

SCHRIFFENREIHE
FREIBURGER FORSTLICHE FORSCHUNG
BAND 3

Gesine Gerboth

Änderungen von Humusformen im nördlichen Oberschwaben

FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT
BADEN-WÜRTTEMBERG
ABT. BOTANIK UND STANDORTSKUNDE

CIP-Kurztitelaufnahme der
Deutschen Bibliothek

Gerboth, Gesine:

Änderungen von Humusformen im nördlichen Oberschwaben / Gesine

Gerboth. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden

Württemberg, Abt. Botanik und Standortkunde. [Hrsg.:

Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg und

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg]. -

Freiburg (Breisgau) : Forstliche Versuchs- und Forschungsanst.

Baden-Württemberg, 1998

(Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung ; Bd. 3)

Zugl.: Freiburg (Breisgau), Univ., Diss., 1998

ISBN 3-933548-02-0

ISSN 1436-0586

ISBN 3-933548-02-0

Die Herausgeber:

Forstwissenschaftliche Fakultät der

Universität Freiburg und

Forstliche Versuchs- und

Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Redaktionskomitee

Prof. Dr. J. Huss Prof. Dr. W. Konold

Prof. Dr. G. Kenk Dr. H. Volk

Umschlaggestaltung:

Bernhard Kunkler Design, Freiburg

Druck:

Eigenverlag der FVA, Freiburg

Bestellung an:

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt

Baden-Württemberg Wonnhaldestr. 4 79100

Freiburg Tel. 0761/4018-0 Fax 0761/4018-333

e-mail: poststelle@fva.IfV.bwl.de

Alle Rechte, insbesondere das Recht der

Vervielfältigung und Verbreitung sowie der

Übersetzung vorbehalten.

Gedruckt auf 100% chlorfrei

gebleichtem Papier

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	1
1.1 ALLGEMEINE EINFÜHRUNG	2
1.2 FRAGESTELLUNG	3
1.3 KRITERIEN ZUR AUSWAHL DES UNTERSUCHUNGSGEBIETS	4
2 UNTERSUCHUNGSGEBIET	5
2.1 LAGE	5
2.2 KLIMA	7
2.3 ANTHROPOGENE STOFFEINTRÄGE	8
2.4 GEOLOGIE	10
2.5 BODEN	10
2.5.1 Böden der Deckenschotterlandschaft	11
2.5.2 Böden der Grundmoränenlandschaft	12
2.5.3 Böden der Endmoränenlandschaft	13
2.6 VEGETATION	13
2.7 WALDGESCHICHTE	15
2.7.1 Holznutzung	16
2.7.2 Waldweide	16
2.7.3 Waldfeldbau	17
2.7.4 Grasnutzung	18
2.7.5 Streunutzung	18
2.7.6 Sonstige Nebennutzungen	18
2.7.7 Änderung der Baumartenverteilung	19
3 MATERIAL	20
3.1 KARTEN	20
3.1.1 Forstliche Standortskarten	20
3.1.2 Forstbetriebskarten	23
3.1.3 Düngekarten	23
3.1.4 Waldgeschichtskarten	24
3.2 DATEN DER BETRIEBSINVENTUR 1993	25
3.2.1 Bestandestypen	26
3.2.2 Maß für den Dichtstand der Bestände	26
3.3 MATERIALKRITIK	26
3.3.1 Humusformen der Altkartierung	26
3.3.2 Düngekarten	28
3.3.3 Kartierunschärfen	28

