

Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 35 (1948)
Heft: 14

Artikel: Naturwald und Forst
Autor: Keller, Hugo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-534549>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Naturwald und Forst I

Das Gemeinschaftsleben im Naturwald und im Forst

(Methodische Erarbeitung)

I. Die Mischung der Pflanzen im Naturwald und ihre Bedeutung

1. Der Naturwald ist aus vielen Arten gemischt

Arbeitsfrage:

Wieviele verschiedene Pflanzenarten leben im Mischwald und im reinen Fichtenwald?

Arbeitsweg:

- a) Die Klasse durchstreift ein als Einheit festgelegtes Gebiet (etwa 50×50 m) im *Mischwald* (vgl. Abb. 1). Dabei wird von jeder angetroffenen Pflanzenart ein Exemplar, bzw. ein Zweig, gesammelt. Die gesammelten zahlreichen Arten werden auf einem Tisch aufgestellt, gruppiert (oder auf einen großen Bogen Packpapier geklebt) und gezählt.
- b) Dasselbe geschieht in einem gleichgroßen Gebiet des reinen *Fichtenwaldes* (vgl. Abb. 2). Auf dem zweiten dafür bestimmten Tisch, bzw. Bogen, wird dann nichts zu finden sein als ein dürftiger Fichtenzweig und einige Baumflechten. Die *Namen* der betreffenden Arten sind dabei völlig belanglos. Es geht hier nicht um naturkundliches *Einzelwissen*, sondern darum, einen bestimmten *Eindruck* recht kräftig zu erwecken, nämlich:

Arbeitsergebnis:

Naturwald = Mischwald / sehr artenreich / ungleichartig / vielseitig;
Forst = reiner Wald / sehr artenarm / gleichartig / einseitig.

2. Im Naturwald sind die Bäume nach Größe und Alter gemischt.

Arbeitsfrage:

Wie kommt es, daß im Mischwald alle Bäume verschieden groß sind?

Arbeitsweg:

- a) Wir zählen am Rande einer *Fichtenschonung* das Alter einiger Fichten an den Astquirlen ab. — Sie sind alle *gleich* alt und fast gleich groß.
- b) Wir zählen ebenso am Rande einer Schonung aus *Fichten und Kiefern* das Alter einiger Fichten und Kiefern ab und vergleichen z. B. eine sechsjährige Fichte mit einer sechsjährigen Kiefer. — Die Kiefer ist bei gleichem Alter zwei- bis dreimal höher als die Fichte.
- c) Wir lassen uns vom Förster das Alter einiger junger Birken und Lärchen an Waldrändern sagen und vergleichen ihre Größe mit gleichaltrigen Buchen und Fichten. (Im sechsten Jahre z. B. Birke 300 cm groß, Lärche 120 cm, Buche 50 cm, Fichte 40 cm.) Allgemein: Tanne, Fichte und Buche wachsen *langsam*; Kiefer, Eiche, Esche, Lärche und Birke wachsen *schnell*.

Arbeitsergebnisse:

- | | |
|--|---|
| a) <i>Naturwald</i> (= Mischwald)
alle Bäume <i>verschieden</i> groß, weil alle
verschieden <i>alt</i> sind oder bei gleichem
Alter <i>verschieden</i> schnell <i>gewachsen</i>
sind. <i>Naturwald</i> »ungleichaldrig«. | <i>Forst</i> (= reiner Wald)
alle Bäume <i>gleich</i> groß,
weil alle gleich <i>alt</i> sind
und gleich schnell <i>wachsen</i> .
<i>Forst</i> »gleichaldrig«. |
| b) Im <i>Naturwald</i> ist es also wie bei den
Menschen, wo alle <i>verschieden</i> sind
nach Größe, Alter und Wachstum. | Der <i>reine Wald</i> ist wie ein Volk, in dem
es nur lauter »Kinder« (Schonung)
oder lauter »Männer« (Stangenholz)
oder lauter »Greise« (Altholz) gäbe. |

3. Im Mischwald wechseln die Tischgäste im Jahreslauf

Arbeitsanstoß:

Wir haben erkannt, daß im Mischwald *sehr viele Arten* zusammenleben. Der Lebensraum für diese Pflanzen ist *fest gegeben*. Alle Arten, die in diesem Lebensraum zusammen leben, speisen gleichsam an demselben Tische. Sie müssen sich also in den Nahrungsvorrat in Luft und Boden teilen. Muß unter ihnen nicht ein heftiger *Streit* um Licht und Bodennahrung ausbrechen?

Arbeitsfrage:

Wie kommen diese vielen Arten miteinander aus, so daß jeder zu seinem Lebensrecht kommt?

Arbeitsweg:

Wir beobachten, welche *verschiedenen Bodenpflanzen* in dem Mischwald unserer Heimat im Laufe eines Jahres blühen, bzw. *fruchten*.

Arbeitsergebnisse:

- Die Arten im Mischwald sind nicht nur dem *Namen* nach, sondern auch den *Ansprüchen* nach *verschieden*: Sie haben *verschiedene Tischzeiten*.
- Durch den Wechsel der Tischgäste wird vermieden, daß der Wald alle zu *gleicher Zeit* ernähren muß.
- Durch die Verteilung der Gäste auf *verschiedene Tischzeiten* wird der *Nahrungstreit* unter ihnen verringert.

4. Im Mischwald haben die Pflanzenarten verschiedene Lieblingspeisen

Arbeitsfrage:

Wie vorhin (3).

Arbeitsweg:

- Wir beobachten, welche Waldbäume an *trockenen* Standorten leben (**Kiefern** und **Birken** = trocken lebende Bäume) und welche an *feuchten* Standorten (**Fichten**, **Buchen** und **Erlen** = durstige Bäume).
- Wir beobachten, welche Waldbäume auf *Sandboden* leben (**Kiefern** und **Birken**), welche auf *Lehmboden* (**Fichten**, **Buchen**, **Eichen**), welche auf *Kalkboden* (**Buchen**).
- Wir beobachten, welche *anderen* Pflanzen gern mit **Kiefern** zusammenleben, welche gern mit **Fichten**, welche gern mit **Buchen**.

Arbeitsergebnisse:

- a) Manche Waldpflanzen verlangen *viel* zu trinken, manche *wenig*.
- b) Die Waldpflanzen haben ihre Lieblingsspeisen (Lieblingsboden).
- c) Wenn verschiedene Tischgäste zusammen an einem Tisch mit verschiedenen Speisen sitzen, wird jeder zuerst nach seiner *Lieblingsspeise* greifen.
- d)

<i>Im Mischwald</i> verschiedene Tischgäste verlangen alle eine <i>andere</i> Speise Ansprüche <i>verteilen</i> sich kein Streit um <i>dieselbe</i> Speise Speisevorrat wird <i>allseitig</i> ausgenutzt von keiner Speise bleibt etwas übrig.	<i>Im reinen Wald</i> gleiche Tischgäste verlangen alle <i>dieselbe</i> Speise Ansprüche <i>häufen</i> sich heftiger Streit um <i>dieselbe</i> Speise Speisevorrat wird <i>einseitig</i> erschöpft manche Nährstoffe bleiben fast ganz ungenutzt liegen.
--	--

5. *Im Mischwald bleibt der Waldboden gesund*

Arbeitsanstoß:

Es ist eine geläufige Tatsache, daß andere Lebensgemeinschaften, wie Wiese, Feld, Garten, regelmäßig *gedüngt*, zum Teil *gegossen*, auch *umgegraben* (gepflügt und geeget) werden müssen, wenn sich ihre Lebenskraft nicht erschöpfen soll. Voraussetzung für die folgenden Erkenntnisse ist, daß die Klasse weiß, welche Bedeutung die Bodenlockerung und das Düngen (bzw. Gründungen) für die Fruchtbarkeit des Bodens haben.

Arbeitsfrage:

Wo wird der Nahrungsvorrat im Boden besser erhalten, im Mischwald oder im reinen Fichtenwald?

