

**Zeitschrift:** Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft  
**Herausgeber:** St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft  
**Band:** 68 (1935-1936)

**Artikel:** Der Nussbaum als Waldbaum in einigen nordalpinen Föhntälern der Ostschweiz  
**Autor:** Winkler, Otto  
**Kapitel:** 1: Der Nussbaum und die Standortfaktoren  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-834802>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.12.2025

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

# Erster Teil:

## Der Nußbaum und die Standortsfaktoren.

---

### I. Der Nußbaum und die klimatischen Faktoren.

Unsere diesbezüglichen Beobachtungen und Untersuchungen erstreckten sich hauptsächlich auf das Verhalten des Nußbaums zum Licht, zu Wärme und Kälte, zur Feuchtigkeit der Luft, zu den Winden, soweit das im Untersuchungsgebiet möglich war.

#### 1. Der Nußbaum und das Licht.

Das Verhalten einer Holzart zum Licht ist in der forstlichen Praxis durch zwei Momente gegeben: durch das Schattenwerfen und das Schattenertragen.

a) Das Schattenwerfen des Nußbaums. Es ist bedingt durch den allgemeinen Kronenaufbau, die Dichte der Krone, resp. ihre Lichtdurchlässigkeit, sowie diejenige der Blätter.

Da der Nußbaum auf landwirtschaftlichen Grundstücken nicht zuletzt wegen des Schattens, den er auf den Unterwuchs wirft, oft nicht gerne gesehen ist, wären entsprechende Lichtmessungen sehr willkommen gewesen. Aus naheliegenden Gründen mußten wir darauf verzichten. Zur Beurteilung des Schattenwerfens stehen uns an exakten Untersuchungen einzig die spektrophotometrischen von *Knuchel* zur Verfügung (14), die zudem mehr zufälligerweise und keineswegs systematisch unter Nußbäumen gemacht wurden.

*Knuchel* untersuchte an drei verschiedenen Tagen die Lichtverhältnisse unter einem 150jährigen Nußbaum mit mächtiger Krone auf dem Adlisberg, einmal unter einem 30jährigen, sehr dicht belaubten Nußbaum mit tiefem Kronenansatz ebenfalls auf dem Adlisberg, schließlich dreimal am gleichen Tage unter einem 150jährigen Nußbaum in Stans, der eine schöne, geschlossene Krone mit wenig Durchblicken aufwies. Aus diesen 7 Aufnahmen läßt sich folgendes feststellen:

Kronen junger (30jähriger) Nußbäume scheinen weniger lichtdurchlässig zu sein, als diejenigen alter (150jähriger) Exemplare, sie werfen also tieferen Schatten wie diese.

## Die Verbreitung des Nussbaums als Waldbaum.

### Legende:

 Einzelvorkommen, kleine Gruppen, Beimischung bis 10%.

 Beimischung 10-50% der Stammzahl.

 Beimischung über 50%, kleine Bestände, grosse Gruppen.

