit unregelmässiger Wasserführung, beträgt an der Via Emilia etwa 252 000 Tonnen pro Jahr (oder durchschnittlich 0,25% der Wasserführung), die grösstenteils aus kleinen Einzugsgebieten von gesamthaft nur 33 km² Fläche in den pliozän-pleistozänen Tonen stammen (CREMONINI & ELMI 1971).

Der Vegetation der im folgenden beschriebenen Calanchi ist eine weitere Arbeit gewidmet (HARTMANN & OERTLI 1982). Die Profilnummern entsprechen den Aufnahmenummern aus jener Arbeit.

Charakteristisch für die sehr spärliche Ruderalvegetation der Calanchi sind zahlreiche «halophile» Arten. Die pliozän-pleistozänen Calanchi besitzen sogar eine endemitische *Artemisia* mit engen verwandtschaftlichen Beziehungen zu *Artemisia*-Arten der Meeresspülsäume. Auf Versalzung weisen auch Salzausblühungen hin,

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

die man wenige Tage nach Regenfällen auf kahlen Flächen beobachten kann. Bei den Bodenuntersuchungen wurde das Schwergewicht deshalb auf Messungen zur Bodenversalzung gelegt.

Eine hohe Salzkonzentration in der Bodenlösung kann durchaus positive Effekte haben. So fördert sie etwa die Gefügestabilität und damit die Durchlüftung und Wasserleitfähigkeit eines Bodens. Einwertige Kationen, insbesondere Natrium, üben dagegen auf Bodenkolloide eine peptisierende Wirkung aus, was sich vor allem in Tonböden mit geringen Salzgehalten ungünstig auswirkt. Solche Böden können für Wasser fast undurchlässig werden.

Neben zum Teil spezifischen Giftwirkungen einzelner Ionen bei hoher Konzentrierung (wobei Natrium, Chlorid und Bor im Vordergrund stehen) schädigen lösliche Salze die Pflanze, indem sie das Bodenwasserpotential um eine osmotische Komponente vermindern. Da Wasser nur entlang einem Gefälle von hohem (Bodenlösung) zu niederem (Atmosphäre) Potential fliesst, sind die Pflanzen, um Wasser aufnehmen zu können, gezwungen, ihr eigenes Wasserpotential unter den Wert der Bodenlösung abzusenken. Durch Salinität wird somit die Aridität eines trockenen Klimas noch verstärkt.

Geologie und Mineralogie

Pliozän-pleistozäne Tone

Die Tone der Apennin-Vorhügel in der Romagna wurden im Pliozän und unteren Pleistozän in ein Tiefseebecken sedimentiert. Die Ablagerungen sind tonig-schluffig (nach VITTORINI 1977 entstehen Calanchi in Ablagerungen mit einem Tonanteil von höchstens 40% und einem Schluffgehalt von mindestens 50%) mit sandigen Einschiebungen und erreichen bei Castrocaro Terra del Sole eine Mächtigkeit von 1825 m (LIPPARINI 1969). Gegen das mittlere Pleistozän nimmt der Sandanteil der Ablagerungen zu, da die Sedimentation zunehmend unter Deltabedingungen erfolgte. Durch die Hebung im jüngeren Pliozän und älteren Pleistozän erhielten die Schichten eine Neigung von ca. 15° von SW nach NE.

Die Hauptflüsse der Romagna durchqueren das Gebiet etwa parallel zur Fallrichtung der Schichten, die Seitenflüsse etwa senkrecht dazu. Die nordöstlichen Talhänge der Seitentäler werden daher eher von den Stirnseiten der Schichten, die südwestlichen Hänge von den Schichtflächen gebildet. Da der Schiebewiderstand der Bodenpartikel parallel zum Schichtverlauf kleiner ist als senkrecht dazu, entstehen unsymmetrische Talformen: Relativ stabile (vielleicht auch wegen der raschen Austrocknung nach Regenfällen) steile Sonnenhänge mit Calanchi und vorwiegend Rinnenerosion, und schwach geneigte Schattenhänge, die bei Regen zu Rutschungen tendieren (ZANGHERI 1942).

«Argille scagliose»

Die «argille scagliose» sind flyschähnliche, allochthone Sedimente, die zwischen Kreide und Eozän abgelagert wurden. Bei der Überschiebung nach Norden wurden sie in chaotischer Art verformt, so dass jede erkennbare Schichtung verlorenging. Der Name kommt daher, dass sich die Tonplättchen bei Austrocknung in Schuppen

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

voneinander lösen. Nach LOSACCO (1967) enthalten die Ablagerungen 40–60% Ton. Sie können auch reichlich Steine und Blöcke einschliessen.

Das Fehlen einer durchgehenden Schichtung und der hohe Tongehalt weisen auf eine andere Entstehungsgeschichte für die hier auftretenden Calanchi hin.