Arbeitsweg:

- a) Nackter *Felsboden*, selbst bloßer *Verwitterungsboden*, trägt keinen Wald. Der Waldboden ist »lebendiger« Boden. Er stellt ein Massengrab all dessen dar, was je im Walde lebte und webte: Äste, Blätter, Halme, Blumen, Holzreste, Insekten, Spinnen, Kleintiere, Skelettreste, Vögel, Federn, Pilzreste usw. Dieser Boden ist nicht tot; er »arbeitet«.
- b) Wir untersuchen vor Beginn des Laubfalles die Waldstreu im *Mischwald*. Sie ist *gemischt* aus den verschiedensten Blättern und Nadeln, darum *locker*. Es liegen obenauf keine dicken Laubschichten, die noch nicht verwest sind.
- c) Wir untersuchen ebenso die Waldstreu im *Fichtenwald*. Sie besteht ausschließlich aus Fichtennadeln, ist darum *dicht* und gleichmäßig geschichtet. Obenauf liegen mehr oder weniger dicke Nadelschichten, die noch völlig unzersetzt sind.
- d) Wir untersuchen ebenso die Waldstreu in einem reinen *Buchenwald*. Obenauf liegen fast stets unzersetzte Laubmassen.

Arbeitsergebnisse:

- a) Die Waldbäume geben dem Boden alles, was er ihnen gegeben hat, zurück als Laub, Nadeln, Zweige usw.
- b) Diese Streu ist normalerweise bis zum Einsetzen des nächsten Laubfalles in *Humus* verwandelt (zersetzt).

c) Unzersetzte Streumassen können mit der Zeit dazu führen, daß der Boden versumpft oder verunkrautet. (Beispiele zeigt uns der Förster!)

d) <i>Mischwald:</i>	<i>Reiner Wald:</i>
Streu <i>gemischt</i>	Streu <i>einseitig</i> zusammengesetzt
<i>locker</i> und <i>gut</i> durchlüftet	<i>dicht</i> gelagert und <i>schlecht</i> durchlüftet
<i>rasche</i> Zersetzung in Humus	<i>langsame</i> Zersetzung
Rohhumus sammelt sich nicht an	Rohhumus bleibt liegen
Boden bleibt <i>gesund</i>	Boden wird leicht <i>krank</i>
und <i>reich</i> an Nährstoffen.	und <i>arm</i> an Nährstoffen.

6. Der Mischwald ist besser gegen Waldbrand geschützt

Arbeitsanstoß:

Zeitungsnachrichten über verheerende Waldbrände. Waldbrand in der Heimat. — Waldbrandverhütung!

Arbeitsfrage:

Mischwald oder reiner Wald — welcher ist besser gegen Waldbrand geschützt?

Arbeitsweg:

- Statistische Erfahrung: Von vier Waldbränden sind durchschnittlich drei Brände in reinen Wäldern, aber nur einer in Laub- und Mischwäldern.
- Statistische Erfahrung: Von fünf Waldbränden sind vier Bodenfeuer (Waldstreu brennt), nur *ein* Kronen- oder Stammfeuer.
- Erste Erklärung: Wir versuchen, abgeschnittene Zweige von Nadelbäumen und von Laubbäumen zu entzünden. Nadeln sind brennbar (Harzgehalt), frisches Laub nicht.
- Zweite Erklärung: Wir sammeln in einer Schachtel Nadelstreu, in einer anderen Mischstreu aus Laub und Nadeln. Wir schütten beide *zu Hause* aus und versuchen, sie zu entzünden. Nadelstreu brennt leicht, Mischstreu schwer.

Arbeitsergebnisse:

- Die Laub- und Nadelbäume sind gegen Brandgefahr verschieden widerstandsfähig.
- Bei Waldbränden:

<i>Mischwald</i>	<i>reiner Nadelwald</i>
stark gefährdete (Nadelbäume) und wenig gefährdete (Laubbäume) <i>gemischt</i>	besteht <i>einseitig</i> aus stark gefährdeten (Nadelbäumen)
Gefahr <i>zerstreut</i>	Gefahr <i>zusammengeballt</i>
Schaden <i>verteilt</i>	Schaden <i>gehäuft</i>
weil nur <i>manche</i> betroffen werden.	weil <i>alle</i> gleich betroffen werden.

c) Ergänzung:

Laubbäume schlagen wieder aus Schaden <i>heilbar</i> .	Nadelbäume sind endgültig vernichtet Schaden <i>unheilbar</i> (Kahlschlag).
---	--

- Zusammenfassung: Mischwald ist besser gegen Brandschaden geschützt als reiner Nadelwald.

7. Der Mischwald ist besser gegen Insektenheere geschützt

Arbeitsanstoß:

Berichte und Bilder über verheerenden Insektenfraß in reinen Kiefern- und Fichtenwäldern.

Arbeitsfrage:

Warum besiegen die Insektenheere so oft *reine* Wälder, aber selten *Mischwälder*?

Arbeitsweg:

- a) Wir beobachten Fraßspuren an Blättern und Nadeln, Raupennester, Raupen, Käfer und Schmetterlinge an den Waldbäumen.
- b) Wir achten darauf, an welchen Bäumen die einzelnen Arten meist zu finden sind. (Kiefer: Waldgärtner, Kiefernrüsselkäfer, Kieferneule u. a.; Fichte: Fichtenborkenkäfer; Lärche: Lärchenminiermotte; Buche: Buchenspinner; Eiche: Eichenwickler.)

Arbeitsergebnisse:

- a) Die Waldverderber unter den Insekten haben (außer der Nonne) *auch* ihre Lieblingsspeisen: der eine frißt nur Kiefernadeln, der andere nur Buchenblätter usw.
- b) Manche Waldverderber überfallen besonders gern *junge* Bäume, andere besonders gern *alte* Bäume.

c) Bei Insektenfraß:

Mischwald

ungleichartig und ungleichaltrig
Lieblingsspeise für *verschiedene* Insekten *verteilt*
Gefahr *verringert*
Angriff *zerstreut*
Massenvermehrung *erschwert*
völlige Vernichtung *selten*.

reiner Wald

gleichartig und gleichaltrig
Lieblingsspeise für *eine* Insektenart *gehäuft*
Gefahr *erhöht*
Angriff *gesammelt*
Massenvermehrung *unterstützt*
völlige Vernichtung *häufig*.

d) Ergänzung:

Kahlgefressene Laubbäume vermögen wieder auszuschlagen
Schaden u. U. *heilbar*.

Kahlgefressene Nadelbäume sind unrettbar verloren
Schaden *unheilbar*.

e) Zusammenfassung: Mischwald ist besser gegen Insektenheere geschützt als reiner Wald.

Ebenso wie bei der Insektengefahr verhält es sich mit den anderen Waldgefahren: Pilzkrankheiten, Dürre und Spätfrost.

8. *Im Mischwald haben nicht alle den gleichen Lichthunger*

Arbeitsanstoß:

Die Kinder wissen von der Blumenpflege in Haus oder Garten her, daß jede Pflanze zum Gedeihen *Sonnenlicht* braucht. Auf Wanderungen finden wir aber Mischwälder, in denen Waldbäume unter anderen Waldbäumen völlig im *Schatten* leben.

Arbeitsfrage:

Wie können im Walde manche Bäume dauernd im Schatten leben?

Arbeitsweg:

- a) Wir beobachten, welche Waldbäume an *sonnigen* Standorten, auf Felsen, an sonnseitigen Berghängen und an Waldrändern leben (Kiefern, Birken, Eichen, Lärchen = lichthungrige Bäume) und welche Bäume an *schattigen* Standorten, an Schattenhängen, in Tälern und Gründen (Fichten, Buchen, Tannen = schattenliebende Bäume).

