

F. Bailly, Kassel

Die Molkenböden des Reinhardswaldes

1. ALLGEMEINES - Bodenkundliche Grundlagen

Profile von Molkenböden (Stagnogleye) zeichnen sich durch das Vorhandensein schwer durchlässiger, dichter Horizonte in der Tiefe und extrem nassgebleichter oberer Horizonte aus. Sie sind in Deutschland insbesondere in höheren Mittelgebirgslagen anzutreffen, vor allem im Nord-Schwarzwald ("Missenböden"), in der Eifel usw. sowie auch im Reinhardswald (Nordhessen). Die nassen Böden des Reinhardswaldes genießen eine gewisse Berühmtheit. Einige von ihnen sind sogar unter einem volkstümlichen deutschen Namen als **Molkenböden** (also: "milchig-weiße Böden") bekannt geworden. Volkstümliche Namen sind bei Böden - im Gegensatz zu anderen Naturkörpern (Tiere, Pflanzen, Steine, Minerale) - eher eine Ausnahme, denn Böden bekommt man - en passant - leider weniger leicht zu sehen als viele andere Naturerscheinungen.

Auch hinsichtlich des Begriffes **Boden** selbst herrschen oft wenig konkrete Vorstellungen. Natürlich ist unter Boden nicht der "Schmutz" zu verstehen, der sich (zum Schrecken mancher Eltern) an der Kleidung ihrer im Freien spielenden Kinder befinden kann. Selbst aufmerksamen Naturfreunden ist der Boden meist ein eher verborgenes Stück Natur. Böden lassen sich nämlich nicht ohne weiteres im Gelände an ihrem oberflächlichen Erscheinungsbild oder nach dem Material, das beim Überschreiten an den Stiefeln hängen bleibt, beurteilen. Deswegen folgen hier zunächst einige Worte zum Begriff Boden. Böden sind Naturkörper, welche nach unten hin durch festes Ausgangsgestein (z.B. Sandstein, Kalkstein, etc.) oder lockeres Ausgangsgestein (z.B. Dünensand, Auen-Ablagerungen, Löss, Moräne, Fließerde, etc.) und nach oben hin durch die Atmosphäre bzw. die Vegetationsdecke begrenzt sind. Böden stellen einen (unterschiedlich tiefen) Durchdringungs- und Umwandlungsbereich von Gesteinsmaterial, Atmosphäre, Wasser und Lebewesen (einschl. Mikroorganismen) dar. Böden sind komplex zusammengesetzte Naturkörper, in welchen - unter dem Einfluss von Klima und streuliefernder Vegetation - spezifische Veränderungen (Mineralumwandlung, Humusbildung, Verlagerung, Auswaschung, usw.) abgelaufen sind und noch ablaufen.

Die Bodendecke ist die belebte Verwitterungshaut an der Erdoberfläche. Zur Tiefe hin weisen Böden sog. **Bodenhorizonte** auf. Um diese in einem Bodenprofil betrachten zu können, muss man Löcher (Profilgruben) anlegen oder Bohrungen durchführen. Nur als Notbehelf können Baugruben, Straßenböschungen usw. verwendet werden. Meistens besitzen die obersten Horizonte durch organische Stoffe ("Humus") eine **schwarz-braune Färbung**. Zur Tiefe hin (aber noch oberhalb des Ausgangsgesteins) folgen oft mittel-braun gefärbte Bodenhorizonte, doch können durchaus auch andersfarbige Horizonte auftreten, wie z.B. die rostig gefleckten Bereiche bei nassen Böden. Die **braune Färbung** vieler Bodenhorizonte ist darauf zurückzuführen, dass aus eisenhaltigen, in Verwitterung begriffenen Mineralen das Eisen freigesetzt wird. Dabei wird es oxidiert. Man könnte daher - mit Einschränkung und im landläufigen Sprachgebrauch - auch von einer Art des "Verrostens" sprechen. Wenn in Böden hohe Wassergehalte wirksam sind, kann das freigesetzte Eisen im Boden beweglich werden und fleckig umverteilt werden. Dabei wird in manchen Bodenhorizonten das Eisen sogar restlos weggeführt, sodass diese Teile des Bodenprofils entfärbt (gebleicht) werden, während andere Teile mit Eisen-Verbindungen angereichert werden, sodass sich intensiv **rostige Flecken, Marmorierungen** und Verfestigungen bilden.

2. NASSE BÖDEN - eine besondere Gruppe von Böden

Wie allgemein in Mitteleuropa, so treten auch im Reinhardswald **nasse Böden** an zwei grundsätzlich verschiedenen Standortstypen auf (**Abb.1**):

- *Grundwasserböden* in Senken, Niederungen oder Tälern. In diese dringt das Wasser vorwiegend von der Seite her ein. Die unteren Horizonte dieser Böden sind ganzjährig nass. Das Bodenmaterial ist in der Regel gut durchlässig.

- *Stauwasserböden* in Landschaften, in denen sich das den Niederschlägen entstammende Wasser in einem oberen, gut durchlässigen, lockeren Material staut ("Stauzone"), weil sich darunter als "Staukörper" ein schwer durchlässiger, dichter Ton oder aufgeweichter Tonstein befindet. Diese Böden sind wechselfeucht.