Bodentypen

Die Böden am Apennin-Nordostrand in der Romagna wurden im Hinblick auf ihre landwirtschaftliche Nutzbarkeit untersucht und grösstenteils kartiert (ANTONIAZZI 1978a, b, BERTONI et al. 1977, COMPRENSORIO DI FAENZA 1974). Danach sind in ebenen Lagen mit mehr oder weniger ungestörter Bodenentwicklung Braunerden verbreitet. An Hängen findet durch flächenhaften Abtrag eine ständige Verjüngung zu Regosolen statt. An stark geneigten Hängen mit Calanchi oder calancoiden Formen verhindern Erosion und periodisch starke Austrocknung die Bodenbildung, so dass dort vorwiegend unverändertes Tonmaterial ansteht.

In der Regel sind die Böden stark kalkhaltig und basisch. Infolge langzeitiger Ackernutzung sind sie meist sehr humusarm (was natürlich auch für die vegetationsfreien Böden der Calanchi gilt) und daher erosionsanfällig.

Vegetation

Beide Untersuchungsgebiete liegen im Klimaxbereich von *Ostrya carpinifolia*- und *Quercus pubescens*-Wäldern. Von diesen sind nur bei Baiso und Canossa spärliche Überreste vorhanden. Von den pliozänen Tonen wird angenommen, dass ihre Waldlosigkeit primär und edaphisch begründet sei. Der hier als «Wald» beschriebene Standort ist eine ca. 15jährige Ulmenpflanzung.

Folgende mit den Calanchi assoziierte Vegetationstypen können unterschieden werden (HARTMANN & OERTLI 1982):

1. *Spartium junceum*-Gebüsch auf den Scheiteln der Calanchi. Neben *Spartium* wird die Gesellschaft von Rhizomgeophyten wie *Brachypodium pinnatum* und *Agropyron repens* dominiert.
2. *Halo-Agropyretalia*-Gesellschaften, Ruderalgesellschaften mit salztoleranten Arten auf den kahlen Steilhängen in den Calanchi: in den pliozänen Calanchi das *Agropyro-Artemisietum cretaceae* mit der endemischen *Artemisia caerulescens* ssp. *cretacea*, in den «argille scagliose» das *Agropyro-Asteretum linosyridis*.
3. Auf flacheren, aber noch immer unstabilen Standorten in den pliozänen Calanchi stellen sich Rasen aus *Halo-Agropyretalia*-Arten und Arten – im weitesten Sinn – nicrt versalzter Ruderalstandorte ein.

   In den Calanchi von Baiso und Canossa konnten nur Rasen im Randbereich der Calanchi auf relativ stabilen Standorten untersucht werden. Bei Baiso sind es *Brachypodium pinnatum*-Gesellschaften mit Ähnlichkeit zum Typ (1), bei Canossa *Festuca rubra*-Bestände.
4. *Tamarix*-Wäldchen am Grund der Calanchi.

   Die Typen (1) und (4) konnten nur in den Pliozän-Calanchi gefunden werden.

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

Methoden

Die im Feld gesammelten Bodenproben wurden an der Luft getrocknet und gemahlen. Lösliches Na^+, K^+, Mg^{++} und Ca^{++}, der pH-Wert sowie die elektrische Leitfähigkeit wurden in einem 1:2-Auszug bestimmt: Na^+ und K^+ durch Flammenemission, Mg^{++} und Ca^{++} durch Atomabsorption. Der pH-Wert wurde mit einer Glaselektrode gemessen.

Die elektrische Leitfähigkeit wurde mit einem Metrohm-Conductometer gemessen. Bei einer Leitfähigkeit von >4 mS im Sättigungsauszug (entspricht >2 mS in einem 1:2-Extrakt) spricht man von Salzböden.

Sulfat wurde turbidometrisch in einem 1:10-Auszug bestimmt (BARDSLEY & LANCASTER 1965).

Die Messung der Kationen-Austauschkapazität erfolgte nach der Na-Acetat-Methode nach BOWER bei pH 8.2 (CHAPMAN 1965).

Für die Gesamtstickstoffbestimmung wurde ein automatischer N-Analyzer (N-Rapid, Heraeus) verwendet.

Aus der Na^+-, Mg^{++}- und Ca^{++}-Konzentration (in me/l) im 1:2-Auszug wurde nach folgender Formel das Na-Adsorptionsverhältnis (NAV) berechnet:

$$NAV = Na/\sqrt{(Mg + Ca)/2}$$

Für viele Böden gibt das Na-Adsorptionsverhältnis einen guten Schätzwert für die Natriumsättigung der Austauscher (ein NAV von 13 entspricht etwa einer Na-Sättigung von 15%: Natriumböden). Bei kalkhaltigen Böden gehen aber mit zunehmendem Extraktionsverhältnis aus schwerlöslichen Karbonaten und eventuell Sulfaten bevorzugt Magnesium- und Calciumionen in Lösung (BLACK 1968). Da unsere Böden in der Regel kalkreich sind, werden die berechneten Verhältnisse nur grobe untere Schätzwerte für die viel konzentriertere Bodenlösung liefern.

Resultate

Spartium junceum-Gebüsch (Profile 1–4, Abb. 2g)

Die Mächtigkeit der drei untersuchten Profile liegt zwischen 25 und 45 cm. Durchwurzelung und Struktur enden abrupt am Übergang zu den darunterliegenden, dichtgelagerten Tonen.