- b) Wir beobachten, welche von diesen Bäumen der Förster gern miteinander mischt, und welche Bäume dabei frei im *Licht* stehen (Kiefern, Birken, Eichen, Lärchen) und welche im *Schatten* der Lichtbäume leben (Fichten, Buchen und Tannen).

Arbeitsergebnisse:

- | | |
|--|--|
| a) Die Waldpflanzen haben nicht alle den gleichen Lichthunger. | |
| b) <i>Mischwald:</i> | <i>Reiner Wald:</i> |
| lichthungrige Bäume und | einseitig nur Lichtbäume |
| schattenliebende Bäume gemischt | oder nur Schattenbäume |
| Schattenbäume überlassen den Licht- | können sich nicht auf den Lichtraum ver- |
| bäumen den Lichtraum | teilen |
| Lichtbäume spenden dafür den not- | sind sich gegenseitig im Wege |
| wendigen Schatten | alle wollen <i>zugleich</i> nach oben |
| Streit ums Sonnenlicht verringert | keiner findet genügend Licht |
| | rücksichtsloses <i>Wettwachsen</i> |
| jeder findet den richtigen Platz durch | Folge: dünne Stangen, die der Sturm leicht |
| gegenseitige Rücksicht. | knickt. |

Ergebnis I: Mischwald ist besser als reiner Wald.

II. Der Schichtenbau des Naturwaldes und seine Bedeutung

1. Der Naturwald erzeugt eine Schichtung der Lebensräume

Arbeitsanstoß:

Wir haben erkannt, daß die Ungleichartigkeit und Ungleichaltrigkeit der Wald-bäume zu einer Zweiteilung des Kronenraumes führt. Im Naturwald stellen aber nicht nur die Bäume, sondern ebenso die *Sträucher, Kräuter* und *Kleinpflanzen* verschiedene Ansprüche hinsichtlich Licht, Nahrung und Wasser. Darum ergibt sich im Naturwald eine reiche Schichtung der Lebensräume vom Waldboden bis zum Krondach der Lichtbäume.

Arbeitsfrage:

Wie die Pflanzenschichten im Naturwalde aufgebaut sind.

Arbeitsweg:

- a) Unterrichtsgang in den Mischwald (Skizzenblock, Spaten!), Von einem festen Standort, am besten in der Nähe des Waldrandes, aus suchen wir den Stockwerkbau dieses Waldes herauszukennen. Namen und Merkmale der vielen sichtbaren Pflanzen bleiben wieder unberücksichtigt. Es kommt jetzt darauf an, die Mannigfaltigkeit der Einzelpflanzen zu *Gruppen* zusammenschauen, nicht nach biologischen Gesichtspunkten, sondern ganz »primitiv« dem Ansehen und der Größe nach. Die erkannten Pflanzenschichten bauen wir, ohne alle naturalistischen Einzelheiten, in einer Schemazeichnung aufeinander auf (Abb. 1).

Die erste Schicht — das sei nicht übersehen! — ist die Waldstreu mit dem darunterliegenden organischen Waldboden. Ein Spatenstich, der die oberste Streu- und Moosschicht beseitigt, überzeugt uns, daß wir es hier mit einer ersten Schicht pflanzlichen und tierischen Lebens zu tun haben. Schon das bloße Auge erkennt ein dichtes, filzartiges Gewebe von Würzelchen und Pilzfäden, ein Gewimmel von Würmern, Käfern, Larven, Maden und Milben. Eine Probe dieses Waldbodens unter der

Lupe läßt erst recht erkennen, wieviel unsichtbares, aber eifriges Leben hier in der feuchten Dämmerung der Waldstreu lebt.

Die zweite Schicht ist die der Moose und Flechten, ein zierlicher und formenreicher Wald im Walde.

Die dritte Schicht wird von den Waldblumen, Gräsern, Stauden, Farnen und Kräutern (Heidelbeere, Preiselbeere, Heidekraut) gebildet.

Die vierte Schicht stellt das Gebüsch der Waldsträucher dar, das besonders in Lichtungen und an Waldrändern reich an Arten ist. Hierher gehören Bombeere, Himbeere, Faulbaum, Schneeball, Pfaffenhütchen, Strauchweide, Schlehe, Heckenrose und Hirschholunder.

Die fünfte Schicht macht das Jungholz aus; das sind diejenigen Laub- und Nadelbäume, die sich wohl über die Großsträucher erheben, aber noch im Schatten, d. h. unter der Herrschaft des eigentlichen Altholzes, stehen.

Die sechste Schicht bilden die alten, alles überragenden Laub- und Nadelbäume des Altholzes, die »oberen Zehntausend« im Walde. —

- b) Die Pflanzenschichten im Naturwald sind nicht nur dem *Raume* nach, sondern auch der *Zahl* nach abgestuft. Wir vergleichen zwei Extreme, die dem Auge ohne weiteres erkennbar sind: Moosrasen und Altholz. Wie gering ist die Zahl der großen Bäume gegenüber den Millionen Individuen, die den Mooswald bilden! Wie gering erst gegenüber den Milliarden Spaltpilzen des Waldbodens! Jede Schicht, die sich darüber aufbaut — Kräuter, Sträucher, Jungholz —, setzt sich aus einer abnehmenden Anzahl von Pflanzenindividuen zusammen. (Vgl. Abb. 1.)

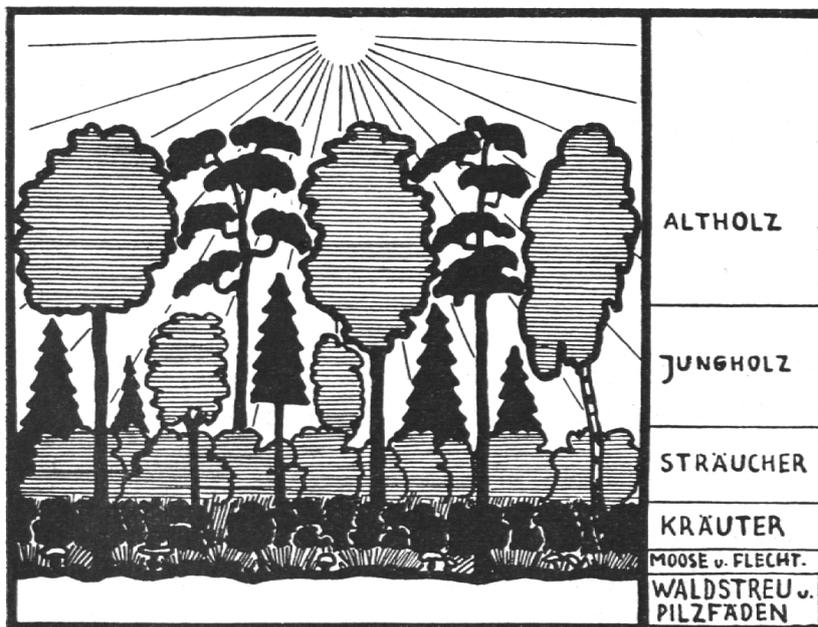


Abb. 1 Der Aufbau der Pflanzenschichten im Naturwald.

- c) Eine Gruppe für sich bilden die *Kletterpflanzen* (Efeu, Waldrebe, Waldgeißblatt), *Überpflanzen* (Baummoose, Baumflechten), *Baumschmarotzer* (Mistel, Hexenbesen, Gallen), *Wurzelschmarotzer* (Schuppenwurz, Hainwachtelweizen), *Pilze* und *Schwämme* an und in Bäumen (Hallimasch, Stockschwamm u. a.). Sie finden sich in allen Schichten des Waldes, im Mischwald wieder reicher vertreten als im Fichtenhochwald.