4 METHODEN	29
4.1 AUSWERTUNG DER KARTEN MIT DEM GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEM (GIS)	29
4.1.1 Projektspezifische Aufbereitung der Karteninformation..	29
4.1.2 Methode der Auswertungen.	34
4.2 AUSWERTUNG DER DATEN DER BETRIEBSINVENTUR	37
4.2.1 Herleitung der Informationen am Stichprobenpunkt	37
4.2.2 Methode der Auswertungen	38
4.3 VERKNÜPFUNG DER KARTENINFORMATIONEN MIT DEN DATEN DER BETRIEBSINVENTUR	38
4.4 METHODENKRITIK	39
4.4.1 Humusformen der Auswertung mit dem geographischen Informationssystem	39
4.4.2 Verknüpfungen der Karteninformationen mit den Daten der Betriebsinventur	40
5 ERGEBNISSE UND DISKUSSION: ÄNDERUNG DER HUMUSFORMEN VON 1950 BIS 1980	41
5.1 ÜBERSICHT ÜBER DIE VERÄNDERUNG AUF DER GESAMTFLÄCHE	41
5.2 EINFLUSSFAKTOREN	44
5.2.1 Standortseinheitengruppen	44
5.2.2 Baumartenzusammensetzung	49
5.2.3 Bestandesbehandlung	54
5.2.4 Kalkung/Düngung	59
5.2.5 Fichtengenerationen	70
5.2.6 Statistische Auswertungen	73
5.3 ANALYSE DER VERSCHLECHTERUNG DER HUMUSFORMEN	75
5.4 VERÄNDERUNG DER HUMUSFORMEN AUF DER FLÄCHE	80
5.4.1 Forstbezirk Ulm, Distrikt XVIII Weidhardt	80
5.4.2 Forstbezirk Biberach, Distrikt IV Schnepfenstoß, V Lindeng'hau, VI Schachen und VII Hahneng'hau	84
5.4.3 Forstbezirk Biberach, Distrikt XI Heggbacher Wald	85
5.4.4 Forstbezirk Ochsenhausen, Distrikt VI Günzertal und VII Wildbuch	91
5.4.5 Forstbezirk Ochsenhausen, Distrikt XVII Oberwald	94
6 ERGEBNISSE UND DISKUSSION: HUMUSFORMEN 1993	99
6.1 EINFLUSSFAKTOREN	99
6.1.1 Standortseinheitengruppen	99
6.1.2 Baumartenzusammensetzung	100
6.1.3 Bestandesbehandlung	101
6.1.4 Kalkung/Düngung	105
6.1.5 Fichtengenerationen	109

7 ERGEBNISSE UND DISKUSSION: VERKNÜPFUNG DER KARTENINFORMATIONEN MIT DEN DATEN DER BETRIEBSINVENTUR	112
8 ZUSAMMENFASSENDE DISKUSSION DER ERGEBNISSE	115
8.1 VERÄNDERUNG DER HUMUSFORMEN AUF DER FLÄCHE.	115
8.2 EINFLUSSFAKTOREN	121
8.2.1 Standortseinheitengruppen	121
8.2.2 Baumartenzusammensetzung	122
8.2.3 Bestandesbehandlung	123
8.2.4 Kalkung/Düngung	125
8.2.5 Fichtengenerationen	127
9 SCHLUSSFOLGERUNGEN	129
10 ZUSAMMENFASSUNG	131
11 VERZEICHNIS DER TABELLEN UND ABBILDUNGEN	142
11.1 TABELLENVERZEICHNIS	142
11.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	143
12 LITERATURVERZEICHNIS	149

10 ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Arbeit war zu untersuchen, ob sich die nach morphologischen Kriterien diagnostizierten Humusformen in Wirtschaftswäldern Oberschwabens in den letzten vierzig Jahren verändert haben. Der Einfluß der folgenden Faktoren wurde untersucht:

- Bodensubstrat,
- Baumartenzusammensetzung,
- Bestandesbehandlung,
- Kalkung/Düngung,
- Zahl der Fichtengenerationen nach ursprünglichen Laubwäldern.

Für die Dokumentation der Veränderungen wurden über 3 100 ha Waldfläche im nördlichen Oberschwaben ausgewählt. Als Datengrundlage dienten folgende forstliche Karten:

- Standortskarten,
- Forstbetriebskarten,
- Düngekarten,
- Waldgeschichtskarten.