Der obere Profilteil weist nur geringe Salzkonzentrationen auf (eL <1 mS) und die Konzentrationsverhältnisse zwischen den Kationen sind relativ ausgewogen (Na-Adsorptionsverhältnis 0,4 bis max. 1,5). Die pH-Werte liegen im leicht alkalischen Bereich und steigen nach unten leicht an. Gesamtstickstoffgehalt des Bodens als Mass für den Humusgehalt und, zum Teil davon abhängig, die Kationenaustauschkapazität nehmen von oben nach unten ab. Im ganzen Profil ist Kalk nachweisbar.

Im darunterliegenden, tonigen Profilteil nähern sich die Messwerte jenen der vegetationsfreien Stellen an.

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

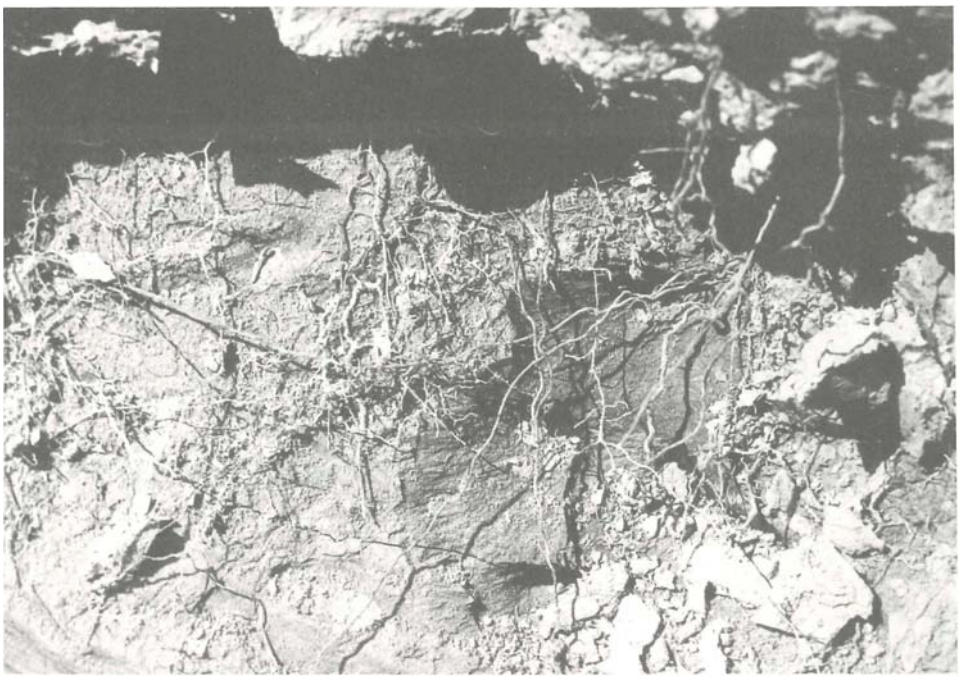

Abb. 1. Freigelegter Schwundriss mit Wurzeln von *Artemisia cretacea.*

Böden innerhalb der Calanchi

Romagna (Profile 5, 8, 10–12, Abb. 2a, b)

Kahle, nur von *Artemisia cretacea* und wenigen andern Arten bewachsene Stellen finden sich an den Steilhängen entlang der Kämme, die vom oberen Rand der Calanchi nach unten ziehen und die Fliessrinnen voneinander trennen. Die Oberflächen weisen eine Neigung von oft über 45° auf und zeigen gelegentlich Salzausblühungen. Schon wenige Zentimeter unter der Oberfläche stösst man auf harte, unverwitterte Tone. Wurzeln und Rhizome dringen vorwiegend durch Schwundrisse und Spalten in den Boden ein (Abb. 1). Entlang Wurzelkanälen wie auch stellenweise an der Oberfläche findet man Rostflecken, im kompakten Boden dürfte Eisen sonst in reduzierter Form vorliegen. Im ganzen Profil ist auch immer reichlich Kalk vorhanden.

In der Regel treten an den kahlen Stellen die höchsten Salzkonzentrationen innerhalb der Calanchi auf (>10 me Na^+, eL >2 mS im 1:2-Auszug), wobei die obersten Zentimeter meist etwas verarmt sind. Dies hängt aber wahrscheinlich stark vom Wetter zum Zeitpunkt der Probenahme, d.h. von Verlagerungsvorgängen im Profil während und nach Niederschlägen, ab. Beide Profile zeigen auch relativ hohe Na-Adsorptionsverhältnisse (um 7,5 an der Oberfläche, um 13 in tieferen Schichten).

Da die tatsächliche Bodenlösung, mit der die Pflanzenwurzeln in Berührung kommen, sehr viel konzentrierter ist als unsere Extrakte, ist zu erwarten, dass darin

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

Abb. 2. Profilbeschreibungen.