Arbeitsergebnisse:

- a) Der Naturwald ist ein *geordnetes* Reich. Die verschiedenartigen Ansprüche der Lebensgenossen werden *nicht einzeln* und in völlig regellosem Durcheinander befriedigt, sondern jede Pflanzengruppe ist *eingeeordnet* in eine *Lebensschicht*.
- b) Diese Lebensschichten sind auch untereinander wieder *über-* oder *untergeordnet*. Es gibt da herrschende und beherrschte Schichten, je nach Ansprüchen und Fähigkeiten.
- c) Die oberste Kronenschicht nimmt nicht alles Licht *für sich* in Anspruch. Sie steht so locker, daß noch mehrere andere Pflanzenschichten darunter ihr Auskommen finden (»leben und leben lassen«).
- d) Der Naturwald ist aus fünf bis sechs solchen deutlich erkennbaren Pflanzenschichten (Teil-Lebensgemeinschaften) aufgebaut: »Schichtenwald«.
- e) Je geringer die Bedürfnisse, um so größer die Anzahl der Pflanzen in einer Schicht. Je höher die Ansprüche, um so geringer die Zahl der Pflanzen, die an einer Schicht teilhaben.
- f) Durch diese Ordnung im Walde findet jede Pflanzenart den Platz, der ihr nach Ansprüchen (Licht, Nahrung) und Fähigkeiten (Wachstum, Größe) zukommt, ohne daß ein heftiger Streit um den Wuchsraum ausbricht (»jedem das Seine«).

2. Der Schichtenwald nutzt den gegebenen Luftraum besser aus

Arbeitsfrage:

Wie der *Fichtenhochwald* geschichtet ist.

Arbeitsweg:

Unterrichtsgang wie beim Naturwald. Zeichnung. Ergebnis wie Abb. 2.

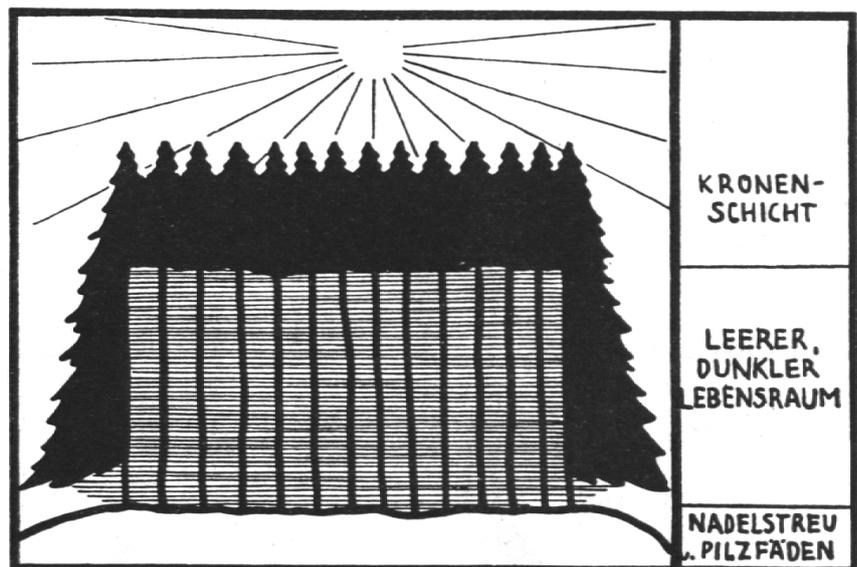


Abb. 2 Schnitt durch einen reinen Fichtenwald (Fichtenforst)

Arbeitsergebnisse:

- a) Der Fichtenhochwald besteht nur aus einer *einzig*en Schicht.
- b) Die Kronenschicht des Fichtenhochwaldes und der weit herabreichende »Waldmantel« sind so dicht, daß sie alles Sonnenlicht abhalten.
- c) Durch diese *einseitige* »egoistische« Ausnutzung werden alle übrigen Schichten unter-

drückt und schließlich *ausgerottet*. Sie können im Dunkel des Fichtenwaldes nicht mehr leben.

d) Es bleibt darum ein *leerer Lebensraum*, während im Naturwald der Luftraum restlos ausgenutzt wird.

e) *Naturwald:*

lockeres Krondach: licht im Walde
reiches Pflanzenleben möglich
vielschichtig
Lebensraum restlos ausgenutzt.

Forst (Fichtenhochwald):

dichtes Krondach: dunkel im Walde
Ausrottung aller anderen Schichten
einschichtig
leerer Lebensraum, bleibt ungenutzt.

3. *Der Schichtenwald nutzt den gegebenen Wurzelraum besser aus*

Arbeitsanstoß:

Wir haben erkannt, daß im Naturwalde u. a. *deswegen* so viele Pflanzen leben können, weil der Luftraum *gegliedert* ist und deswegen restlos ausgenutzt werden kann. Zu jeder Pflanze gehört aber eine *Wurzel*. Es entsteht die

Arbeitsfrage:

Wie teilen sich die Pflanzen in den *Wurzel-* und *Bodenraum*?

Arbeitsweg:

a) Wir lassen uns vom Förster zwei- bis dreijährige Fichten- und Kiefernpflanzen zeigen und vergleichen die Wurzelballen. Schon die jungen Pflanzen lassen den großen Unterschied in der Wurzelbildung erkennen: Bei der Fichte flacher, tellerartiger Wurzelballen, bei der Kiefer lange Pfahlwurzel.

b) Wir beobachten auf Unterrichtsgängen, welche Bäume der Sturm *im ganzen* wirft (Abb. 3). Es sind solche, die sich nicht genügend am Boden anklammern können, meist Fichten und Birken. Fichten und Birken haben flache Wurzelteller (Flachwurzler). Wir beobachten, welchen Bäumen der Sturm »das Genick« (die Wipfel) *bricht* (Abb. 4). Es sind solche, die sich steif im Boden festhalten, meist Kiefern und Tannen, auch Buchen. Kiefern und Tannen müssen also tiefgehende Wurzeln haben (Tiefwurzler). Buchen haben mitteltiefe Wurzeln.

Arbeitsergebnisse:

a) Die Waldbäume durchsuchen den Wurzelraum in *verschiedener* Tiefe.

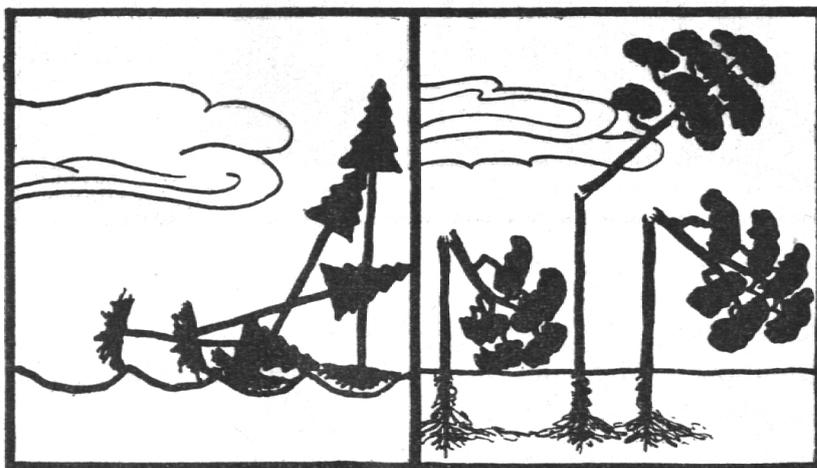
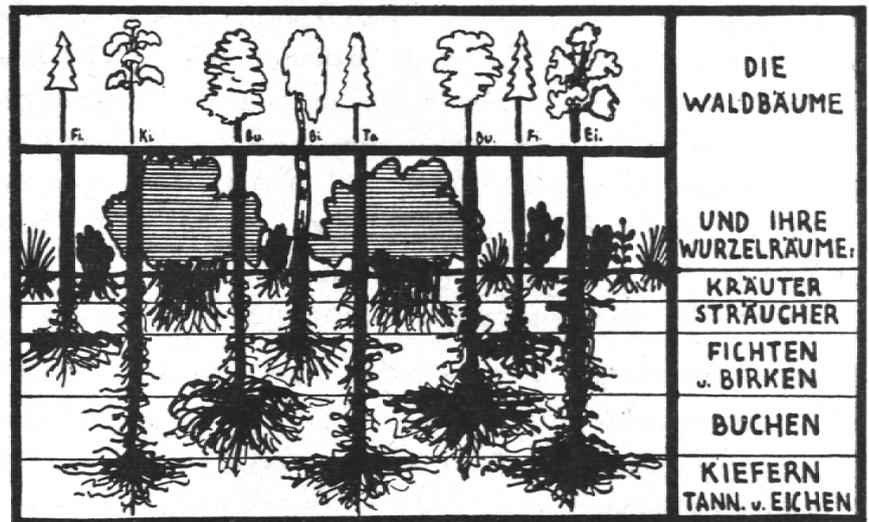