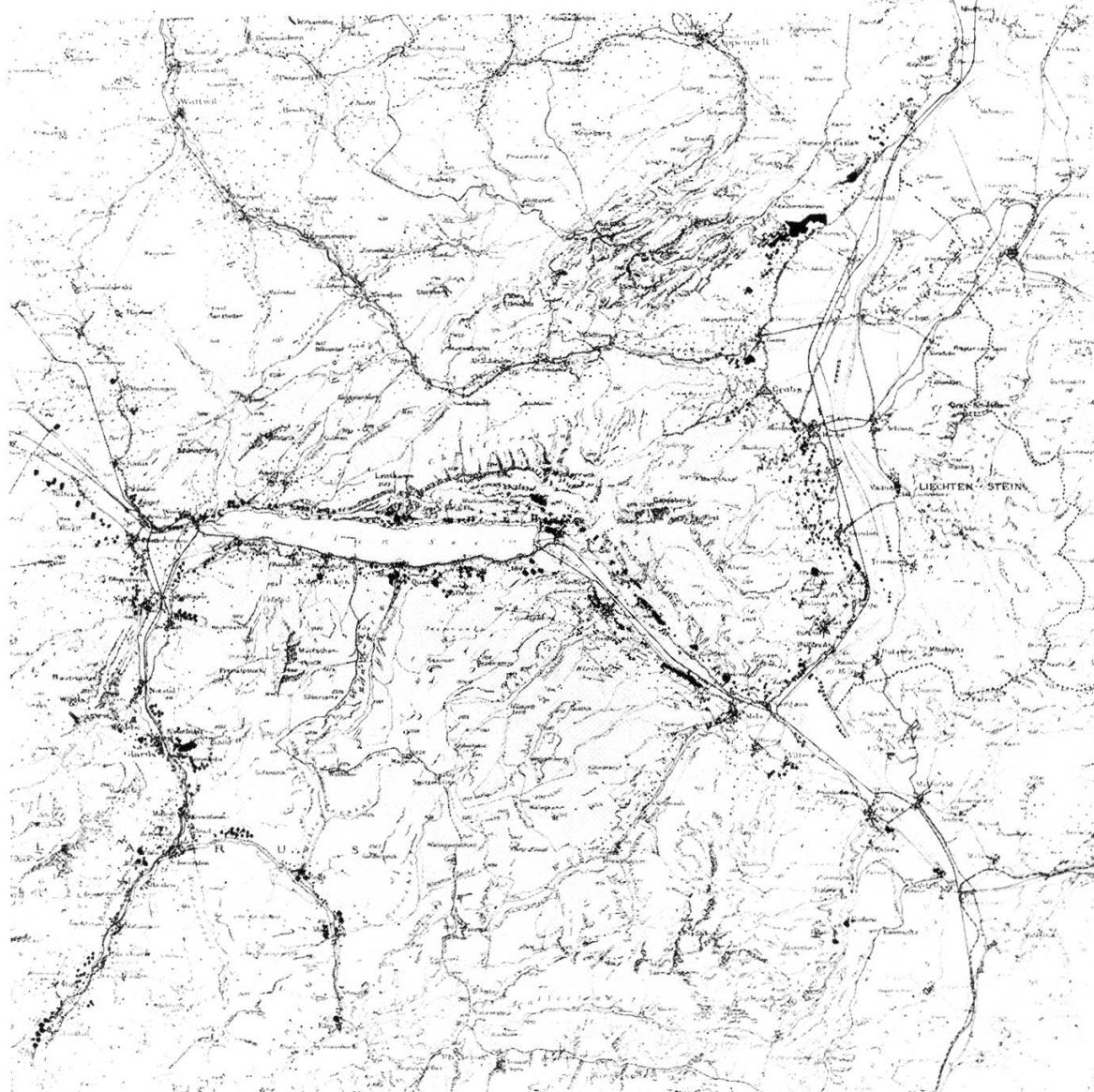


Abb. 1.



Abb. 2.



Abb. 3.

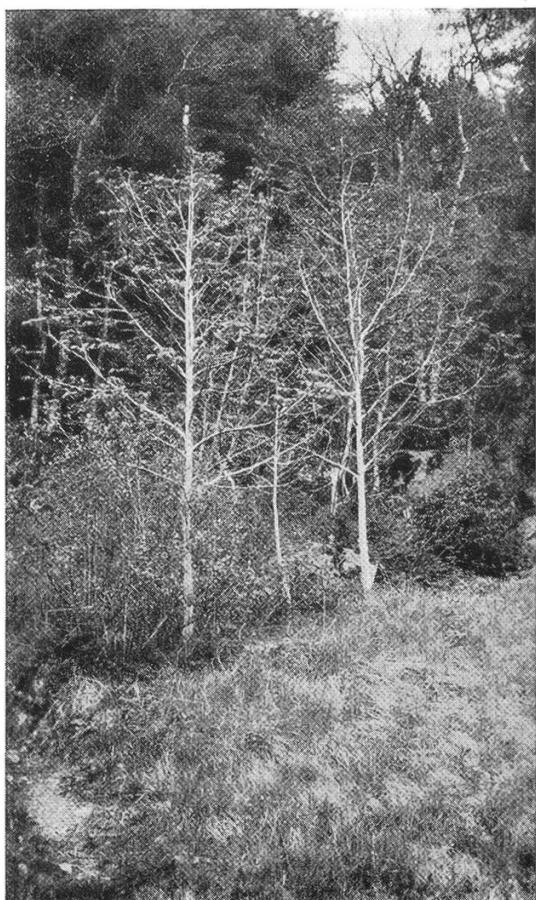


Abb. 4.