Sie lieferten Angaben zu den Humusformen, dem Bodensubstrat, den aufstockenden Beständen, Kalkungs- und Düngemaßnahmen sowie zur Waldgeschichte. Im Untersuchungsgebiet wurden zwei Standortskartierungen durchgeführt, Anfang der fünfziger und Anfang der achtziger Jahre, so daß die Veränderung der Humusformen durch den Vergleich beider Karten beschrieben werden konnte. Die Karten wurden digital mit einem geographischen Informationssystem verarbeitet. Durch eine logistische Regressionsanalyse wurde der Einfluß der drei Faktoren "Bodensubstrat", „Baumartenzusammensetzung" und "Zahl der Fichtengenerationen nach ursprünglichen Laubwäldern" auf die Entwicklung der Humusformen beschrieben und durch einen Chi² -Test auf signifikante Unterschiede geprüft.

Weitere Informationen über den Einfluß der oben genannten Faktoren lieferten Aufnahmen der Humusformen, die 1993 im Rahmen der forstlichen Betriebsinventur durchgeführt wurden.

Die Untersuchungen erbrachten, daß sich der Rohhumus von Anfang der fünfziger bis Anfang der achtziger Jahre auf großer Fläche abgebaut hat. Der Flächenanteil des Moders nahm im Untersuchungszeitraum zu. Nur in einigen wenigen Waldbeständen hatte Auflagehumus zugenommen.

Anfang der fünfziger Jahre kam Rohhumus auf ca. 1000 ha vor. Lediglich auf einem Fünftel dieser Fläche wurde auch 1980 noch Rohhumus kartiert. Der weitaus größte Teil baute sich zu Moder ab. Eine Verbesserung des Rohhumus zum Mullartigen Moder fand selten statt.

Die Humusform Rohhumusartiger Moder kam 1950 im Untersuchungsgebiet nur in kleinen Flächenanteilen vor (150 ha). Sie änderte sich bis Anfang der achtziger Jahre fast ausschließlich in Moder.

Die Moderhumusformen (1300 ha) erwiesen sich als relativ stabil. Auf über der Hälfte ihres Flächenanteils fand keine Änderung statt. Nennenswerte Anteile (340 ha) wandelten sich im Laufe des Untersuchungszeitraums zu Mullmoder.

Die Humusform Mullartiger Moder kam Anfang der fünfziger Jahre auf 500 ha vor. Bis 1980 nahm die Mächtigkeit der Humusauflage auf einer Fläche von ca. 300 ha zu, auf 100 ha blieb Mullmoder erhalten.

Mull kam nach der Standortskarte nur selten vor. Eindeutige Veränderungstendenzen waren nicht zu erkennen. Tendenziell war eine Zunahme der Humusauflage zu beobachten.

Der Abbau von Auflagehumusformen ist von Anfang der achtziger Jahre bis 1993 noch weiter fortgeschritten. An den Stichprobenpunkten der Betriebsinventur im Untersuchungsgebiet nahm der Anteil des Mullmoders weiter deutlich zu. Hatte sich die Humusform Moder zwischen 1950 und 1980 als relativ stabil erwiesen, veränderte sie sich bis 1993 am überwiegenden Teil der Punkte zu Mullmoder. Die Autlagehumusformen Rohhumusartiger Moder und Rohhumus waren bis 1993 fast völlig verschwunden.

Durch die Analyse des Datenmaterials konnte gezeigt werden, daß die oben genannten Einflußfaktoren die Veränderung der Humusformen in unterschiedlichem Maße beeinflussten.

Die Humusformen entwickelten sich auf verschiedenen **Substraten** ähnlich. Zwischen den Standortseinheitengruppen "kiesig-sandig durchlässig-lehmig" und "wechselfeucht traten keine signifikanten Unterschiede auf. Auf den kiesig-sandigen Böden war Rohhumus Anfang der fünfziger Jahre weit verbreitet. Er hat sich im Untersuchungszeitraum auf diesen gut belüfteten Böden weitgehend abgebaut, teilweise sogar bis hin zum Mullmoder. Die Verbesserung war auf den weniger aktiven, wechselfeuchten Böden etwas geringer. Auf den durchlässig-lehmigen Substraten waren die Humusformen schon 1950 etwas besser, trotzdem baute sich die Humusauflage auch hier großflächig ab.