Legende:

□——□ Na^+ (0–30 me/l)
◆——◆ $K^+ + Mg^{++} + Ca^{++}$ (0–5 me/l, Abb. 2k: 0–30 me/l)
○——○ Na-Adsorptionsverhältnis NAV (0–30)
●——● elektrische Leitfähigkeit (0–5 mS)
■——■ SO_4^{--} (0–5 me/l)
▲——▲ Kationenaustauschkapazität (0–30 me/100 g)
+——+ Stickstoff (0–5 mg/g)
×——× pH (5–10)

Vegetationsfreie Stellen

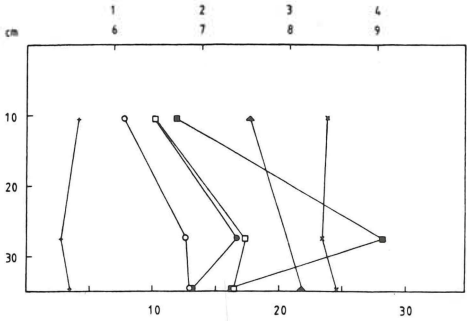

Abb. 2a. Castrocaro (5).

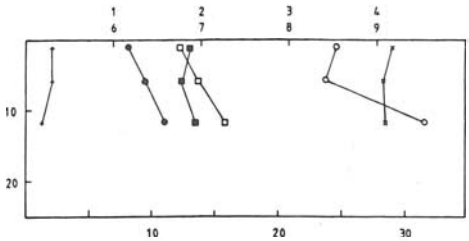

Abb. 2c. Baiso (14).

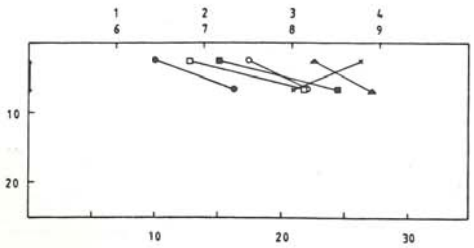

Abb. 2e. Canossa (18).

Rasen

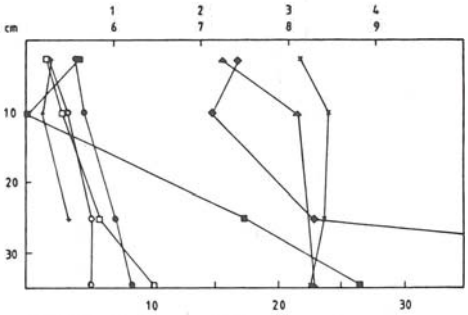

Abb. 2b. Castrocaro (10).

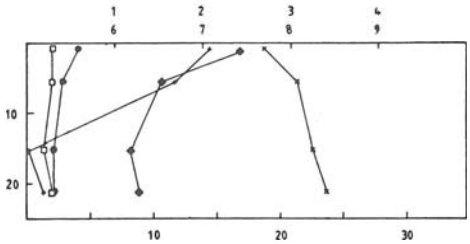

Abb. 2d. Baiso (20).

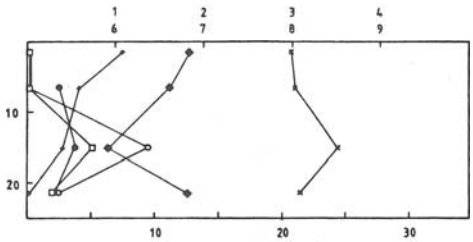

Abb. 2f. Canossa (23).

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

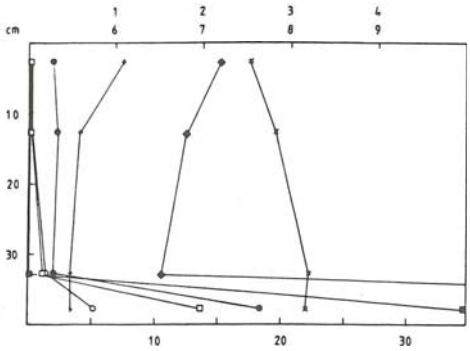

Abb. 2g. Spartium-Gebüsch am T. Samoggia (2).

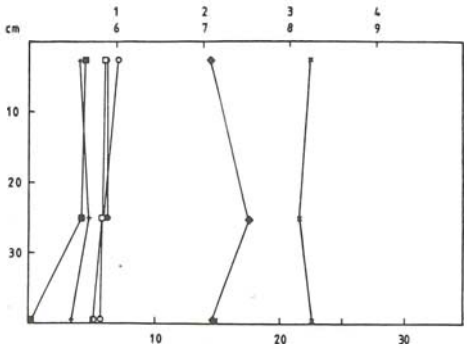

Abb. 2h. Tamarix-Gebüsch bei Castrocaro (24).

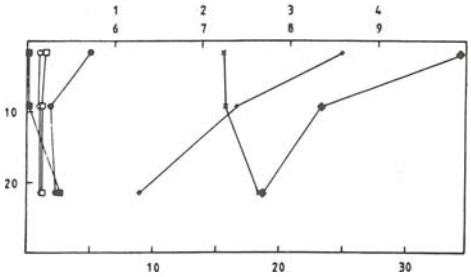

Abb. 2i. Ulmenwäldchen bei Brisighella (30).