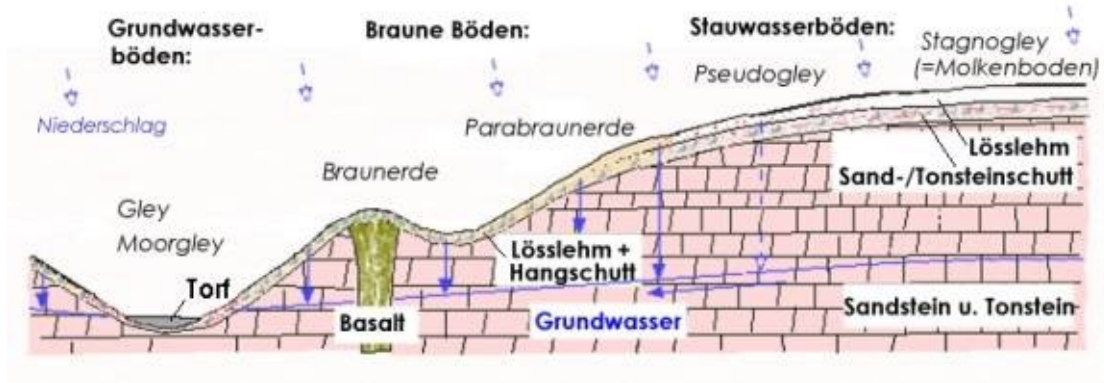


Abb. 1 Stauwasserböden, Grundwasserböden und braune Böden im Reinhardswald (schematischer Querschnitt) (blaue Pfeile: Bewegung des Wassers)

Die Grundwasserböden und die Stauwasserböden sind also strikt von einander zu trennen. In **Abb. 2** werden die prinzipiellen Unterschiede im Profilaufbau dieser beiden Typen nasser Böden dargestellt.

(a) Grundwasserböden sind in Niederungen verbreitet. Sie umfassen in erster Linie die als "Gley" oder "Moorgley" bezeichneten Bodentypen. Sie besitzen einen jahrein-jahraus nassen Unterboden (Gr), in dem lösliche, wanderungsfähige, chemisch "reduzierte" Eisen- (und Mangan-) Verbindungen auftreten, die dem Unterboden eine sehr auffällige, oft bläulich-graue bis schwarze Farbe (so genannte "Reduktionsfarbe") verleihen. Im Oberboden (Go) hingegen treten (bedingt durch die jahreszeitlichen Schwankungen der Grundwasseroberfläche) wechselnde Wassergehalte auf, und dadurch werden, bevorzugt an Aggregatoberflächen, Porenwänden usw., rostbraune Eisen- und schwarze Mangan-Oxide in Form von Flecken oder Verhärtungen ausgeschieden. Bei künstlicher Grundwasser-Absenkung (Dränung) bleibt der rostfleckige Oberboden als Relikt erhalten, während der Unterboden seinen bläulichen "Reduktions"-Farbton rasch verliert. Die in Flusstälern auftretenden Auenböden stehen den Gleyen nahe. In ganz feuchten Senken kann sich im Laufe der Zeit zudem organische Substanz so stark anreichern, dass es zur Bildung von flachem Anmoorhumus, stark zersetztem Niedermoortorf (meist relativ nährstoffreich) und/oder Hochmoortorf (stets nährstoffarm) kommt.

(b) Stauwasserböden besitzen demgegenüber in der Tiefe einen dichten, sehr schwer durchlässigen Horizont (den "Staukörper", Sd). In der darüber befindlichen "Stauzone" (Sw) ist der Boden zeitweilig, dann aber meist restlos mit Wasser erfüllt. Im jahreszeitlichen Wechsel folgen also sehr nasse Monate und sehr trockene Monate aufeinander. In der Stauzone bilden sich rostbraune Eisen- und schwarze Mangan-Anreicherungen, und zwar bevorzugt im Inneren von Bodenaggregaten, wobei deren Oberflächen oft gebleicht sind. So entstehen Böden mit einer charakteristischen "Marmorierung". Derartige wechselfeuchte Böden werden *Pseudogley* genannt. Der Name soll den Gegensatz zum Gley (Grundwasserboden) herausstellen.



Abb. 2 Unterschiede im Profilaufbau von Grundwasserböden und Stauwasserböden

(c) Besonders **extreme Stauwasserböden** können auf hochgelegenen Verebnungen der kühleren, niederschlagsreicheren Mittelgebirge auftreten. Dort können unter stauenden Bedingungen sehr lange (bis zu 10 Monate) Nassphasen und sehr kurze Trockenphasen auftreten. Solche Böden besitzen, unterhalb einer schmierigen Auflage von Feuchtrohhumus, in der Stauzone meist eine nässebedingte, extrem starke Bleichung. Solche extremen Stauwasserböden werden *Stagnogleye*, volkstümlich auch *Molkenböden*, genannt (nach ihrer milchig-weißen Farbe, die meist auch interessierten Laien deutlich auffällt). Im Schwarzwald sind sie als *“Missenböden“* bekannt.

(d) Im **äußersten Fall** gehen diese Stauwasserböden schließlich in grundwasserähnliche Böden (z.B. Moorstagnogleye) über, in denen auch bläulich-graue *“Reduktionsfarben“* (s.o.) auftreten. Dies ist im Reinhardswald gelegentlich in Kammlagen der Fall. Die dort einstmals vorhandenen Niedermoore mit Moorbirken (teilweise sogar Kleinst-Hochmoore) sind heute allerdings durch forstliche Entwässerungs-Maßnahmen sehr stark gestört und meist nur noch reliktsch vorhanden.