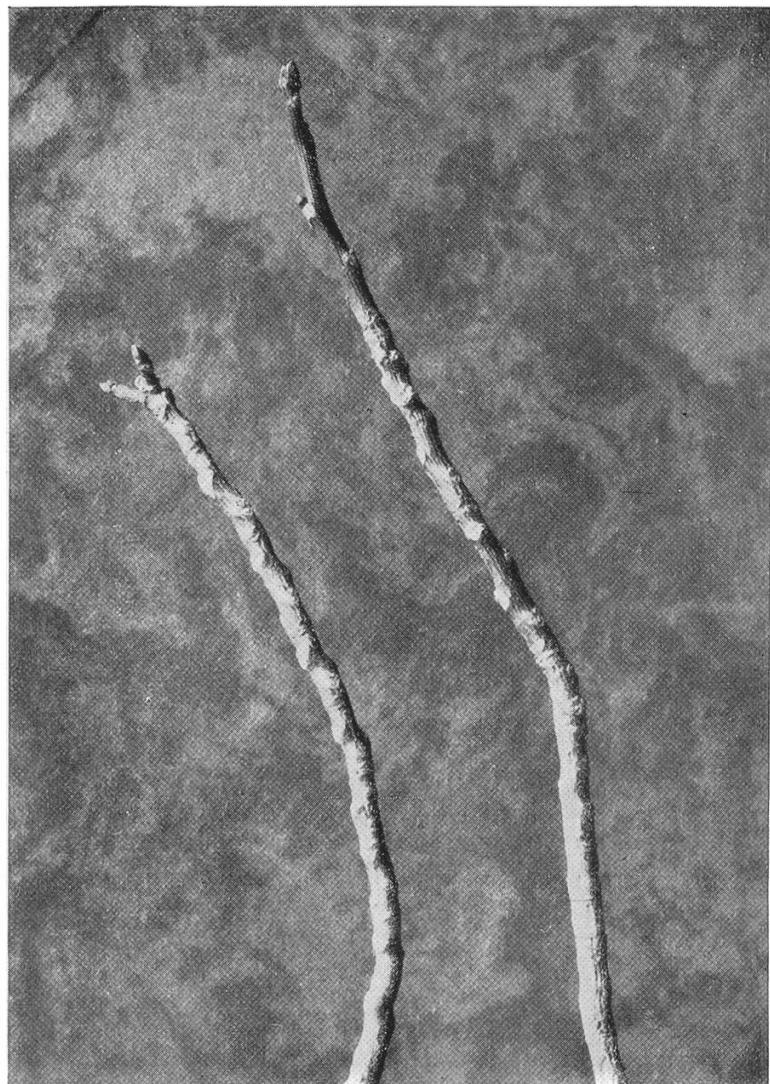


Abb. 5.



Abb. 6.

Im Vergleich mit andern Holzarten: Die Krone jenes 30jährigen Nußbaums absorbierte mehr Licht als dicht geschlossene, 30-50jährige, schwach durchforstete Buchenbestände im Durchschnitt. Der gleiche Nußbaum beschattete aber nicht so tief, wie die von *Knuchel* untersuchte gleich alte Linde in Altstetten bei Zürich.

Mit zunehmendem Baumalter steigert sich die Lichtdurchlässigkeit der Nußbaumkrone infolge der natürlichen Astreinigung.

Beide untersuchten, 150jährigen Nußbäume lassen aber wesentlich mehr Lichtstrahlen aller Spektralbezirke durch ihre Kronen hindurch, als das bei gleichalten, freistehenden oder doch dominierenden Buchen (Ueberhälter aus früherem Mittelwald) der Fall ist. Hingegen lassen sie weniger Licht durch als mittelalte und alte Eschen.

Die untersuchten zwei alten Nußbäume stellten sich auf ungefähr dieselbe Linie, wie eine zirka 25jährige Eschengruppe im Adlisberg oder etwa 60—80jährige, dünnbelaubte Birnbäume.

Was die Absorption der einzelnen Spektralbezirke durch das Blattgrün anbetrifft, so zeigen die von *Knuchel* publizierten Kurven für den Nußbaum kein wesentlich anderes Bild als bei der Buche, der Esche oder andern Laubhölzern. Die Messungen *Knuchels* geben auch nicht ohne weiteres einen Maßstab der Helligkeitsverminderung, da nur ein Teil des sichtbaren Sonnenspektrums gemessen wurde. Immerhin bieten seine Zahlen einige Anhaltspunkte dafür.

In Anbetracht der wenigen Lichtmessungen *Knuchels* unter Nußbaumkronen glauben wir von Verallgemeinerungen absehen zu müssen. Obige Feststellungen beziehen sich denn auch nur auf die Vergleichung der publizierten Untersuchungen und Resultate *Knuchels*.