Die **Baumartenzusammensetzung** der Bestände zeigte eine deutliche Wirkung auf die Humusformen. In Laubbaumbeständen waren die Humusformen zu allen Aufnahmezeitpunkten nie ungünstiger als Moder. Der Anteil des Mullmoders nahm über den Untersuchungszeitraum hinweg noch deutlich zu. In Nadelbaumbeständen kam Rohhumus auf 17 % der Fläche vor und baute sich bis Anfang der achtziger Jahre ab. Auf einer kleineren Fläche entwickelte sich Mullmoder unter dem Einfluß der schwer zersetzlichen Fichtenstreu zu Moder. In beiden Kollektiven verbesserten sich die Humusformen gleichermaßen. Die Entwicklungstendenzen unterschieden sich nicht signifikant.

Die Beimischung von Laubbäumen in reine Nadelbaumbestände zeigte im Untersuchungszeitraum keine positive Wirkung auf die Humusformen. Allerdings war der Laubbaumanteil selten größer als 30 %. Zudem wurden die Laubbäume überwiegend in Gruppen beigemischt, so daß ihre Streu nicht im gesamten Bestand wirksam werden konnte. Die Kronen der Laubbäume waren wegen der schwachen Durchforstung oft sehr schmal.

Die Humusformen waren in **engständigen und weitständigen Beständen** sehr ähnlich. Zu Beginn des Untersuchungszeitraum kam Rohhumus sogar in weitständigen Beständen etwas häufiger vor. Die weitständigen Bestände stockten eher auf wechselfeuchten Standortseinheiten mit etwas schlechteren Humusformen. Im Verlauf von dreißig Jahren hat

sich der Rohhumus in beiden Kollektiven abgebaut. Der Flächenanteil des Mullartigen Moders ging in engständigen Beständen zurück, in weitständigen blieb er gleich. Auch in schwach durchforsteten engständigen Beständen kam es innerhalb von dreißig Jahren zur Umwandlung von Mullartigem zu typischem Moder.

Die Wirkung der **Kalkung** und **Stickstoffdüngung** ergab sich aus dem Vergleich der Kollektive "ungedüngt", "Kalk" und "Kalk+N". Die Kalkungen (CaCO_3 + Phosphat) wurden in den fünfziger und sechziger Jahren gezielt in Beständen mit starker Rohhumusaufgabe ausgebracht. Anfang der fünfziger Jahre kam Rohhumus in den Beständen des Kollektivs "Kalk" auf über 60 % der Fläche vor. Anfang der achtziger Jahre wurde Rohhumus nur noch auf 13 % kartiert. Auch die Moderhumusformen bauten sich durch die Kalkung ab, so daß der Flächenanteil des Mullmoders zunahm. Diese Wirkung wurde durch die zusätzlich zur Kalkung ausgebrachte Stickstoffdüngung verstärkt. Auf den ungedüngten Flächen reduzierte sich der Flächenanteil des Mullartigen Moders. Allerdings baute sich der Rohhumus auch ohne Kalkung auf größerer Fläche ab.

Anfang der fünfziger Jahre waren die Humusformen in **Fichtenbeständen der ersten Generation** nach ursprünglichen Laubwäldern günstiger als die in Beständen der vierten Generation. In Beständen der ersten Fichtengeneration war der Einfluß der ehemaligen Laubbaumbestockung noch deutlich zu erkennen. Dreißig Jahre später existierte Rohhumus in beiden Kollektiven fast nicht mehr. Der Anteil des Mullartigen Moders ist in Beständen der ersten Fichtengeneration bedingt durch die Wirkung der Nadelstreu zurückgegangen. In Beständen der vierten Generation hat er dagegen zugenommen, was auf die Regeneration dieser Standorte schließen lässt. Anfang der achtziger Jahre ist die Humusformenverteilung in beiden Kollektiven sehr ähnlich. Dagegen unterscheiden sich die Veränderungen beider Kollektive, die im Untersuchungszeitraum stattgefunden haben, signifikant.