3. MOLKENBÖDEN (Stagnogleye) im Reinhardswald

Molkenböden treten im Rheinhardswald (z.T. auch im Kaufunger Wald und im Solling) in Höhenlagen von 300 bis 400-500 m bei Jahres-Niederschlägen von etwa 800-1000 mm auf. Ursprünglich umfasste die Vegetation vor allem artenarme Buchenwälder, sowie gelegentlich Moorbirkenwälder, die in Relikten noch vorhanden sind. Die Standorte sind heute meist forstlich genutzt.

Bei der auffällig gebleichten Stauzone (Sw) handelt es sich meist um eine relativ geringmächtige Lösslehm-Decke (~ 50 bis max. 100 cm). Der darunter befindliche Staukörper (Sd) besteht oft aus einer Schicht von tonigem Buntsandstein-Material (eiszeitliche Fließerden), deren stauende Wirkung durch eingearbeitete Tone der Tertiär-Zeit verstärkt sein kann (**Abb. 3**). Molkenböden (Stagnogleye) besitzen oft einen schmierigen Auflagehumus, der auch in Torf (Moor-Stagnogleye) übergehen kann. Das gelöste Eisen und Mangan wird nicht nach unten, sondern seitwärts oft über größere Strecken mit der Bewegung des Bodenwassers abtransportiert. Es hinterlässt die auffallend gebleichten Horizonte (Sew). Hangabwärts wird gelegentlich das ausgelagerte Eisen in Form von (im Schwarzwald häufigen) *“Ockerbraunerden“* angereichert, die allerdings im Reinhardswald kaum zu finden sind.



Abb. 3 Stagnogley (nahe Forstscheid an der Höhenstrasse im Reinhardswald). Unter dem Humus-Auflagehorizont tritt im nass-gebleichten Horizont (Sew) ein diffus grauer, schwach humoser Bereich (rote Pfeile) mit sehr unregelmäßiger Untergrenze auf, der auf Verwühlung durch Tiere hindeuten kann. Der dichte, wasserstauende Sd-Horizont beginnt in etwa 40 cm Tiefe (hier im Bild wassererfüllt)

Mäßig staunasse Böden (Pseudogleye) können noch landwirtschaftlich genutzt werden, während die **Nutzung** stark staunasser Böden, wie der Stagnogleye (Molkenböden), aufgrund ihrer Luftarmut, Versauerung und Nährstoffarmut meist nur forstlicher Art ist (heute z.B. Fichten, bei geringer Wachstumsleistung). Eine (im übrigen Deutschland kaum anzutreffende) Art forstlicher Entwässerung tritt in Form der für den Reinhardswald spezifischen Entwässerungshügel ("Klumpse") auf, die um etwa 1850-60 während der damaligen Aufforstungen angelegt wurden. Sie werden bei forstlichen Exkursionen häufig demonstriert.

In früheren Jahrhunderten wurden die nassen Böden (ebenso wie auch die trockeneren braunen Böden) der Waldgebiete vor allem zur **Waldweide** (Hute) genutzt. Darauf weisen auch die im Reinhardswald verbreiteten Reste der "Hutewälder" hin (z.B. Naturschutzgebiet "Urwald an der Sababurg", u.a.). Standorte mit Molkenböden stellen mancherorts auch schützenswerte Feuchtbiootope dar und können, insbesondere auch in Kombination mit ihrer wechselvollen Nutzungsgeschichte, ein herausragendes Alleinstellungs-Merkmal im Sinne des Naturschutzes sein.

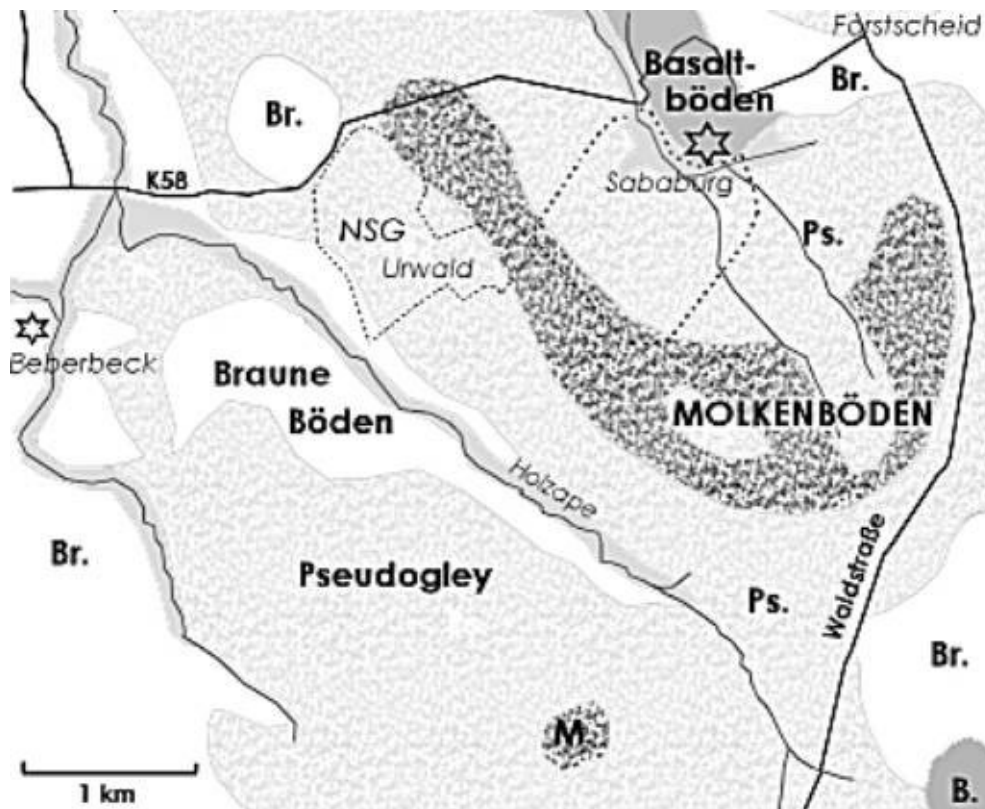
Die jahrhundertlang als Waldweide genutzten Flächen waren damals natürlich zusätzlich auch dadurch etwas stärker vernässt, dass sich mit der durch die Waldweide bedingten Auflockerung des Waldes die **Transpiration** verringerte (so wie auch heutzutage z.B. nach Kahlschlag). Diese zusätzliche "zeitweilige" **Vernässung** steht aber mit der primären Ursache (Stauanässe) nicht in direktem Zusammenhang und hat auch die Entstehung der (sehr viel älteren) Molkenböden nicht bewirkt. Die während der Waldweide-Zeit also möglicherweise zeitweilig noch etwas feuchteren Standorte sind heute unter dichterem Wald gewiss wieder etwas trockener, aber natürlich sind sie weiterhin noch immer Stagnogleye dort, wo diese Böden auch zuvor vorhanden waren, bzw. schwächer staunasse Böden oder nicht stauende braune Böden dort, wo diese Bodentypen vorher vorhanden waren.