Immerhin glauben wir trotzdem folgern zu dürfen, daß die Klagen aus landwirtschaftlichen Kreisen über die schädliche Beschattung ihre Berechtigung haben, wo es sich um jüngere und mittelalte Exemplare handelt. Bei alten Nußbäumen, wo die Kronen infolge der natürlichen Astreinigung auch im Freistande lichter geworden sind, und mehr Licht durchlassen (ungefähr gleichviel wie mittelalte Birnbäume), da mögen die Klagen gelegentlich übers Ziel hinausgehen. Vielfach wird sich da eher der Nährstoffentzug aus dem Boden durch das weitverzweigte Wurzelwerk des Nußbaums geltend machen und ungenügende Düngung. Allerdings ist zuzugeben, daß unter Birnbäumen mit meist hochovaler Kronenform wesentlich mehr Seitenlicht zutreten kann, die gesamte Lichtbilanz für den Unterwuchs somit etwas günstiger wird, als das bei alten Nußbäumen mit breit ausladender Krone der Fall ist.

b) Das Schattenertragen des Nußbaums. Exakte Messungen wurden nicht durchgeführt, sind uns auch aus der Literatur nicht bekannt. Wir sind deshalb auf unsere eigenen Beobachtungen angewiesen.

In den Buchenbeständen von Frümsen und Sennwald konnten wir feststellen, daß junge Nußbäume sehr tiefen Schatten ertragen können. Wir haben im tiefen Schatten geschlossener Buchenbestände 10—15jährige Nußbäumchen von allerdings schlechter Form gefunden.

Ferner lassen sich an der Staatsstraße Gams-Wildhaus im geschlossenen Fichtenaltholzbestand des Hinterwaldes 4—5 m hohe Nußbäume mit ausgesprochener Lichtschirmbildung der Krone feststellen. (Abb. 2.) Diese Exemplare genießen durch den Straßenaushieb höchstens am frühen Morgen und nur im Hochsommer direktes Sonnenlicht, sonst nur diffuses Oberlicht und Seitenlicht aus Norden. Aber auch abseits der Straßen und Wege stehen in jenem Hinterwald an die hundert Nußbäumchen, einzeln oder in kleinen Gruppen beisammen unter dem geschlossenen Kronendach der Fichten, kaum daß sie durch einen Kronendurchblick etwas reichlicher Licht auffangen können. Diese meistens aus verschleppten Nüssen entsprungenen Reiser, Heister und kleinen Bäumchen zeigen nur selten schöne Formen, am ehesten noch am Nordrand von Waldstraßen des steilen Südhanges. Meistens haben sie breitausladende Aeste mit typischer Lichtschirmbildung, oder aber die krummen Stämmchen zwängen sich zwischen den Nadelhölzern und einzelnen Laubhölzern (Buchen) hindurch dem Lichte zu.

Ganz dieselben Erscheinungen, nur weniger zahlreich, beobachteten wir im Fichtenaltholz des Maltinawaldes ob Flums, sowie in den Fichtenbeständen direkt ob der Allmeind Murg.

Wir erinnern uns auch aus unserer Praktikantenzeit im Kanton Neuenburg an einen Reinigungshieb im Chânet de Colombier, wo 1923 aus einem dichtgeschlossenen Weißtannenunterwuchs unter Eichen eine ganze Gruppe von etwa 30—40 jungen Nußbäumen herausgelöst werden konnte. Jene Nußbäumchen waren aber zum Teil schon derart vergeilt, dass sie an gekappten und entasteten Weißtännchen aufgebunden werden mußten (versuchsweise). Das Vorkommen zeigt aber immerhin, mit wie wenig Licht ein junger Nußbaum am Leben erhalten werden kann.

Kehren wir wieder zurück zu unsren Jung-Nußbäumen in Sennwald, Frümsen, Gams, Flums und Murg. Wenn wir ihren ganzen Aufbau, speziell aber ihre Kronenform ins Auge fassen, so ist ein gewisser Anklang

an die Schattenform der Buche unverkennbar. Für uns steht es fest, daß unter gegebenen Verhältnissen auch der Nußbaum typische Schattenwuchsformen ausbildet, wie das *Engler* für die Buche und andere Holzarten nachgewiesen hat (4).

Selbst in ungepflegten Beständen bildet z. B. die Esche, von der keine Schattenwuchsform bekannt geworden ist, trotz ihrer großen Schattenfestigkeit in der ersten Jugend, später meist leidlich gute Stammformen aus. Bei zu starker Beschattung geht die Esche ein, wenn sie ein gewisses Alter erreicht hat. Was überlebend bleibt, das hat genügend Licht zur Verfügung, um rasch in die Höhe zu wachsen und so mehr oder weniger befriedigende Schaftformen zu bilden. Anders bei den Nußbäumen. Gute Stammformen sind bei Wald-Nußbäumen geradezu selten. Warum? Weil die mangelhafte Bestandespflege keine Auslese trieb, so daß die typischen Schattenwuchsformen bisweilen sogar bis ins Baumalter hinein erhalten blieben. Würde der Nußbaum keine Schattenwuchsformen ausbilden, so gingen ähnlich wie bei der Esche die zu stark beschatteten Exemplare nach einer gewissen Zeitdauer unfehlbar zugrunde. Was dann noch übrig bliebe, das wäre lediglich das gute Material. Gerade das Vorherrschen schlechter Stammformen bei Nußbäumen in Selven, in reinen und in gemischten Beständen scheint indirekt das Vorkommen von Schattenwuchsformen bei dieser Holzart zu bestätigen.