Neben den genannten Einflußfaktoren sind sehr wahrscheinlich noch **andere Parameter** für die großflächigen Veränderungen der Humusformen verantwortlich. Hierzu zählen insbesondere das Aufhören anthropogener Nebennutzungen (Waldweide, Waldfeldbau, Seegrass- und Streunutzung) und die atmosphärischen Stoffeinträge. Außerdem waren die Temperaturen im Untersuchungszeitraum bei ausreichenden Niederschlägen etwas höher als das langjährige Mittel. Diese Faktoren konnten im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nicht differenziert werden, weil sie im gesamten Untersuchungsgebiet großräumig ziemlich einheitlich sind.

SUMMARY

The aim of this work was to examine whether morphological humus forms in commercial forests of Oberschwaben altered within the past 40 years. In the course work (project) of this the impact of the following factors has been surveyed:

- soil substratum
- structure of tree species -
- stand treatment
- liming/ fertilization and
- factors concerning the forest history (number of spruce generations --following originally deciduous forests).

In order to document these changes a forest area of 3100 hectares has been selected in Northern Oberschwaben. The following forest maps have been used as data source:

- site maps
- forest holding maps -
- fertilization maps
- data on forest history.

These maps showed details on single forms of humus, on growing stock, liming and fertilization treatments as well as details on the forest history. In the early 50ies and early 60ies two site mappings have been carried out within this research area. By comparing these two mappings it was possible to describe the development of humus forms. After that, the maps have been digitally processed through a geographical information system (GIS). By means of logistic regression analysis, the influence of three different factors on the development of humus forms has been determined and then been examined according to their significances.

Further information was provided by surveys of humus forms which have been carried out in the course of the forest operational inventory [Forstliche Betriebsinventur] in 1993.

Definition of the humus forms:

mull: humus profile: L-(Of-)Ah

When having good biological soil conditions, the L-horizon decomposes quickly (Lmull). The Of-horizon only exists within the humus form F-mull. The humous Ah-horizon reaches up to 15cm.

Mully mold : humus profile: L-Of-(Oh-)Ah

Mully mold is the transitional stage between mineral soil and top humus layer. A film of Oh-horizon (< 5mm) is to be found within the L-, Of- and Ah-horizon. Sometimes this Oh-horizon is completely missing.

mold: humus profile: L-Of-Oh-Ah

The Oh-horizon is about 2cm thick, crumbly or loose. The transition between Oh-horizon and mineral soil is not clear.

mold with raw humus characteristics:

humus profile: L-Of-Oh-Ahe

This humus form is characterized by clear transitions of the horizons. This applies to **the** transition of top humus layer and mineral soil as well as within the top humus layer. The Oh-material is compactly stratified but cannot be fractured clearly.

raw humus:

humus profile: L-Of-Oh-Ahe-Ae

Raw humus is characterized by clear transitions as well. The Oh-horizon fractures clearly.

These studies showed that from the early 50ies until the early 80ies raw humus disappeared in large areas. The percentage of mold increased during the survey. Only in few forest stands the top humus layer grew.

In the early 50ies, raw humus has been mapped on approximately 1000 hectares. In 1980 raw humus was only to be found on just 115 of that same area. The by far biggest part decomposed into mold. An amelioration of raw humus to „mully mold“ [mullartiger Moder] did seldomly take place.

Within the research area the humus form „mold with raw humus characteristics“ [rohhumusartiger Moder] occurred only in small areas of 150 hectares and altered almost exclusively to mold until the early 80ies.

Mold humus forms [Moderhumusformen] on 1300 hectares proved to be relatively stable. On over 50% of the area covered with mold humus forms [Moderhumusformen] no changes took place. In the course of research, however, significant parts of these humus forms altered to mull mold [Mullmoder].

In the early 50ies, the humus form „mully mold“ occurred on 500 hectares. Until 1980 the thickness of the humus cover increased on an area of 300 hectares and on 100 hectares mull mold remained unchanged.

According to the site map, mull only appeared rarely. Definite tendencies in alteration were not recognizable.