4. URSACHEN der UNTERBODEN-VERDICHTUNG in Stagnogleyen

(a) Das Vorkommen von Molkenböden steht (wie sich aus Kartierungen ergibt) nicht selten im Zusammenhang mit dem Auftreten besonders tonreicher, dichter **eiszeitlicher Fließerden** im Untergrund. Sie sind als Staukörper wirksam. Im Reinhardswald spielt zudem auch das Auftreten von besonders dichten **Tonen der Tertiärzeit** eine wichtige Rolle, wie sie im Umkreis basaltischer Durchbrüche (Gahrenberg u.a.) in den dort vor restloser Abtragung bis heute erhalten gebliebenen Lockersedimenten der Tertiärzeit auftreten.

(b) Die Verbreitung dieser Böden folgt überall, sowohl in früher beweideten wie auch in den früher "eingehegten" (also unbeweideten) Bereichen, keinem auf menschliche Ursachen zurückführbaren Muster, z.B. durch Erkennbarwerden einstiger Triften von und zu den Dörfern, zu den nachts genutzten Rinderställen oder zu den nächtlichen Lagerflächen. Dies lässt sich aus Bodenkartierungen ableiten.

In **Abb. 4** wird eine vereinfachte Bodenkarte aus dem Raum Sababurg gezeigt. Die Molkenböden treten hier in einem großen, bogenförmigen Bereich südlich der Sababurg auf, während in weiten Teilen des übrigen Gebietes normale Stauwasserböden (Pseudogleye), ja sogar noch trockenere braune Lössböden vorhanden sind. Weite Teile dieser Landschaft (und sicher nicht nur die Molkenbodenflächen) dienen aber zweifellos ebenfalls seit dem Hochmittelalter bis in die Frühneuzeit der Waldbeweidung (Hute). Dennoch werden große Teile **nicht** von Molkenböden eingenommen. Molkenböden (Stagnogleye) zeigen keine direkten Beziehung zu menschlichen Aktivitäten. Diese Feststellung muss so ausdrücklich gemacht werden, weil weiterhin die Vorstellung existiert, Molkenböden seien in erster Linie dadurch entstanden, dass es infolge der jahrhundertelangen Waldbeweidung durch die in diesem Zusammenhang gewichtsmäßig eine Rolle spielenden Rinder und Pferde, aber auch Schweine zu einer tiefgründigen (und insofern also indirekt anthropogenen) Verdichtung gekommen sei. So z.B. auch in: "Wald in Hessen", Mitt. Hess. Ldforstverw., 1988.



**Abb. 4 Ausschnitt aus der Bodenkarte 1:50.000, Gebiet um die Sababurg (vereinfacht).
Molkenböden (Stagnogleye), Pseudogley (Ps.), Braune Böden (unvernässt) (Br.),
Basaltböden
(BK 50 Hessen, L 4522 Hann.-Münden)**

- (c) Auch das Naturschutzgebiet "Urwald an der Sababurg", das ein offenkundiges Relikt jahrhundertelanger Waldhute darstellt, befindet sich größtenteils außerhalb des bei Kartierungen nachweisbaren Verbreitungsgebietes der Molkenböden.
- (d) Es ist auch auffallend, dass im nördlich angrenzenden Solling (mit ähnlichem geologischem Aufbau und einer ähnlichen Nutzungsgeschichte) die Stagnogleye nicht ganz so häufig sind. Dies liegt vermutlich zum einen daran, dass die gut durchlässigen Lössdecken dort oft mächtiger sind, aber wohl auch daran, dass der Solling weitgehend außerhalb des durch den nordhessischen Tertiär-Vulkanismus geprägten Gebietes liegt, sodass auch die übrigen Locker-Ablagerungen der Tertiärzeit (also auch die schwer durchlässigen, stauenden Tone) nicht so häufig in Plateau-Positionen, z.B. im "Schutz" von Vulkanschloten, erhalten geblieben sind, sondern sich dort vor allem in eingesenkten Grabenbrüchen befinden.
- (e) Die Annahme liegt also nahe, dass geologisch bedingte Unterschiede des Untergrundes (eiszeitliche Fließerden und Tone der Tertiärzeit im Gegensatz zu gut durchlässigem Material) eine wichtige Rolle spielen in Hinblick auf die Verbreitung der Stagnogleye (Molkenböden) und lokal auftretender Moor-Stagnogleye.