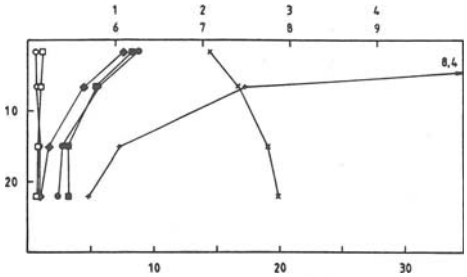

Abb. 2k. Ostrya-Wäldchen bei Canossa (29).

Salzkonzentrationen vorkommen, bei denen empfindliche Pflanzen stark geschädigt werden. Die relativ hohen Sulfatkonzentrationen im Bodenauszug wie auch der hohe Karbonatgehalt des Bodens lassen auch auf ein noch höheres Na-Adsorptionsverhältnis und eine hohe Natriumsättigung der Tone schliessen.

Der pH-Wert der Böden liegt mit ca. 8,5 etwas höher als in einem kalkreichen Boden im Gleichgewicht mit dem CO_2-Partialdruck der Atmosphäre (8,2).

Die Kationenaustauschkapazität der Böden ist als mässig hoch einzustufen. Interessant ist dabei die Feststellung, dass sie unmittelbar an der Bodenoberfläche noch etwas absinkt. Stickstoff und damit auch Humus ist in den Böden erwartungsgemäss wenig vorhanden.

Rasen sind weniger stark geneigt als die Hänge der kahlen Rippen. Dies dürfte sich zusammen mit der, wenn auch dünnen, Pflanzendecke in verminderter Bodenabspülung auswirken. Vermutlich sind Rasen aber sehr ephemere Gebilde, die durch Hangrutschungen immer wieder zerstört werden.

Im Bodenprofil sind Anzeichen einer gegenüber den vegetationsfreien Stellen verbesserten Struktur erkennbar, und auch der Gehalt an organischem Material (gemessen als N) ist meist höher.

Der Wurzelraum der Pflanzen umfasst etwa 25–35 cm und zeichnet sich mindestens im oberen Teil durch deutliche Verringerung der Salzkonzentration aus. In der Regel ist in diesem Bereich auch das Verhältnis von Natrium zu zweiwertigen Kationen ausgeglichener, d. h. das Na-Adsorptionsverhältnis niedriger.

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

Die Kationenaustauschkapazität zeigt einen ähnlichen Verlauf wie auf den kahlen Stellen, d.h. eine Zunahme von oben nach unten, und liegt höchstens geringfügig höher (was auf die Zunahme an organischer Substanz zurückzuführen wäre) als in den unbewachsenen Böden.

Schliesslich wirkt sich Pflanzenbewuchs auch in einer geringen pH-Absenkung aus.

Baiso/Canossa (Profile 14, 18–23, Abb. 2c–f)

Besonders die «argille scagliose» bei Canossa sind relativ skelettreich (in den Profilen bis 10%), so dass die vegetationslosen Flächen dicht mit Steinen überzogen sind.

Die Salzkonzentrationen in den Extrakten aus «argille scagliose»-Böden sind niedriger als von entsprechenden Standorten in den pliozänen Calanchi, erreichen aber immer noch schädigende Werte. Vor allem die Extrakte vom Profil Baiso weisen trotz hohen Kalkgehalts ein ausserordentlich hohes Na-Adsorptionsverhältnis auf. Die Kationenaustauschkapazität ist gegenüber den pliozänen Tonen leicht erhöht, obwohl kaum organisches Material vorhanden ist, und nimmt an der Bodenoberfläche wieder deutlich ab.

Die pH-Werte sind recht hoch: an der Bodenoberfläche mit Werten über 8,5, am Standort Baiso gar über 9. Solch hohe pH-Werte kommen in frischen Tonen durch Austausch von schwach adsorbiertem Natrium gegen stärker adsorbierte Protonen etwa nach folgender Gleichung zustande:

$$\text{Boden-Na}^+ + H_2O \rightleftharpoons \text{Boden-H}^+ + Na^+ + OH^-$$

Die in den «argille scagliose» untersuchten Rasen gehören nicht mehr zum unmittelbaren Einflussbereich der Calanchi, sind daher nur bedingt vergleichbar mit den Rasen der pliozänen Tone. Die Standorte sind ziemlich stabil, die Böden somit das Ergebnis längerer Entwicklung.

Eine gute Strukturierung findet man nur im oberflächennahen Boden. Zwar hat sich in den Böden mehr Stickstoff angesammelt als unter den Rasen aus den pliozänen Calanchi; mit Gehalten von 1‰ bzw. 2‰ gelten sie aber immer noch als humusarm.

Versalzung dürfte für die Vegetation kein Problem mehr darstellen, obwohl durch die Pumpwirkung der Pflanzen (Ionenaufnahme aus dem Boden über die Wurzeln und Rückkehr auf die Bodenoberfläche über Streufall) Salze aus dem Boden an der Oberfläche angereichert werden (geringster Anreicherungsfaktor für Na^+). Das Na-Adsorptionsverhältnis ist gering, nimmt im unteren Profilteil aber rasch zu. Die pH-Depression gegenüber den unbewachsenen Standorten ist sehr deutlich und beträgt an der Oberfläche über eine Einheit.