Ob diese Schattenwuchsformen ähnliche physiologische Eigentümlichkeiten besitzen, wie die entsprechenden Wuchsformen der Buche, das ist im folgenden noch zu untersuchen.

c) *Licht- und Schattenformen beim Nußbaum und seinen Organen.* Die morphologischen und physiologischen Unterschiede der Licht- und Schattenorgane und -wuchsformen der Buche und einiger anderer Holzarten sind durch die Untersuchungen *Englers* in schöner Weise klargelegt worden (4). Es war daher naheliegend, analoge Unterschiede auch beim Nußbaum zu vermuten. Unsere diesbezüglichen Untersuchungen erstreckten sich deshalb auf die äußere Form und den innern Bau der Knospen und Blätter, den äußern Aufbau und die Anordnung dieser Organe in der Krone, die gesamte Erscheinungsform derselben, auf den Blattausbruch.

Leider konnten nur die allerwenigsten Unterschiede durch direkte Messung zahlenmäßig festgestellt werden, bei den meisten ließ sich überhaupt kein zahlenmässiger Ausdruck dafür finden. Und dort, wo das möglich gewesen ist, da stützen sich die Angaben nur auf ver-

hältnismäßig wenig zahlreiche Messungen. Somit können unsere Ausführungen nur provisorischen Charakter haben. Eine Nachprüfung der von uns festgestellten Unterschiede auf möglichst breiter Basis möchten wir daher als recht wünschbar bezeichnen.

Es ist bekannt und die obstbaumzüchterische Erfahrung bestätigt es, daß der Nußbaum in der Ausbildung seiner Organe zwar eine große Variabilität aufweist, daß er aber innerhalb der Variation seine Eigenschaften recht gut vererbt. Für unsere Untersuchungen war es daher sehr wichtig, die Unterschiede an Material desselben Standortes, noch besser an Licht- und Schattenorganen desselben Individuums festzustellen.

**Knospenform und Knospenbau.** Für die Feststellung der Unterschiede zwischen Licht- und Schattenknospen waren einzig die Terminalknospen der Triebe geeignet \*).

Die Unterschiede in der äußern Form der Licht- und Schattenknospen sind sehr gering, immerhin waren die Schattenknospen um ein Kleines schlanker als die Lichtknospen, was sich aus der Beschaffenheit der Knospenschuppen ableiten läßt. Diese sind nämlich bei den Schattenknospen etwas dünner und geschmeidiger, als die derben, spröden Knospenschuppen der Lichtknospen desselben Baumes.

In bezug auf den inneren Bau der Knospen konnten hinsichtlich der Anzahl der Deckschuppen (ohne aufsitzende Blattanlage) und der Uebergangsschuppen (mit aufsitzender Blattanlage) keine wesentlichen Unterschiede zwischen Licht- und Schattenknospen festgestellt werden. Hingegen zählten ausgesprochene Schattenknospen aus dem Kroneninnern durchschnittlich eine Blattanlage weniger (5.25) als Lichtknospen von der Südseite desselben Baumes (6.20).

Die Unterschiede der Licht- und Schattenknospen sind somit recht gering. Beim Nußbaum ist es also nicht möglich (im Gegensatz zur Buche) eine einzelne Terminalknospe ohne weiteres als Licht- oder Schattenknospe anzusprechen.

**Laubblätter.** Bei den Laubblättern sind die Unterschiede wesentlich schärfer ausgeprägt als bei den Terminalknospen, so daß bei Kenntnis derselben ein einzelnes Blatt, ja selbst ein einzelnes Blättchen (des gefiederten Blattes) mit großer Wahrscheinlichkeit als Licht- oder Schattenorgan erkannt werden kann.

---

\*) Die kugeligen, schlafenden Knospen — extreme Schattenknospen — waren für die Untersuchung ganz ungeeignet.