5. VIEHTRITT als Ursache der Unterboden-Verdichtung in Stagnogleyen?

Gegen die häufig geäußerte Meinung, Molkenböden seien in erster Linie als Folge der jahrhundertelangen Waldweide und des verdichtend wirkenden Tritts der **Rinder und Pferde** entstanden, kann eingewendet werden:

- (a) Eine Verdichtung durch Tiertritt hätte vor allem in den allerobersten Horizonten eintreten müssen. Die Staukörper liegen aber allgemein in deutlich größerer Tiefe, häufig ab etwa 40-70 cm u.FI.
- (b) Nach Angaben bei Immel, R. (1987), Bauschmann u. Schmidt (2001) und Autorenkollektiv (1988, S.72) betrug um 1750 die Zahl an Pferden und Kühen etwa 9000 Individuen. Der damals der Waldweide dienende Teil des Reinhardswaldes umfasste etwa 6000 ha (entsprechend 600 Milliarden cm^2 , was einer theoretischen Anzahl von etwa 8 Milliarden einzelnen Huf-Kontaktflächen à 75 cm^2 entspräche).
- (c) Weitere Überschlagsrechnungen zeigen, dass - rein statistisch betrachtet - alle diese Tiere mit ihren vier Füßen nur etwa 100 mal hätten auftreten müssen, um jede dieser theoretisch möglichen Tritt-Kontaktflächen wenigstens einmal betreten zu haben. Da aber die tatsächliche Auftritthäufigkeit während der Sommerweide (Mai-August) mit Sicherheit sehr, sehr viel größer gewesen ist, erscheint die Annahme einer sehr intensiven mechanischen Beanspruchung der Bodenoberfläche auf jeden Fall zunächst einmal nicht ungerechtfertigt. Nichtsdestotrotz kann die Häufigkeit der Huftritte - sowohl über das Jahr wie auch über Jahrhunderte hinweg - nicht zur Begründung einer Tiefenverdichtung durch Viehtritt herangezogen werden. Dies ergibt sich aus folgendem:
- (d) Hinsichtlich der Frage einer Unterboden-Verdichtung durch Weidetiere zeigen Abschätzungen der Druckfortpflanzung (DVWK, 1995), dass sich die an der Oberfläche des Bodens auswirkenden Auflastdrucke im darunter liegenden Boden (bei gleichen sonstigen Parametern !) umso **weniger** tief auswirken,
je kleiner die Auflast ist,
je größer die Eigenfestigkeit des Horizontes (die sog. "Vorbelastung") ist, sowie
je **kleiner** die Lastfläche (Kontaktfläche) ist.

Der erste Punkt ist naheliegend, doch ist bei der Beurteilung einer eventuellen tiefreichenden Verdichtung durch Huftritte zur Zeit der Waldweide insbesondere der letztgenannte Punkt ausschlaggebend und wird leicht übersehen.

Einige Zahlen, die freundlicherweise von M. Lebert, Kiel, zur Verfügung gestellt wurden, können die Zusammenhänge größenordnungsmäßig darstellen:

(nach M.Lebert, Kiel) (100 kPa = ca. 1 kg/cm ²)	Ungefähres Gesamt- Gewicht: (t)	Max. Radlast o.Huflast (kg)	Kontakt- fläche (cm ²)	Kontakt- flächen- druck (kPa)	Belastung in 40 cm Bodentiefe (kPa)
Schlepper	10	3000	3500	85	~ 50
Rübenernte-Maschine	40	12000	5500	218	~ 170
Rind	0,6	150	75	200	< 10

Pferde und Rinder üben demnach zwar einen ähnlich hohen Druck auf ihre jeweiligen Kontaktflächen aus wie schwere Geräte (bis 200 kPa), dennoch ist wegen der viel kleineren Kontaktfläche (cm²) die Tiefenwirkung sehr viel geringer (in 40 cm Tiefe z.B. nur <10 kPa gegenüber modernen Geräten mit 50-170 kPa). Zur Verformung und Verdichtung kommt es dabei erfahrungsgemäß erst, wenn Belastungswerte von 50-150 kPa überschritten werden. Dies kann bei modernen Geräten der Land- und Forstwirtschaft der Fall sein, bei Viehtritt so gut wie nie.

6. AUFLOCKERUNG von Stagnogleyen durch Tiertätigkeit ?

Während der seinerzeit jährlich erfolgenden sog. *Winterbeweidung* (Mast) wurde insbesondere Schweinen (im Reinhardswald um 1750 knapp 6000 Individuen auf 6000 ha Waldweidefläche) die Möglichkeit der Suche nach Eicheln oder Eckern gegeben. In dieser oft deutlich feuchteren Jahreszeit (Herbst) war daher mit einer Durchknetung des Oberbodens und einer mittelgründigen **Durchwühlung** des plastisch gewordenen Bodenmaterials durch die Schweine zu rechnen, aber gleichzeitig sicher auch mit einer Wiederauflockerung der zuvor evtl. durch die Rinder und Pferde (s.o.) entstandenen, ganz oberflächennahen Verdichtungen.