Abb. 3 (links) Windwurf im Fichtenhochwald (Flachwurzler)

Abb. 4 (rechts) Windbruch im Kiefernhochwald (Tiefwurzler)

Abb. 5 Schnitt durch den Wurzelraum im Naturwald (schematisch)



- b) Die Verschiedenheit der Wurzeltiefen ermöglicht, daß auch der Wurzelraum geschichtet ist in mehrere *Wurzelbereiche*.
- c) Der *Naturwald* zeigt mehrere Wurzelbereiche, weil er aus verschiedenen Arten zusammengesetzt ist (Abb. 5). Der *Fichtenhochwald* zeigt nur eine Wurzelschicht, weil er nur aus einer Art besteht (Flachwurzler, Abb. 3).
- d) Durch die *Gliederung* des Wurzelraumes wird auch unter den Wurzeln der *Streit* um Raum und Nahrung *vermindert*.
- e) Der *Naturwald* nutzt seinen Luft- und Wurzelraum *vollkommen* und *vielseitig* aus, der *Fichtenhochwald* nur *oberflächlich* und *einseitig*. Beim *Naturwald* ist innerhalb eines Raumes von einigen Metern unter der Erdoberfläche bis zu 30 bis 35 Metern über der Erdoberfläche buchstäblich kein Lebensraum mehr frei!

4. Der Schichtenwald ist besser gegen Sturm- und Schneebruch geschützt

Arbeitsfrage:

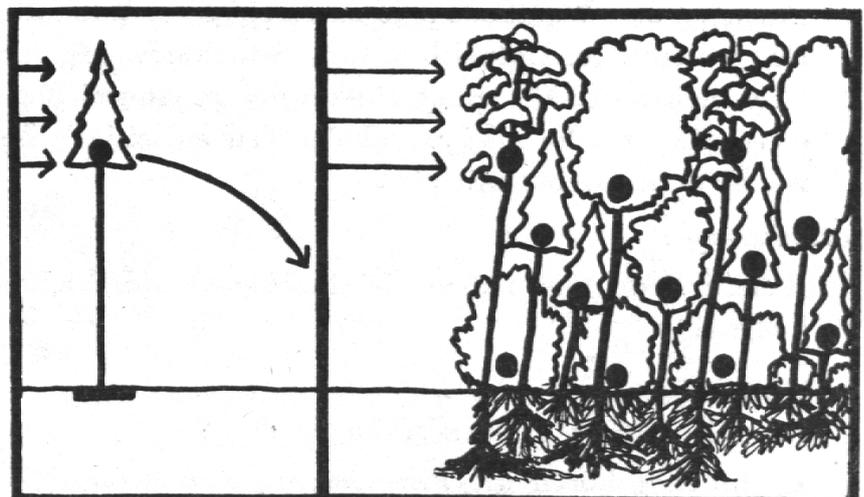
Welche Bedeutung hat der Schichtenbau beim Sturm?

Arbeitsweg:

- a) **Beobachtung:** Wenn der Sturm ganze Waldgebiete verwüstet hat, so sind es fast stets reine Hochwälder.

Abb. 6 (links) Die hohe Lage des Schwerpunktes im Fichtenhochwald, Kleine Unterstützungsfläche.

Abb. 7 (rechts) Im Schichtenwald liegt der Schwerpunkt verschieden hoch. Kronen und Wurzeln verflechten und stützen sich gegenseitig.



- b) Wir bauen je ein kleines Modell eines Hochwaldes und eines Schichtenwaldes im Sandkasten. Beim Hochwald drücken wir die Füße der Bäume nur flach in den Sand, beim Schichtenwald graben wir sie in verschiedener Tiefe ein, so daß eine ähnliche Schichtung der Kronen und der Wurzeln entsteht wie in Abb. 6 bzw. 7. Mit einem Blasebalg blasen wir *gleichzeitig* gegen beide Wälder und beobachten, wie leicht der Hochwald stürzt, wie sturmfest der Schichtenwald ist.
- c) Wir zeichnen einen Hochwald und einen Schichtenwald und bezeichnen bei jedem Baum die schätzungsweise Lage des *Schwerpunktes* (Abb. 6 und 7).

Arbeitsergebnisse:

- | | |
|---|--|
| a) <i>Schichtenwald:</i> | <i>Hochwald:</i> |
| Schwerpunkte aller Bäume liegen <i>verschieden hoch</i> | Schwerpunkte aller Bäume liegen <i>gleich hoch</i> |
| Kronen verflechten und <i>stützen</i> sich gegenseitig | wenn einige brechen, reißen sie leicht die anderen mit |
| Wurzeln verflechten sich untereinander; die Feststehenden halten die Flachwurzler | Wurzeln können sich nicht gegenseitig halten, weil <i>alle</i> unsicher stehen |
| »sturmfest«, weil alle ungleich. | »sturmgefährdet«, weil alle gleich. |
- b) Ungleichartigkeit ermöglicht gegenseitigen *Dienst* und *Hilfe*.
- c) Ungleichartigkeit *erhält* darum auch das *Ganze* besser als Gleichartigkeit.
 a bis c gilt ebenso für Waldschaden durch *Schneelast*. Auch gegen Schneebruch ist der Schichten- und Mischwald besser geschützt. Es kommt dabei hinzu, daß die im Winter entlaubten Kronen der Laubbäume gar keine zu große Schneelast aufkommen lassen.

5. *Im Schichtenwald dienen alle Schichten dem Waldganzen*

Arbeitsanstoß:

Die natürliche Grundlage der Waldgemeinschaft ist der *Waldboden*. Ist der Boden gesund, so ist es auch die Lebensgemeinschaft. In Abschnitt I, 5 haben wir erkannt, wie notwendig die *Mischung* der Baumarten für die Erhaltung der Bodengesundheit ist. Dabei kann aber ein Mischwald immer noch ein *Hochwald* sein, also ungeschichtet. Der Schichtenwald nutzt nun, wie wir sahen, seinen Lebensraum im Vergleich zum Hochwald derart restlos aus, wie es vollkommener nicht gedacht werden kann. Trotzdem erhält er sich auf unbegrenzte Dauer, ohne die Grundlage seiner Existenz, den Waldboden, je zu erschöpfen. Wie ist das möglich?

Der wesentliche Unterschied des Schichtenwaldes zu den einseitigen Wäldern besteht, neben der Mischung, eben in seiner sinnreichen *Gliederung*. Folglich kann nur diese die Ursache sein, warum er den einseitigen Lebensgemeinschaften überlegen ist. Es ergibt sich somit als

Arbeitsfrage:

Welche Bedeutung haben die einzelnen Waldschichten für die Erhaltung des Waldbodens?

Arbeitsweg:

Die Kleinpflanzen des Waldbodens:

Zu ihnen gehören die Pilze, Algen, Schmarotzer, Bodenbakterien. Sie helfen den

schädlichen Rohhumus umsetzen in nutzbare Walderde: Sie *besiedeln* alle faulenden Stoffe, *beschleunigen* die Fäulnis und *bereichern* durch ihren eigenen Zerfall den Boden an nutzbaren Nährstoffen. Ohne Pilze keine Fäulnis, ohne Fäulnis keine neuen Nährstoffe, ohne Pilze — kein Wald! »Wer einen Pilz zerstört, beschädigt einen Baum« (Francé).