## Querschnitte durch Licht- und Schattenblätter des Nussbaums (*Juglans regia*).

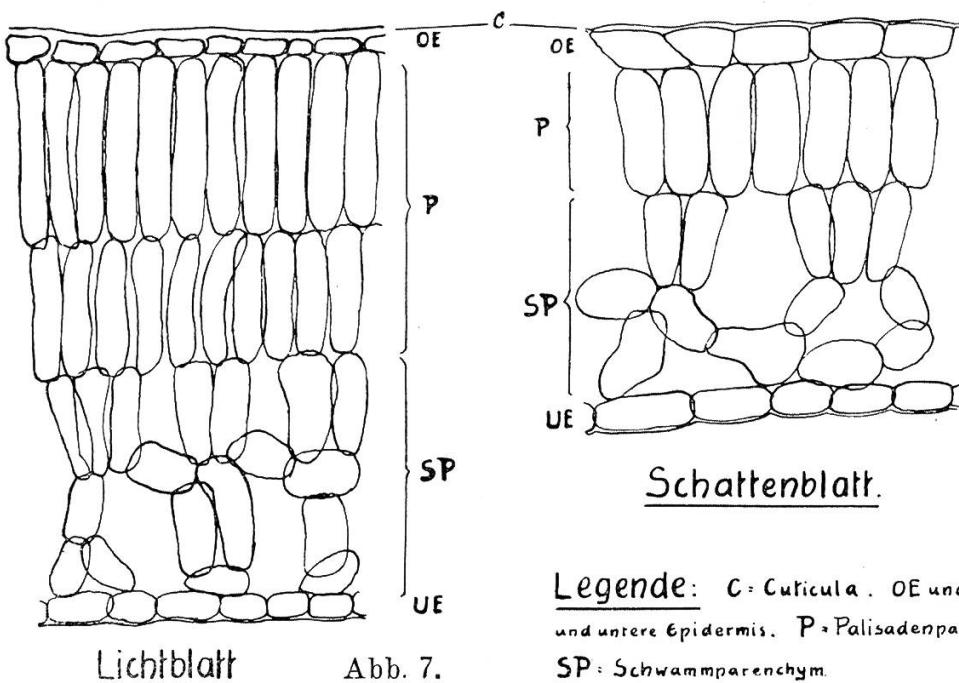


Abb. 7.

Legende: C: Cuticula. OE und UE = obere und untere Epidermis. P = Palisadenparenchym. SP = Schwammparenchym.

Durch makroskopische und mikroskopische Untersuchungen einer größeren Zahl von Blattfiederchen typischer Licht- und Schattenblätter konnten folgende Unterschiede festgestellt werden (vgl. Abb. 7):

**Merkmal:**

Größe d. Blattfiederchen

Farbe

Dicke

Anföhren

Nervatur

Oberfläche, Cuticula

Pallisadengewebe

Pallisadenzellen

Schwammparenchym

Lichtdurchlässigkeit\*)

**Lichtblatt:**

kleiner

gelblich-bräunlichgrün

dick (100 %)

derb

derb,  
wenig durchscheinend\*)

glänzt stärker,  
Cuticula dicker

kompakt, zweischichtig

lang, dünn

ziemlich kompakt,  
zirka 30-40 % d. Blattdicke

geringer

**Schattenblatt:**

größer

saftig grün

dünn (zirka 60-70 %)

weich, zart

zarter,

stärker durchscheinend\*)

glänzt wenig oder nicht,  
Cuticula dünner

zieml. locker, einschichtig

kurz, aber gleich dick  
wie beim Lichtblatt

ziemlich locker, zirka  
50-60 % der Blattdicke

größer

\*) Mit Tageslichtkopierpapier geprüft, bezieht sich somit nur auf die photochemisch wirksamen Spektralbezirke.

Diese Unterschiede entsprechen somit den auch von der Buche bekannten.