Die Auswirkungen dieser Durchwühlungsvorgänge sind in zahlreichen Bodenprofilen der ehemaligen Waldhute-Gebiete erkennbar (nicht nur in Stagnogley-Profilen). **Abb. 3** zeigt unterhalb eines geringmächtigen Feuchthumus einen wechselnd 10-25 cm mächtigen Bereich (rote Pfeile) innerhalb des Bleichungshorizontes, in dem eine diffuse Humus-Graufärbung und das abrupte Auf und Ab der Untergrenze dieses Bereiches als Effekt der Durchwühlung gedeutet werden können.

7. VERMOORUNG auf Molkenboden-Flächen

Im Reinhardswald hat mancherorts auch eine Bildung von Mooren stattgefunden.

Moore sind Torfböden, deren Humushorizont aus Torf besteht, über 30 cm mächtig ist und mehr als 30% organische Substanz enthält.

Torfböden, die diese Werte nicht erreichen, sind als **Moorstagnogleye** (Molkenböden), Moorgleye und Anmoorgleye anzusprechen. Letzteren ist der größere Teil der vermoorten Flächen im Reinhardswald zuzurechnen, doch existieren auch Standorte, deren Torf-Mächtigkeit mehr als 30 cm beträgt und die den echten Mooren zuzurechnen sind. Dies sind, soweit sie nicht forstlich verändert wurden, Niedermoore unter Erlen oder Moorbirken, aber es bestanden (zumindest noch vor einigen 100 Jahren) auch Kleinst-Hochmoore unter Sphagnum-Torf, von denen heute auch nur noch Relikte erhalten sind.

Als Beispiel wird hier das im Süden gelegene Moorstagnogley-Gebiet im Bereich des **NSG Eichkanzel** genannt. Es steht in Beziehung zu den Resten sehr dichter, wasserstauender Tertiär-Tone (vorwiegend Oligozän), die sich dort durch Bohrung in wenigen dm Tiefe nachweisen lassen. Die Nähe basaltischer Durchbrüche (hier: Gahrenberg), in deren Umkreis häufig tertiäre Lockersedimente vor restloser Abtragung bis heute bewahrt oder in die ebenfalls stauend wirkenden tonreichen Buntsandstein-Solifluktsdecken eingearbeitet wurden, spielt hier eine Rolle. Im Bereich des NSG Eichkanzel befindet sich ein heute stark gestörtes Niedermoor, in welchem vereinzelt auch Vegetationsreste von Übergangs- bis Hochmoor auftreten (z.B. Moosbeere, Drosera). Die Fläche weist häufig Fichtenjungwuchs auf; sie wird gelegentlich entkusselt. Das Gelände zeigt Hinweise auf ehemalige Graben-Entwässerung und einstige Entwässerungshügel ("Klumpse", s.o.).

Der Abbau von Mooren und die großflächige Moorkultivierung spielen insbesondere in Niedersachsen, im

Alpenvorland und im Nordosten Deutschlands eine große Rolle. Im hessisch-niedersächsischen Bergland wurde nur selten Abbau durchgeführt. Hingegen ist es, auch aus forstlichen Gründen, oft zu Maßnahmen der forstlichen **Entwässerung** gekommen. Nach Entwässerung sind die jährlichen Höhenverluste mit 1-3 cm a⁻¹ (besonders unter Ackerbau) sehr beträchtlich. Im Vergleich dazu sind die Werte des jährlichen Wachstums von Mooren mit 0,01-0,1 cm a⁻¹ wesentlich niedriger. Der Höhenverlust im "Bruch an der Eichkanzel" kann im Verlauf von 100-150 Jahren ohne weiteres zum nahezu völligen Verlust von mehr als 50 cm Torf geführt haben.

Um das Schicksal des "Bruches an der Eichkanzel" besser zu verstehen, sind einige Aussagen zum **moorspezifischen Wasserhaushalt** nötig. Der Zersetzungsgrad von Torfen ist unterschiedlich: Niedermoor torfe sind meist stark humifiziert und schwarz gefärbt. Oft bleiben nur Wurzelreste erhalten. Hochmoor torfe sind hingegen mittel bis schwach zersetzt (Pflanzenrückstände bleiben im Schwarztorf teilweise, im Weißtorf sehr deutlich erkennbar). Moore zeichnen sich durch Luftmangel und späte Erwärmung im Frühjahr aus. Moore haben häufig mehr als 90 % Porenvolumen und daher rein rechnerisch eine sehr hohe Wasserkapazität. Letztere kann nach Entwässerung auch ökologisch wirksam werden. Um aber den häufig genannten "ausgleichenden" Effekt von Mooren auf den Wasserhaushalt einer Landschaft wirksam werden zu lassen, muss man (leider) zuvor "den Schwamm ausgepresst haben" (Dränung). Eine solche Feststellung löst häufig heftige Abwehrreaktionen aus. Der Naturschutz benötigt freilich stichfeste und nicht gefühlsmäßige Argumente, um Schutz und Erhaltung von Mooren gut zu begründen (Artenschutz, Biodiversität, Feuchtbiotop, u.a.m.). Das ungestörte Wachstum von Mooren, insbesondere das der Hoch- und Übergangsmoore, hängt davon ab, dass der Wasserhaushalt dieser Moore erhalten bleibt. Die nachhaltige, langfristig starke Durchnässung des Torfkörpers muß gewährleistet sein, auch wenn im Sommerhalbjahr wochen- bis monatelang die potentielle Evapotranspiration (Etp in mm) durchaus weit größer ist als die Niederschläge (in mm). Normalerweise führt eine solche negative Wasserbilanz ja zu einem Mangel an Bodenwasser, und die Böden trocknen bis in größere Tiefen aus. Im unzerstörten Hoch- und Übergangsmoor erfolgt dies hingegen nicht in dieser Weise, weil Torf auf Grund seiner sehr lockeren Lagerung (Raumgewicht ca. 0,2-0,4) nur ein geringes kapillares Wasser-Aufstiegsvermögen besitzt, d.h. während der sommerlichen Austrocknung trocknen im Torfkörper zwar ganz oben einige wenige cm bis dm stark aus, und es entsteht ganz oben eine den vertikalen Wasserfluss unterbrechende, "isolierende" Schicht. Während dieser Zeit ist natürlich das Moorwachstum gedrosselt, aber auch die Samen holziger Gewächse haben wegen des Wassermangels keine Chance zu keimen. Am Ende derartiger sommerlicher Trockenphasen bedarf es aber - *und dies ist das Besondere* - nur sehr geringer Niederschlagsmengen (die ja in wenigen Tagen angeliefert werden können), um die geringmächtige Austrocknungs-Schicht wieder völlig mit Wasser zu füllen, sodass der Torf bald weiter wachsen kann und zugleich das Substrat wieder so nass wird, dass die Keimbedingungen für holzartige Pflanzen weiterhin ungünstig bleiben. Bei Niedermoores ist dieser "Isolationseffekt" weniger stark ausgeprägt, und sie benötigen in der Regel zusätzliche Wasserzufuhr, durch Quellen, möglicherweise auch artesischen Quellen, Hangwasserbewegung usw.