Tamarisken-Gebüsch (Profile 24, 25, Abb. 2h)

Die Tamariskenwäldchen wachsen im Akkumulations- und Überschwemmungsbereich der Calanchi, in den neben Bodenmaterial sicher auch Salze eingewaschen werden. In den Profilen lässt sich keine Horizontdifferenzierung, höchstens eine unregelmässige Schichtung ausmachen. Dies drückt sich auch in den Resultaten der

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

chemischen Analysen aus, die keine klaren Abhängigkeiten von den Profiltiefen zeigen.

Trotz der dichten Gebüschvegetation mit üppig wuchernder *Galega officinalis* (Fabaceae) im Unterwuchs ist der Boden relativ stickstoffarm. Ein Gefüge ist nur schwach ausgebildet.

Die Ionenkonzentrationen in den Bodenauszügen zeigen nur noch schwache Versalzung an, und die Na-Adsorptionsverhältnisse sind leicht erhöht.

Die pH-Werte liegen zwar etwas niedriger als in den eigentlichen Calanchiböden, aber immer noch höher als etwa die Werte der *Spartium*böden.

Waldböden (Profile 28, 29, Abb. 2i, k)

Unter diesen Begriff fallen Böden unter *Ostrya carpinifolia*- und *Quercus pubescens*-Beständen auf den «argille scagliose» sowie unter einem gepflanzten *Ulmus minor*-Gehölz (10–15 Jahre alt aus Stockausschlägen) auf den pliozänen Tonen bei Brisighella (Profil 30). Die Bodenoberfläche ist von einer dünnen, mehr oder weniger durchgehenden Streuschicht bedeckt. Der oberste Horizont der Böden ist im allgemeinen humusreich, gut strukturiert und enthält in den *Ostrya*-Wäldchen über 8‰, unter der Ulmenpflanzung um 3,7‰ Stickstoff.

Die Pumpwirkung der Vegetation auf bestimmte Ionen äussert sich hier in einer sehr deutlichen Anreicherung von K^+, Mg^{++} und Ca^{++} (weniger an Na^+) an der Bodenoberfläche, und die Leitfähigkeit der Bodenextrakte erreicht sehr hohe Werte. Die berechneten Na-Adsorptionsverhältnisse sind jedoch sehr niedrig (nur unter Ulmenpflanzung über 1).

Die pH-Werte erfahren gegenüber den Tonen der kahlen Stellen eine deutliche Absenkung bis gegen den neutralen Bereich. In einem Profil unter *Quercus pubescens* wurden sogar saure Werte gemessen (bis 5,65).

Diskussion

Pflanzensoziologische Aufnahmen in den Calanchi (Hartmann & Oertli 1982) zeigen, dass Halophyten sich auf den kahlen Steilhängen am stärksten entfalten können. Sie sind auf den pliozänen Tonen häufiger als auf den «argille scagliose» und dort auf den «kahlen Standorten» verbreiteter als in den Rasen und den Tamariskenwäldchen am Grund der Calanchi. Sie fehlen ganz in den *Spartium*-Gebüschen der pliozänen Calanchi und in den Rasen und Wäldchen der «argille scagliose» (Tab. 5 in Hartmann & Oertli 1982). Dieses Verbreitungsmuster deckt sich nur grob mit dem Grad der Bodenversalzung an den einzelnen Standorten, da die Verteilung der Arten neben dem Salzgehalt von zahlreichen anderen, nicht berücksichtigten Faktoren abhängt, wie Konkurrenz, Alter der Standorte (die Calanchi der Romagna sind relativ alte Gebilde, wie z. B. die endemische *Artemisia cretacea* auf den salzreichen Tonrohböden zeigt), die Entfernung von Standorten, die als Spender von Arten in Frage kommen, oder weitere, unberücksichtigte Bodeneigenschaften.

Durch Pflanzenbewuchs werden auf den Tonrohböden verschiedene Prozesse der Bodenentwicklung intensiviert. Beispielsweise wird durch die Zufuhr von organi-