Die Schicht der Moose und Erdflechten:

- a) Beobachtung: Wir zerpfücken einen Rasen des Kissenmooses (Weißmoos). Quarzkörnchen, Glimmerschuppen, Splitter von Feldspat und andere Gesteinsbröckchen rieseln heraus. Ein Teil dieser Körnchen bleibt an den Stämmchen und Blättern hängen, als wäre er mit ihnen verwachsen. Die Würzelchen sind förmlich eingebettet in lose, feine Splitter. Woher rühren sie?

Erklärung: Die Würzelchen umspannen die Unebenheiten des Gesteins und dringen in die kleinsten Ritzen und Spalten ein. Sie sondern eine Säure ab und ätzen damit winzige Teilchen vom Felsen los. In jahrzehntelanger Arbeit wird die Oberfläche des Gesteins locker und bröcklig.

Erkenntnis: Die Moose (und Flechten) befördern die Verwitterung des anorganischen Bodens, führen dem Waldboden dadurch neue mineralische Nährstoffe zu und bereiten den höheren Pflanzen den Boden vor.

- b) Beobachtung: Moose und Flechten besiedeln alle Pflanzenreste im Walde, wie Baumstümpfe, herabgefallenes Gezweig usw.

Erkenntnis: Sie unterstützen das Vermorschen, also die Zerstörung und Zersetzung dieser Pflanzenreste und dienen damit der Verbesserung des Waldbodens.

- c) Beobachtung: Wir drücken ein Moospolster aus: Es enthält überraschend viel Wasser. Wir stellen die genaue Menge fest und berechnen, wieviel Wasser ein Quadratmeter (eine Hektare) wohl festhalten könnte.

Beobachtung: Moospolster sehen bei anhaltender Trockenheit weiß und ausgedörrt aus, nach Regenfällen saftiggrün.

Erkenntnis: Bei Regenfällen verhindern die Moose, daß das Wasser zu schnell oberflächlich abfließt, ohne dem Wald zu nützen. Sie saugen sich voll wie Schwämme und geben die Feuchtigkeit bei Trockenheit wieder allmählich ab. Sie dienen also der Waldgemeinschaft, indem sie den Wasserhaushalt regeln.

Die Schicht der Waldkräuter und der Waldsträucher:

- a) Beobachtung: An welchen Stellen im Walde findet sich reiches Wachstum an Kräutern und Sträuchern? — Genau dort, wo durch den lockeren Stand der Baumkronen viel Sonnenlicht auf den Waldboden trifft. Am besten ist das zu beobachten in alten Hochwäldern (Abb. 8 und 9).

Erkenntnis: Die Waldsträucher *beschützen* den Waldboden vor Austrocknung durch zu starke Bestrahlung. Sie *dienen* also dem Waldganzen durch Beschattung des Bodens.

- b) Beobachtung: Am Waldrand siedeln sich Kräuter und Sträucher besonders dicht an (Vorholz, Abb. 11). Wir gehen an einem recht stürmischen Tage vom Freien durch das Vorholz ins Waldinnere und beobachten, wie windstill es hinter dem Vorholz im Vergleich zum freien Felde ist.

Erkenntnis: Die Sträucher und Hecken, besonders am Waldrande, *beschützen* das Waldinnere vor zu starkem Wind. Starker Wind trocknet den Waldboden aus und bläst das Laub zu großen Haufen zusammen, die sehr schlecht verwesen.

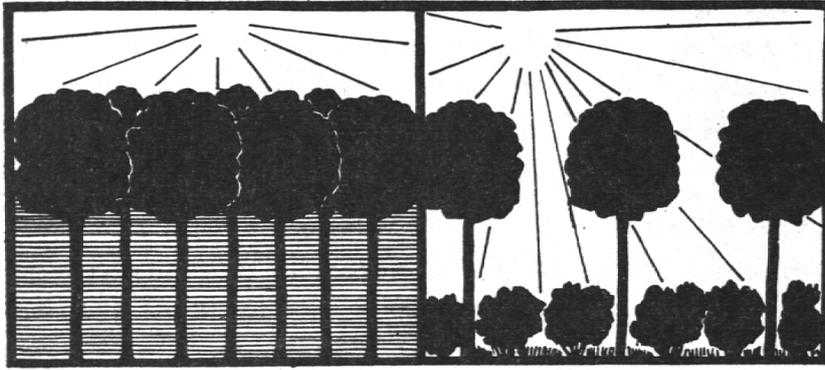


Abb. 8 (links) Alter Buchenhochwald. Dichtes Krondach. Waldboden stark beschattet. Keine Sträucher.

Abb. 9 (rechts) Derselbe Hochwald gelichtet. Mehr Licht läßt Sträucher gedeihen. Schützen den Boden vor zu starker Austrocknung.

- c) Beobachtung: Wir messen an einem heißen *Sommertage* mittags die Temperatur auf dem freien Felde und im dichten Walde und stellen den *Temperaturunterschied* fest. (Im Walde kühl, außen heiß. Es sind Unterschiede von 20 Grad Celsius gemessen worden.) — Wir messen an einem kalten *Wintertage* die Temperatur auf dem freien Felde und stellen den *Temperaturunterschied* fest. (Im Walde warm, außen kalt.)

Erkenntnis: Das Vorholz am Waldrande (Abb. 11) und die weit herabhängenden Äste der Bäume (Waldmantel, Abb. 2) *schützen* das Waldinnere vor starker Hitze und starkem Frost. Sie gleichen die Wärmeschwankungen aus.

- d) Die Schichten der Sträucher und der Kräuter bereichern den Waldboden an verschiedenartiger Streu.

Die Schicht der Baumkronen:

- a) Die Kronenschicht hilft mit, daß im Walde ein ausgeglichenes Innenklima erhalten bleibt. (Vgl. Kräuter und Sträucher, c.)
- b) Die Kronenschicht beschattet den Boden und hindert zu starke Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit.

Arbeitsergebnisse:

- a) Jede Schicht dient dem Waldganzen, indem sie dem *Waldboden* dient:
1. durch Beschatten des Waldbodens;
 2. durch Schutz des Waldbodens vor Wind, Hitze und Frost;
 3. durch Rückgabe der Bodenkraft als Streu;
 4. durch Regelung des Wasserhaushaltes;
 5. durch Beschleunigung der Fäulnis;
 6. durch Mithilfe bei der Nahrungsaufnahme der Wurzeln.

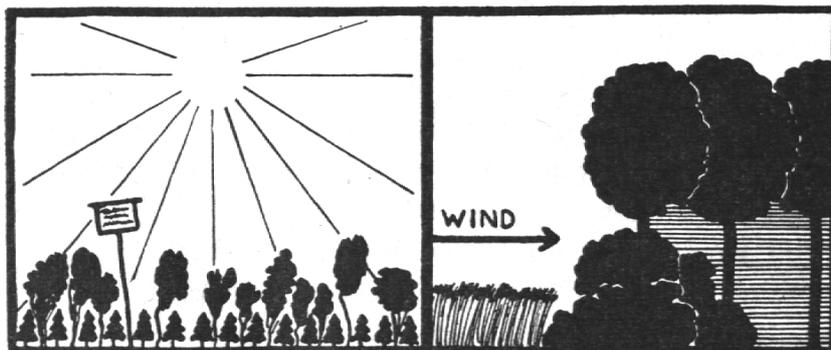


Abb. 10 (links) Schutzsträucher behüten die Jungbäumchen in der Schonung.

Abb. 11 (rechts) Das Vorholz bildet einen Grenzschutz am Waldrand.