Im NSG "Bruch an der Eichkanzel" kommt noch hinzu, dass durch die Anlage von (heute nicht mehr voll wirksamen) Gräben und stellenweise auch durch die einstige Anlage von Entwässerungshügeln ("Klumpse") eine zusätzliche **Verstärkung der Relief-Unterschiede** bewirkt wurde. Die sich auf diese Weise heute in höheren Positionen befindlichen Teile unterliegen aber einer verstärkten Ansiedlung gehölzartiger Pflanzen, deren Wurzeln von Jahr zu Jahr in größere Bodentiefen reichen, aus denen sie Wasser entnehmen und über Verdunstung und Transpiration an die Atmosphäre abgeben können. Damit wird - gegenüber dem ursprünglichen Moor - auch in warmen Jahresabschnitten durch Verdunstung und Transpiration ein Wasserverlust erreicht, der sich dem Wert der potentiellen Evapotranspiration nähert. Dieser sich steigernde sommerliche Wasserverlust, der dann zu weiterem Absinken des Grundwassers führt, ist kaum oder gar nicht rückgängig zu machen. An Standorten, wo ein drastischer künstlicher Aufstau des über Gräben abfließenden Wassers möglich ist (dies ist im "Bruch an der Eichkanzel" nicht der Fall), würde trotzdem nicht der ursprüngliche Zustand erreicht, weil das wellig gewordene Gelände zunächst lediglich überstaut wird und an der Stelle der mittlerweile gebildeten Senken nunmehr kleine *Teiche* entstehen, in denen sich zwar eine ökologisch nicht uninteressante Vegetation entwickeln kann, nicht aber (oder nur fleckenhaft) die ursprüngliche Vegetation. Diese Teiche unterliegen nämlich einer "über-potentiellen" Verdunstung mit starkem Absinken des Grundwassers in den sie umgebenden Bereichen, und vor allem erfolgt keine Quasi-Stabilisierung des Grundwasserstandes durch die Bildung einer verdunstungsmindernden "Isolationsschicht", wie im lebenden Moor (s.o.).

Dazu kommt, dass durch die Moorentwässerung ein oft sehr drastischer Höhenverlust (abh. von ursprünglicher Moormächtigkeit und Lagerungsdichte) in die Wege geleitet wird. Da der mineralische Untergrund aber meist von Haus aus nicht eben ist, sacken dabei die Stellen mit tieferem Moor stärker ab als die flacheren Stellen. Die führt zu einer durch den Menschen indirekt hervorgerufenen Verstärkung der Reliefunterschiede der

Mooroberfläche und nimmt zudem im Laufe der Jahre zu.

Die einstmals einheitliche, großräumig homogene Oberfläche des Nieder- bis Übergangsmoores "Bruch an der Eichkanzel" hat sich durch alle diese Einwirkungen in eine sehr uneinheitliche, heterogene Oberfläche umgewandelt, deren Standorteigenschaften bereits auf sehr engem Raume einen starken Wechsel zeigen. Dies lässt sich nicht nur durch kleinmaßstäbliche Bodenkartierung nachweisen, sondern auch durch Beobachtung visuell leicht erkennbarer Merkmale. **Abb. 5** zeigt beispielsweise eine engräumige Verzahnung von Wollgras-Flächen neben einem Fingerhut-Standort, wie dies ohne die nachhaltigen kleinräumigen Standorts-Veränderungen im Laufe der vergangenen 100-150 Jahre nicht erklärbar wäre.