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

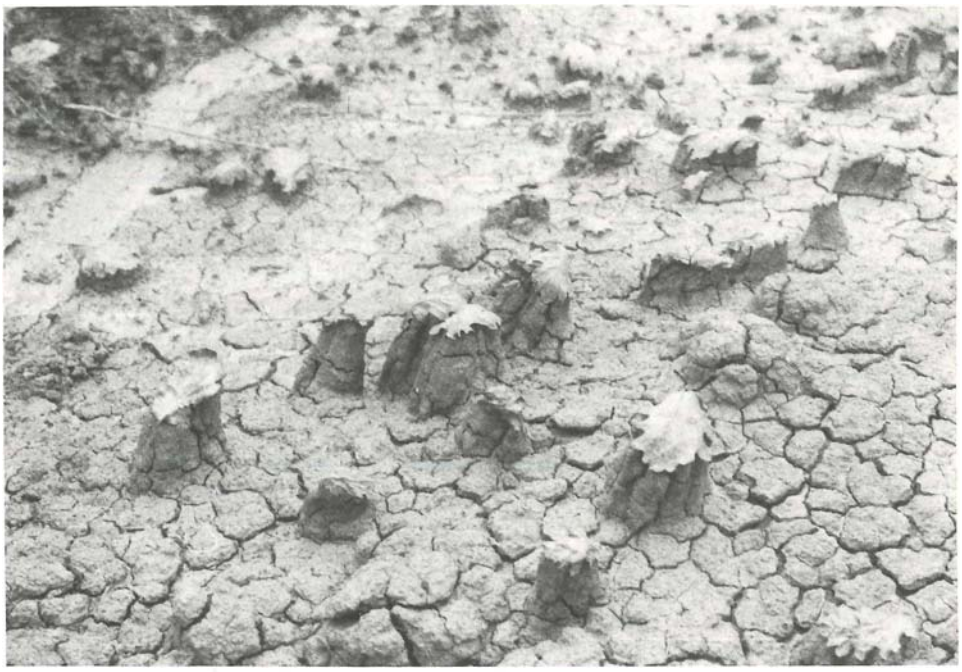

Abb. 3. Minipinnacles unter Eichenblättern an einem schwach geneigten Hang in einem Calanco bei Baiso. An ihrer Höhe kann man etwa abschätzen, wieviel Bodenmaterial in ¾ Jahren (Oktober bis Juli) weggespült wird.

scher Substanz die Gefügebildung verbessert. Diese beeinflusst Durchlüftung und Wasserhaushalt der Böden oder erhöht die Salzverlagerung. Über Nährstoffaufnahme und Laubfall werden Ionen wieder auf der Bodenoberfläche angereichert. Das schlecht adsorbierbare Natrium bleibt im Profil jedoch relativ frei beweglich, so dass der ungünstige Natriumüberschuss im Wurzelraum abgebaut wird. Sulfat wird noch stärker ausgewaschen. Durch die Absenkung der zum Teil sehr hohen pH-Werte wird die biologische Aktivität der Bodenmikroorganismen erhöht und die Verfügbarkeit verschiedener Nährstoffe verbessert. In den pliozänen Calanchi sind bereits in den kurzlebigen Rasen Ansätze zu dieser Bodenentwicklung erkennbar, von der etwa die Ulmenpflanzung, eventuell auch die *Spartium*-Gebüsche fortgeschrittene Stadien zeigen.

Die Kationenaustauschkapazität ist abhängig vom Gehalt der Böden an organischem Material (für den der Stickstoffgehalt ein grobes Mass bildet), vom Tongehalt und von den Mengenanteilen der einzelnen Tonmineralien. Auf den unbewachsenen, humusfreien Böden der pliozänen Calanchi ergibt aufgrund der bekannten Tonmineralienzusammensetzung (nach CREMONINI & ELMI 1971 28–35% Montmorillonit, 35–38% Illit, 12–18% Kaolinit und 14–16% Chlorit) eine grobe Schätzung über die Austauschkapazität einen Tongehalt von 30–40%; nach VITTORINI (1977) eine Bedingung für die Entstehung von Calanchi.

Vor allem in den Calanchi der «argille scagliose» weisen die Tone eine hohe Na-Sättigung auf (geschätzt aufgrund des NAV). Die dispergierende Wirkung des Na-

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

triums kann durch hohe Salzkonzentrationen kompensiert werden. Die zur Ausflokkung der Bodenkolloide benötigte Salzkonzentration steigt aber mit der Na-Sättigung stark an. Da «argille scagliose» weniger lösliche Salze enthalten als die pliozänen Tone, und die Bodenlösung infolge der geringeren Einstrahlung (Schattenlage) und der besser verteilten Niederschläge weniger aufkonzentriert wird, ist zu erwarten, dass die Bodenabspülung in den Calanchi Baiso und Canossa wesentlich intensiver verläuft als in den Calanchi der Romagna (s. Abb. 3). Während diese relativ alte und verhältnismässig stabile Gebilde darstellen, sind die Calanchi der «argille scagliose» vermutlich erst nach Rodungen in historischer Zeit entstanden und sind Zonen geradezu dramatischer Erosionstätigkeit. Selbstverständlich ist aber die Na-Sättigung nur einer von vielen Faktoren, die diese Unterschiede zwischen den beiden Calancotypen bestimmen (vor allem etwa die in den allochthonen Tonen fehlende Schichtung).

In denselben Zusammenhang ist wahrscheinlich auch die auffällige Abnahme der Kationenaustauschkapazität an der Oberfläche der Calanchiböden zu stellen. Sie könnte mit selektivem Wegtransport von infolge der hohen Na-Sättigung fein dispergierten Tonen erklärt werden. In den besser strukturierten Rasenböden der pliozänen Calanchi ist ausserdem Feintonverlagerung im Profil nach unten und damit beginnende Solonetzierung denkbar.

Zusammenfassung

Die Böden im Bereich von Calanchi zweier norditalienischer Tonablagerungen (pliozän-pleistozäne Tone in der Romagna, allochthone Tone [«argille scagliose»] in der Provinz Reggio-Emilia) werden beschrieben.