Allgemein:

- b) Jede Pflanzenschicht hat eine *Aufgabe*, einen *Dienst* im Waldganzen zu erfüllen.
- c) Diese Aufgaben sind *verschieden* je nach *Können* und *Fähigkeiten* (ebenso wie es die Ansprüche waren). *Gleiche* Rechte und Ansprüche haben nur die, die innerhalb einer Schicht dieselben *Aufgaben* (Pflichten) erfüllen.
- d) Es ist tatsächlich so, daß die gekennzeichneten Schichten ihren Ansprüchen und ihrem Können nach *gestuft* sind, von den niederst organisierten Kleinpflanzen (und Tieren) des Waldbodens bis hinauf zu den anspruchsvollen großen Waldbäumen. Die anspruchloseste Schicht (Moose und Flechten) ist zugleich die *zahlreichste*, die anspruchsvollste (Bäume) wird nur von wenigen gebildet.
- e) Jeder Dienst am Waldboden kommt allen Schichtungen wieder zugute, weil alle auf den Boden angewiesen sind: *wechselseitiger* Dienst.
- f) Jede Schicht ist durch ihren Dienst *eingeorndet* in einen großen *Kreislauf* der Stoffe (Abb. 12). *Gleichberechtigt* sind alle Schichten nur in dem Sinne, als keine fehlen kann, ohne daß die Harmonie des Ganzen irgendwie gestört würde.
- g) Dieser lückenlose Kreislauf sichert der Waldgemeinschaft, daß alle Stoffe, die aus dem Boden aufsteigen, auch dem Boden zurückgegeben werden, also dem Ganzen *erhalten* bleiben: Erhaltung der Lebenskraft. Auf diese Weise ruht der Wald vollkommen geschlossen in sich. Einnahmen und Ausgaben halten sich die Waage: ein ausgeglichener Haushalt.
- h) *Hauptergebnis*: Nur wenn *alle* dem Ganzen *dienen*, können viele auf die Dauer als Ganzes leben.
- i) Durch diese *Einordnung* in den Dienst am größeren Ganzen wird die *Mannigfaltigkeit* der Lebensformen zu einer inneren (organischen) *Lebenseinheit*.

6. Im Schichtenwald sind alle Schichten voneinander abhängig

Arbeitsfrage:

Welche Dienste leisten sich die Pflanzenschichten *gegenseitig*? Wie sind sie *von einander* abhängig?

Arbeitsweg:

Die Schicht der Moose:

- a) Beobachtung: An welchen Stellen im Walde findet sich *viel* Moos, an welchen *wenig* Moos? (Im Schatten viel, an lichten Plätzen wenig.)
Erkenntnis: Die Mooschicht ist abhängig (wird geregelt) von den über ihr lebenden Schichten (Beschattung).
- b) Beobachtung: Wir untersuchen die *Dicke* der Moospolster (manchmal 50 cm).
Ergänzung des Lehrers: Eine *dünne* Moosdecke erhält die Bodenwärme, die für die Zersetzung nötig ist. Wo das Moos aber *überhand* nimmt, *kann* es den Wald zugrunde richten. Es behindert die Atmung der Wurzeln, läßt die Zersetzung ins Stocken geraten und kann zur Versumpfung ganzer Wälder führen. (Zu beobachten in Hochmooren oder an Stellen, die einem der Förster zeigt.) Ein so winziges und zartes Gewächs wie das Moos kann also einem so starken und riesenhaften Gebilde wie dem Walde gefährlich werden!

Erkenntnisse:

1. Nur das rechte Maß dient der Gemeinschaft (biologisches Gleichgewicht).

2. Auch das Kleine wird stark und verderblich, wenn es im schädlichen Übermaß auftritt (Störung des biologischen Gleichgewichtes).

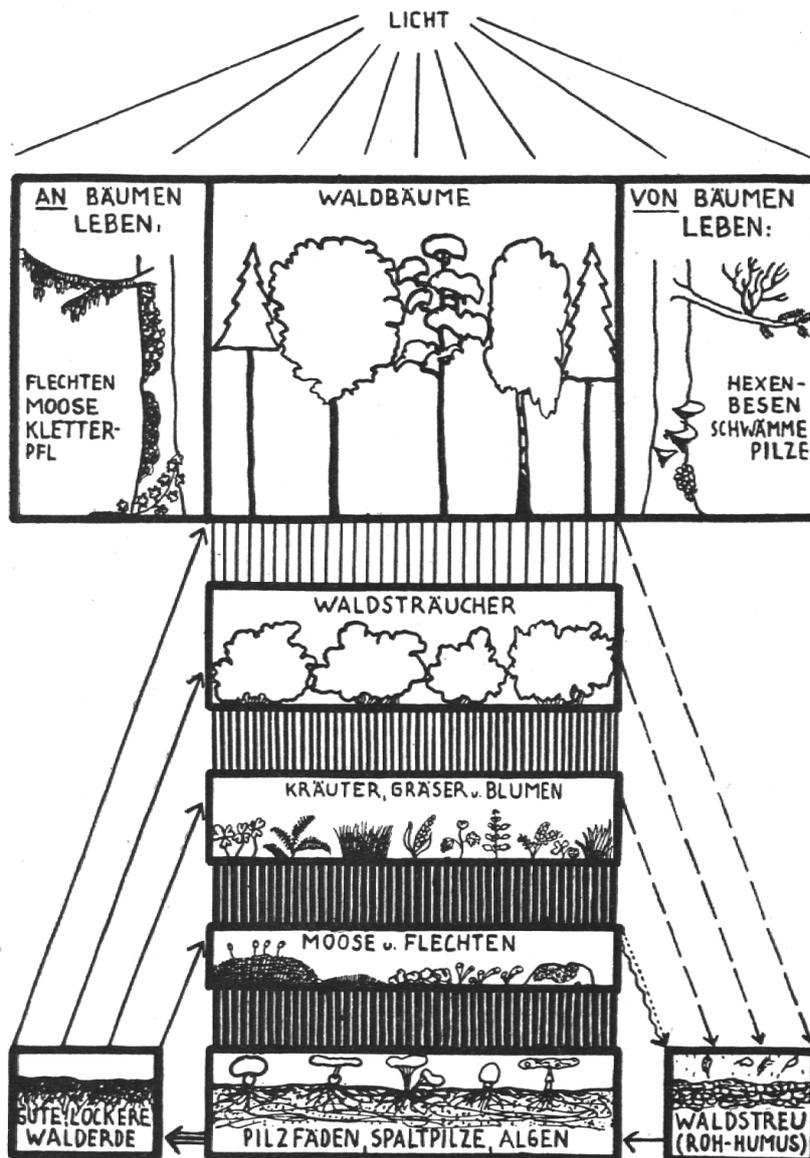


Abb. 12 Der Aufbau der Waldgemeinschaft als Schichtung und Kreislauf.

3. Das rechte Maß (biologisches Gleichgewicht) wird dadurch geregelt, bzw. wiederhergestellt, daß jede Schicht eine »Gegenschicht« hat, von der sie abhängig ist (vgl. oben, a).

- c) Beobachtung: Im Moosrasen finden wir Keimlinge von Eicheln, Bucheckern, Fichten- und Kiefern Samen.

Erkenntnis: Der Moosrasen dient den Samen der Waldbäume als Keimbett. Er dient also dem Walde, indem er dessen natürliche Verjüngung unterstützt.

Die Schicht der Waldblumen, Gräser und Kräuter:

- a) Die Waldblumen, Gräser und Kräuter sind angewiesen auf ein Mindestmaß an *Licht*. Damit sind sie abhängig von den über ihnen wachsenden Schichten (Beschattung). Sie werden von diesen »im Zaume gehalten« (biologisches Gleichgewicht).
- b) Wird ein Wald oder ein Teil plötzlich geschlagen, so bedeutet das eine *Störung* des Gleichgewichtes. Die bisher unterdrückten Kräuter usw. überziehen sofort in üppigem Wuchs die freigestellte Fläche. *Zu starke* Bedeckung mit Gräsern und

Erklärung zu Abb. 12 Alle Schichten dienen einander und dem Waldboden durch Beschattung.