**Abb. 5: NSG Bruch an der Eichkanzel:
Starke Reliefunterschiede und heterogene Oberfläche als Folge
der künstlichen Entwässerung des einstigen Niedermoores
(auch erkennbar am unmittelbaren Nebeneinander von Wollgras und Fingerhut,
ganz vorne rechts).
Im Hintergrund: Gahrenberg.**

Heute wird vielfach versucht, die nach Moor-Entwässerung oder -Kultivierung verbliebenen Reste in einen naturnahen Zustand zu überführen, z.B. durch Hebung des Grundwasserspiegels. Dies trifft auf naturbedingte Schwierigkeiten, weil allein durch eine künstlich herbeigeführte Vernässung die mindestens ebenso wichtige Wiederherstellung der ursprünglichen *moorspezifischen Evapotranspiration* (s.o.) nicht wieder erreicht werden kann. Eine sinnvolle **Renaturierung** erfordert, dass die dafür vorgesehenen Flächen nur teilabgetorft sind und dass sie im Untergrund eine *durchgehende* Schicht aus wenig zersetztem (also wenig durchlässigem) Torf besitzen. Ferner darf die Vorentwässerung durch Gräben oder Drainage keinesfalls bis in den mineralischen Untergrund hineinreichen. Die Oberfläche muss eingeebnet und zunächst vegetationsfrei und samenfrei sein. Offene Wasserflächen mit sehr hoher Evaporation in heißen Wochen sind zu vermeiden. Auch die weitere "Düngung" durch Mineralisation der organischen Substanz lässt sich nicht ohne weiteres beenden. Jegliche Eutrophierung ist zu vermeiden, was nicht leicht einzuhalten ist (Stickstoff über die Niederschläge, Guano-Ablagerung im Bereich von Teichen, verstärkte Mineralisierung (also Nährstofffreisetzung) während der vorangehenden Jahrzehnte). Das heutige NSG "Bruch an der Eichkanzel" war vor mehr als 100 Jahren sicher ein sehr beeindruckendes Nieder- bis Übergangsmoor. Die Chancen auf eine erfolgreiche flächenhafte Renaturierung sind eher gering. Eine Erhaltung einzelner ökologisch wertvoller Teil-Standorte (primär wohl als Artenschutz) und eine Förderung charakteristischer Arten der Hochmoore lässt sich aber wohl erreichen. Dafür gibt es auch Beispiele aus dem norddeutschen Tiefland. Der Versuch einer Teil-Renaturierung ist also nicht völlig sinnlos, wenn man akzeptiert, dass das ursprüngliche Moor in seiner einstigen Gestaltung nicht wieder herstellbar ist.

8. ANHANG

Auf die hier beigefügte **Abb. 6** wird häufig hingewiesen. Sie wurde von Herrn Claus Chwalczyk im Jahre 1974 aufgenommen (Chwalczyk, 2000) und zeigt - in einer besonders eindrucksvollen Art und Weise - die Abhängigkeit der Wüchsigkeit der Fichten von dem Vernässungsgrad der Böden im Reinhardswald (Niedriges Kronendach: *Molkenböden*. Höheres Kronendach: *weniger staunasse Böden*).



In der wellenartig verlaufenden Linie des Kronendaches der 60-jährigen Fichten spiegelt sich deutlich die Gemengelage von wechselfeuchten und nassen Standorten („Molkenböden“) wider. (Foto: Claus Chwalczyk, 1974).

Abb. 6

Dank:

Für Hinweise zu den Molkenböden des Reinhardswaldes und zu diesem Text danke ich besonders Prof. Dr. H. Beringer, *Hofgeismar*, Dr. B. Beyme, *Hannover*, Dipl.-Ing. M. Facklam, *Berlin*, Dr. M. Lebert, *Kiel*, Forstoberamtsrat a.D. F.-J. Rapp, *Veckerhagen*, Dr. M. Schmidt, *Göttingen*.

Literatur:

Autorenkollektiv (1988): Wald in Hessen. Mitt. Hess. Ldforstverw., Heft 22, S. 22 bzw. 72.

AK Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5.Aufl., Hannover.

Bauschmann, G., u. Schmidt, M. (2001): Erhaltung von Hutewäldern im Reinhardswald durch Beweidung, Jb. Naturschutz in Hessen 6, 52-59.

Bodenkarte BK 50 Hessen, L 4522 Hann.-Münden (1999): Hess.Ldamt.Bodenforsch. Wiesbaden.

Bonnemann, A. (1962): Über die waldbauliche Behandlung von Beständen auf Molkenböden im Reinhardswald. Forstarchiv 33, 133-138.

Chwalczyk, C. (2000): Merkwürdigkeiten zum Reinhardswald. in: Werden und Wandel, Hess. Min. Umwelt, Landw. Forsten, Wiesbaden.

Dertz, W. (1971): Möglichkeiten und Grenzen forstlicher Bewirtschaftung der Molkenböden des Oberweserbezirkes. Diss. Forstl. Fak. Göttingen

DVWK (1995): Gefügestabilität ackerbaulich genutzter Mineralböden - Teil 1: Mechanische Belastbarkeit. DVWK-Merkblatt 234, ATV-DVWK, Hennef.

Immel, R. (1987): Forstmeister Carl Friedrich Mergell (1796-1876) und sein Wirken im Reinhardswald. Z. V. hess. Geschichts- und Landeskunde, 92, 171-190.

Kuntze, H., Roeschmann, G., Schwerdtfeger, G. (1994): Bodenkunde. Stuttgart.

Rapp, H.-J. (2002): Reinhardswald - Eine Kulturgeschichte. Kassel.

Scheffer, F., Schachtschabel, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde, 15.Aufl., Stuttgart.

Autor:

Dr. Friedrich Bailly, 34128 Kassel f.bailly@gmx.de
(erschienen in: Jahrbuch 2007 des Landkreises Kassel, S. 31-41)