From the early 80ies until 1993, the decomposition of top humus layer forms progressed further. Within the research area, the amount of mull mold increased noticeably at the sampling points of the management inventory. Between 1950 and 1980 the humus form „mold“ proved to be relatively stable. Until 1993, however, on the majority of sampling points, mold changed to mull mold. „Mold with raw humus characteristics“ and „raw humus“, both forms of top humus layers, disappeared nearly completely until 1993.

The analysis of data showed that the above mentioned determinants influenced the alteration of humus forms to different degrees.

On various **substrata** humus forms developed similarly. No significant differences occurred within the following groups of site units: „gravelly-sandy“, „pervious-clayey“ and „alternating humid“. In the early 50ies raw humus was widely spread on gravelly-sandy soils. Within the research period this raw humus decomposed considerably on these well aired soils and partly it even turned into mull mold. The soil improvement on less active and alternating humid soil was inferior. In 1950 humus forms improved already on

pervious-clayey substrata. All the same, the humus cover decomposed here extensively as well.

The **composition of tree species** within the stands showed a clear influence on humus forms. At all times of the survey, the humus forms in non-coniferous (auch: deciduous) stands were never more unfavourable than mold. During the survey, the amount of mull mold increased considerably. In coniferous stands, raw humus was found on 17% of the area and decomposed until the early 80ies. On a smaller area mull mold developed into mold under the influence of hardly decomposable spruce mulch. In both strata (=Kollektiven) the humus forms improved equally. Both development tendencies did not differ significantly.

Within the research period, the admixture of non-coniferous (auch: deciduous) trees into pure coniferous stands presented no positive influence (effect) on humus forms. The amount of non-coniferous (auch: deciduous) wood, however, rarely exceeded 30%. Furthermore, the non-coniferous (auch: deciduous) trees were mostly planted in groups so that their mulch could not take effect within the whole stand. The crowns of nonconiferous (auch: deciduous) trees were often very narrow because of slight thinning.

Humus forms in **narrow-standing** and **wide-standing stock** were very similar. At the beginning of the research period, raw humus even appeared a bit more often in wide-standing stock. Wide-standing forest stands preferably grew on alternating humid site units with slightly poorer humus forms. In the course of 30 years, the raw humus desintegrated within both strata. The square dimension of mully mold lessened in narrow-standing stock and remained unchanged in wide-standing stock. In narrow-standing and slightly thinned forest stands, a conversion of mully mold to typical mold took place, too.

The impact of **liming** and **nitrogen fertilization** resulted from the comparison of the strata „unfertilized“, „lime“ and „lime + nitrogen“. In the 50ies and 60ies liming (CaCO_3 + phosphor) was specifically spread in forest stands with thick raw humus covers. In the early 50ies raw humus was found on over 60% of the area with stands of the stratum „lime“. In the early 80ies, however, raw humus was being mapped on only 13%. Through liming the humus forms of mold desintegrated as well so that the square dimension of mull mold increased. In addition to liming, this effect was being reinforced by nitrogen fertilization. On unfertilized areas the square dimension of mully mold decreased. Though, even without liming, raw humus decomposed extensively.

In the early 50ies humus forms in **first growth spruce stands** (following originally nonconiferous trees) were more favourable (auch: better) than in forth growth stands. Here, the influence of former non-coniferous (auch: deciduous) stands is clearly recognizable. 30 years later, the raw humus in both strata scarcely existed any longer. The amount of mully mold in first growth spruce stands decreased as a result of the influence of non-coniferous trees. In forth growth stands, on the other hand, the amount of mully mold increased which indicates the regeneration of sites. In the early 80ies, the distribution of humus

forms in both strata was very similar. The development tendencies of both strata differ significantly.

Besides the above mentioned controlling factors, there are more than likely **other parameter** which are responsible for the extensive changes of humus forms. On this score, the stop of anthropogenic side utilisation (woodland grazing, sea grass and forest litter utilization) has to be mentioned, as well as atmospheric depositions. Moreover, within the survey period ~ whilst having sufficient percipitations - the temperatures were slightly higher than the long-standing average. Within the bounds of present surveys, these factors could not be differentiated. Since covering a large area they appeared quite homogeneous throughout the whole survey area.