—————> Die Walderde dient allen Schichten als Nahrung.

Die faulende Waldstreu dient den Pilzfäden, Spaltpilzen und Algen als Nahrung.

— — —> Alle Schichten dienen dem Boden durch ihre Streu.

.....> Die Moose und Flechten dienen dem Boden durch Verwitterung von mineralischem Boden.

~~~~~> Die Moose dienen dem Waldboden durch Wasserspeichern.

=====> Pilzfäden, Spaltpilze und Algen dienen dem Waldboden durch Beschleunigen der Fäulnis.

Die Waldbäume geben den Kletterpflanzen und Überpflanzen (links) Halt, den Schmarotzern (rechts) auch Nahrung. Die unteren Schichten sind im Kreislauf die unentbehrlichsten, die oberen (rechts und links) die entbehrlichsten.

Kräutern (insbesondere Heidekraut) *schädigt* den Waldboden und kann zur Verheidung ganzer Wälder führen (Beispiele vom Förster zeigen lassen).

c) Wir beobachten: Sämlinge im Unkraut erstickend, vergraste Schonungen.

Erkenntnis: Zu starke Bedeckung mit Gräsern und Kräutern unterdrückt auch die jungen Keimlinge. Die Kräuter, in geringem Maße *dienlich*, *schaden* dem Waldganzen, wenn sie im Übermaß auftreten, indem sie die natürliche Verjüngung verhindern.

*Die Schicht der Waldsträucher:*

a) Die Waldsträucher können nur gedeihen, wenn das Altholz ihnen genügend Licht zukommen läßt. Sie sind also abhängig von der Schicht über ihnen (biologisches Gleichgewicht).

b) Die Waldsträucher *schützen* die Sämlinge der Waldbäume vor Hitze und Frost. Dieser Dienst läßt sich am besten herausgelöst aus dem Waldganzen erkennen (Abb. 10): In Schonungen siedeln sich allerlei Sträucher (Birken, Weiden, Ebereschen, Haselsträucher u. a.) an, die der Förster gern stehen läßt, weil er weiß, wie gut die zarten Stämmchen diesen Schutz gebrauchen können. Ebenso ist es im Naturwalde.

c) Gedeihen diese Schutzsträucher im *Übermaß*, so stellt der Förster das gesunde Gleichgewicht wieder her, indem er aushauen läßt, was zuviel ist.

*Die Schicht der Baumkronen:*

a) Die Kronenschicht der *Lichtbäume* dient der Kronenschicht der *Schattenbäume* durch Beschattung (vgl. I, 8).

b) Die Kronenschicht verhindert zu starke *Abkühlung* oder *Erwärmung* im Walde. Dadurch dient sie dem *Nachwuchs* im Walde als Schutz und Schirm.

c) Die Kronenschicht beschattet alle Schichten unter ihr und *regelt* deren Zunahme oder Abnahme.

d) Die Kronen und Stämme dienen den Überpflanzen als *Halt*, den Baumschmarotzern als *Nahrungsbereiter*.

*Arbeitsergebnisse:*

a) Im Schichtenwalde sind alle Schichten von einander *abhängig* und auf einander *angewiesen* nach Licht und Schatten, Frost und Hitze, Nahrung und Wasser, Halt, Schutz gegen Gefahren.

b) Auf diese Weise bilden die Schichten untereinander und mit dem Waldboden ein *Netz von wechselseitigen Beziehungen und Diensten* (Abb. 13).

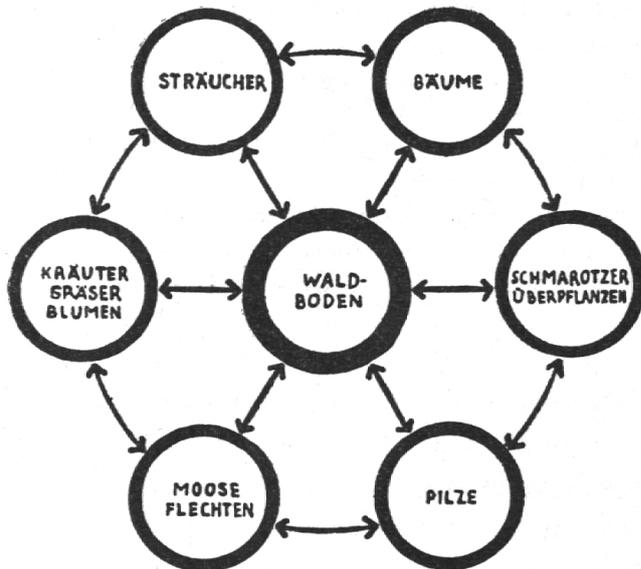


Abb. 13 Das »Netz« der Abhängigkeiten.

Fast alle Beziehungen unter den Pflanzenschichten sind wechselseitig.

Alle sind vom Boden abhängig; der Boden ist wieder von allen abhängig.

Alle sind untereinander abhängig.

Jede Schicht steht mit allen anderen in Abhängigkeit, direkt (z. B. Pilze — Boden) oder indirekt (z. B. Pilze — Boden — Sträucher, oder Bäume — Sträucher — Kräuter, usw.).

Eine Störung an einer Stelle wirkt sich daher auf alle anderen aus: Das »Netz« gerät in Unordnung.

Veranschaulichung: Wir schneiden die Scheiben aus starker Pappe und verbinden sie beweglich durch Zwirnfäden. Durch Ziehen und Schieben können wir jede »Störung« des Gleichgewichtes herstellen.

- c) Der Haushalt und Kreislauf im Schichtenwalde ist nur dann in Ordnung, wenn alle Schichten im *rechten Maße* ihre Aufgaben erfüllen können (biologisches Gleichgewicht).
- d) Überhandnehmen oder völliges Fehlen *einer* Schicht schadet allen *anderen* und damit dem *Waldganzen* (Störung des biologischen Gleichgewichtes).
- e) Das biologische Gleichgewicht wird dadurch erhalten, bzw. wieder hergestellt, daß jede Schicht eine *Gegenschicht* hat, die ihr Zunehmen oder Abnehmen *regelt*.
- f) Im Hochwald kann sich das biologische Gleichgewicht nicht selbst regeln, weil er nur aus *einer* Schicht besteht. An Stelle der Natur muß es hier der *Mensch* tun.
- g) Nur eine *gegliederte* Gemeinschaft ermöglicht ein System des Dienstes.
- h) Nur eine *gegliederte* Gemeinschaft kann sich im biologischen Gleichgewicht erhalten.

**Ergebnis II: Schichtenwald ist besser als Hochwald**

(Schluß folgt.)

Dr. Hugo Keller.

## MITTELSCHULE

### Differential- und Integralrechnung als Krönung der Mathematik am Gymnasium

Das Erscheinen eines neuen Lehrbüchleins für Differential- und Integralrechnung\* bietet einen willkommenen Anlaß

\* Alois Schmid, Differential- und Integralrechnung. Eine Einführung in ihr Wesen und ihre Bedeutung für Naturwissenschaft und Technik zum Gebrauch an Mittelschulen und zum Selbststudium. Verlag A.-G. Gebr. Leemann & Co., Zürich. Kart. Fr. 6.80, ab 10 Ex. Fr. 6.30, ab 20 Ex. Fr. 5.80.

zur Besprechung grundlegender Zielsetzungen im Mathematikunterricht des humanistischen Gymnasiums. Diese Untersuchung sei zugleich ein Beitrag zu den gegenwärtig im Schweizerischen Gymnasiallehrerverein im Fluß befindlichen Diskussionen. Ob aber, inwieweit und in welcher Weise Infinitesimalrechnung als Krönung der gymnasialen Mathematik zu behandeln sei, läßt sich sinngemäß nur auf Grund einer allgemeinen Erörterung über den Charakter des Mathematikunter-