Die Standorte wurden entsprechend dem Vegetationsmosaik ausgewählt: *Spartium*-Gebüsch auf dem Scheitel, Rasen und Stellen ohne Vegetation innerhalb und *Tamarix*-Gebüsch am Grund der Calanchi sowie Standorte mit waldähnlicher Vegetation. Vegetationsfreie Stellen (Rohböden) in den pliozänen Tonen zeichnen sich durch eine hohe elektrische Leitfähigkeit im 1:2-Extrakt (>2 mS), ein hohes Na-Adsorptionsverhältnis (NAV), hohe pH-Werte und niedrige N-Gehalte aus. Die allochthonen Tone zeigen eine etwas niedrigere Leitfähigkeit, aber noch höhere NAV- (bedeutet stärkere Dispergierung der Bodenkolloide und beschleunigte Erosion) und pH-Werte. Längere Bodenentwicklung unter einer Pflanzendecke wirkt sich in höheren N-Gehalten des Bodens, geringerer elektrischer Leitfähigkeit und Na-Sättigung (durch Auswaschung von Na und Anreicherung von K, Ca und Mg über die Pflanze) sowie einer deutlichen pH-Absenkung aus.

Riassunto

Vengono descritti i suoli dei calanchi di due formazioni argillose dell'Italia settentrionale (argille plio-pleistoceniche nella Romagna e le argille alloctone [dette scagliose] nella Prov. di Reggio-Emilia).

I posti studiati furono scelti secondo la distribuzione della vegetazione: Cespugli di *Spartium* sul cappellaccio, pratelli e pareti nude nell'interno e cespugli di *Tamarix*

© Basler Botanische Gesellschaft; download https://botges.ch/ und www.zobodat.at

al fondo dei calanchi, nonché i boschetti dell'ambito. Nelle rocce argillose dei versanti nudi dei calanchi pliocenici sono elevati la conduttività elettrica dell'estratto acquoso 1:2, la frazione di adsorbimento del sodio (NAV) e i valori pH, molto bassi però i contenuti di azoto totale. Nelle argille scagliose invece la conduttività elettrica è più bassa. Giungono a più alti valori però il NAV (indicando un grado più alto di dispersione del materiale colloidale e propensione più forte all'erosione) e pH. Sotto rivestimento vegetale il contenuto di azoto totale aumenta mentre la conduttività elettrica e i valori NAV (dovuto al dilavamento dei sali di sodio e l'accumulazione di K, Ca e Mg) e pH vengono ribassati.

Literatur

1977 ANTONIAZZI, A.: La carta dei suoli della media valle del Santerno (Apennino Romagnolo). Camera di Commercio di Forlì.

1978 ANTONIAZZI, A.: I suoli della provincia di Forlì e i fattori naturali limitanti la loro utilizzazione. Camera di Commercio di Forlì.

1965 BARDSLEY, C. E., LANCASTER, J. D.: Sulfur. In: C. A. Black (ed.): Methods of soil analysis. Agronomy *9*/2, 1102–1116.

1977 BERTONI, W., VIANELLO, G., ANTONIAZZI, A.: Indagine geomorfologica idrogeologica pedologica. Comunità Montana dell'Appennino Faentino, 10–133.

1968 BLACK, C. A.: Soil-plant relationships. Wiley. 2nd ed.

1965 CHAPMAN, H. D.: Cation-Exchange Capacity. In: C. A. BLACK (ed.): Methods of soil analysis. Agronomy *9*/2, 891–901.

1974 COMPRENSORIO DI FAENZA e dei Comuni delle Vallate del Senio, Lamone e Marzeno: materiale di base per il piano zonale agricolo e per il piano di sviluppo della comunità montana. Il territorio.

1971 CREMONINI, G., ELMI, C.: Note illustrative della Carta Geologica d'Italia 1:100000. Foglio 99 (Faenza).

1982 HARTMANN, J., OERTLI, J. J.: Vegetation der Calanchi in der Emilia-Romagna. Bauhinia *7*, 197–212.

1969 LIPPARINI, T.: Note illustrative della Carta Geologica d'Italia 1:100000. Foglio 100 (Forlì) e 101 (Rimini).

1967 LOSACCO, U.: Note illustrative della Carta Geologica d'Italia 1:100000. Foglio 86 (Modena).

1977 VITTORINI, S.: Osservazione sull'origine e sul ruolo di due forme di erosione delle argille: Calanchi e biancane. L'erosione del suolo in Italia e i suoi fattori, *X*.

1942 ZANGHERI, P.: Flora e vegetazione dei calanchi argillosi pliocenici della Romagna. Romagna fitogeografica (2°). Faenza.

Adresse der Autoren:

Dr. J. Hartmann, Turmstrasse 24, 5610 Wohlen.

Prof. Dr. J. J. Oertli, Eidg. Techn. Hochschule, Institut für Pflanzenbau, 8307 Eschikon-Lindau.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Bauhinia

Jahr/Year: 1980-1983

Band/Volume: 7

Autor(en)/Author(s): Hartmann J., Oertli J. J.

Artikel/Article: Bodenuntersuchungen in den Calanchi der Emilia-Romagna 185-196