Blattausbruch, Vergilben und Blattabfall. Es lag nahe, auch beim Nußbaum einen früheren Blattausbruch aus Schattenknospen zu vermuten, in ähnlicher Weise, wie das *Engler* für die Buche festgestellt hat (4). Diesbezügliche eigene Beobachtungen in St. Gallen und solche von Revierförstern im Frühjahr 1931 brachten keine Abklärung. Unter Föhneinfluß erfolgte das Oeffnen der Knospen und der Blattausbruch fast explosionsartig, ohne daß zeitliche Unterschiede an den einzelnen Teilen der Baumkrone festgestellt werden konnten. Ob solche wirklich nicht vorhanden sind, was bei den geringen Unterschieden im Knospenbau durchaus verständlich wäre, oder ob sie durch die Verzögerung des Blattausbruches durch den lange dauernden Nachwinter 1931 und dann den Föhneinfluß verwischt worden sind, muß einstweilen noch eine offene Frage bleiben, die erst durch langjährige phänologische Beobachtungen beantwortet werden kann. Immerhin glauben wir heute schon sagen zu können, daß die zeitlichen Unterschiede im Blattausbruch — falls solche wirklich vorkommen — auch in meteorologisch normalen Frühjahren nur geringe sein können. Auch in den Frühjahren 1932 bis 1935 wurden unsere diesbezüglichen Beobachtungen in St. Gallen fortgeführt, doch ohne positiven Erfolg. Es wäre allerdings auch denkbar, daß das Fehlen eines zeitlichen Unterschiedes im Austreiben der Licht- und Schattenknospen mit dem Charakter der Knospenschuppen zusammenhängt. Beim Nußbaum sind es Blattgrundschuppen, sie können somit den austreibenden Blattanlagen etc. nur ungenügenden oder gar keinen Schutz gewähren, während z. B. bei der Buche, bei welcher solche zeitlichen Unterschiede nachgewiesen sind, die Knospenschuppen als Nebenblattschuppen eine solche Schutzfunktion sehr wohl auszuüben imstande sind. Möglicherweise hängt damit auch das späte Austreiben des Nußbaums überhaupt zusammen (auch die Esche — ebenfalls mit Blattgrund-Knospenschuppen — treibt bekanntlich sehr spät aus).

In bezug auf das Vergilben und den Blattabfall konnten wir folgende Beobachtungen registrieren: Am 5. November 1929 photographierten wir an der Staatsstraße Gams-Wildhaus in einem Fichtenbestande die Lichtschirmbildung (Abb. 2) einer Nußbaumkrone (Meereshöhe zirka 750 m); die Blätter waren am Vergilben, zeigten noch Spuren von Blattgrün und hafteten noch ziemlich fest an den Zweigen, während die freistehenden Nußbäume beim Waldeingang Zollhaus in

fast gleicher Meereshöhe und bei gleicher Exposition beinahe vollständig entlaubt waren.

Am gleichen Tage besichtigten wir den Nußbaumbestand an der Simmi (Meereshöhe 520 m), der ebenfalls bereits völlig entlaubt war, fanden jedoch einige Riesenblätter eines einjährigen Stockausschlags noch völlig grün. Die 6 größten Blätter maßen 48, 47, 45, 41, 35 und 34 cm und mußten ihrem ganzen Habitus nach und nach dem Wuchsstand als typische Schattenblätter angesprochen werden, wie auch die oben erwähnten vergilbenden Blätter des Lichtschirmes im Hinterwald (Staatsstraße Gams-Wildhaus).

Am 14. November 1932 beobachteten wir am großen Nußbaum unterhalb des Waisenhauses Girtannerberg St. Gallen in Südostexposition an tiefangesetzten Zweigen des Kroneninnern noch grüne Blätter, z. T. waren sie etwas fahl. Die übrigen Zweige waren bereits vollständig entlaubt. Die vorangegangenen Fröste haben diese grünen Blätter nicht zum Abfall gebracht.

Diese Beobachtungen dürften darauf hinweisen, daß die Schattenblätter des Nußbaums später und oft unvollkommen vergilben als die Lichtblätter und daß sie auch später abfallen.

Wenn auch die beobachteten grünen Schattenblätter im November kaum mehr lebendes Chlorophyll besaßen, so beweisen sie trotzdem das spätere Vergilben der Schattenblätter. Gerade deshalb ist das Chlorophyll vom Froste geschädigt worden, gerade deshalb wird eine Schädigung desselben durch Frost erst möglich.

Licht- und Schattenwuchsformen der Nußbaumkronen etc. Die in Abschnitt b über das Schattenertragen des Nußbaums erwähnte Lichtschirmbildung müssen wir als phänotypische Schattenwuchsform ansprechen, zumal da der im Freistand erwachsene Nußbaum keine Lichtschirmbildung seiner gut belichteten Astte aufweist. Sie kommt beim Nußbaum und seinen Schattenorganen keineswegs durch die Knospenanordnung zustande, sondern lediglich sekundär durch entsprechende Stellung und ungleiches Wachstum von Blattstiel und Blattspreite, wie wir das auch bei jungen Spitzahornen (unter Bestandesschirm) recht hübsch beobachten können. Photonastische Bewegungen der Nußbaumblattspreiten konnten wir nirgends feststellen, so daß wir daraus schließen dürfen, daß die Lichtschirmbildung gleich nach dem Blattausbruch entsteht. Für das Fehlen photonastischer Bewegungen spricht auch das Weiterverharren bereits vergilbter Blätter

in Lichtschirmstellung. Immer aber entsprechen die Blätter eines Lichtschirmes dem Schattentypus des Nußbaumblattes.

Diese Lichtschirmbildung, die wir somit als Anpassung an mangelhafte, respektive schwache Belichtung auffassen müssen und keineswegs als erbliches Artmerkmal, beobachten wir sowohl bei einzelnen Zweigsystemen im Kroneninnern freistehender Nußbäume, wie auch bei ganzen Nußbaumkronen unter dem Schirm anderer Bäume (Abb. 2). In diesem letztern Falle handelt es sich anscheinend ausschließlich um Nußbäume, die ursprünglich zwar im vollen Lichtgenuss standen, später jedoch allmählich durch andere Bäume überwachsen wurden und sich nunmehr auf diese Weise der progressiven Verschlechterung der Belichtungsverhältnisse anzupassen suchen.

Etwas anders gestaltet ist die Schattenwuchsform, wenn bereits der Nußbaumkeimling oder doch Stockausschläge ungünstige Lichtverhältnisse haben. In diesem Falle bildet sich die typische Schattenwuchsform aus, die wir zur Unterscheidung von der soeben beschriebenen „erworbenen Schattenwuchsform“ als die „ursprüngliche Schattenwuchsform“ bezeichnen möchten. Bei dieser handelt es sich ausschließlich um relativ junge, gertenförmige Individuen, die nur sehr wenig oder gar nicht verzweigt sind. Die Belaubung beschränkt sich zudem auf die letzten 1 — 2 Jahrestriebe; die einzelnen Blätter sind dank der ungleichen Länge der Stiele und der ungleichen Größe der Blätter und Fiederchen mosaikartig in einer mehr oder weniger horizontalen Ebene orientiert (Lichtschirmbildung). (Vgl. auch Abb. 3 und 4).

Daß die geringe oder ganz fehlende Verzweigung der Schattenform entspricht, glauben wir im nachfolgenden durch Zahlen erhärten zu können. Wir haben im Winter 1930/31 an 40 Trieben vom Jahre 1929 die Zahl der 1930 ausgetriebenen Winterknospen von 1929 festgestellt. Alle Triebe stammen vom gleichen Baum, doch von verschiedenen Kronenteilen. Von den Knospen des Jahrestriebes 1929 haben sich im Sommer 1930 zu Sekundärzweigen entwickelt:

Freistand:	Total:		ausgetrieben:	
	Triebe	Knospen	Knospen	%
Südseite der Krone . . .	18	127	85	67
Nordseite der Krone . . .	13	88	44	50
Inneres der Krone . . .	9	62	17	28

72% der an 9 Trieben angelegten Schattenknospen sind also schlafende Augen geblieben. Es entspricht das unsern obigen Ansichten

über die „ursprüngliche Schattenwuchsform“ junger Nußbäume, wie wir sie in Frümsen, Gams, Flums, Murg u. a. O. gesehen haben. An dieser Stelle möchten wir deshalb die zahlenmäßige Charakteristik der oberirdischen Teile eines solchen Schattennußbäumchens mitteilen. Das betreffende, zirka 8 Jahre alte Exemplar steht westlich Gödis ob Murg am Nordostrand der Mulzenstraße in einem Fichtenaltholzbestand. Allgemeine Exposition nach NO, Meereshöhe zirka 620 m. Die Aufnahme vom 11. Oktober 1933 ergab eine Gesamthöhe (ohne Endknospe) von 32 cm; das Stämmchen war vollständig unverzweigt und trug am Jahrestrieb 1933 4 Laubblätter in Lichtschirmstellung. Die End- oder Gipfelknospe war 0,4 cm lang; alle übrigen Knospen waren als schlafende Augen von 0,1—0,2 cm Länge und Durchmesser (kugelig) ausgebildet.

Jahres- trieb:	Länge des Jahres- triebes in mm:	Zahl der Knospen pro Trieb ohne Gipfelknospe:
1933	31	4
1932	35	4
1931	26	3
1930	29	3
1929	20	2
1928	30	2
1927	18	3

Vor 1927 sind Triebgrenzen nicht feststellbar.

Was wird nun aus diesen Schattenkreaturen? Sehr viele sterben wieder ab, sofern mit zunehmendem Alter sich ihre Lichtbilanz nicht verbessert. Sofern aber auch nur eine kleine Lücke im Kronendach eine etwas bessere Belichtung verspricht, so wird sie sofort ausgenutzt, sofern der Schattennußbaum noch genügend Lebenskraft dazu besitzt. Das Stämmchen krümmt und zwängt sich empor, dem Lichte zu. Mit zunehmender Belichtung sprossen allmählich auch die Seitenzweige, die Krone bildet sich aus, sie entspricht nunmehr der Lichtform, während die krummen Stämme geblieben sind und an die Schattenform der Jugend erinnern. Mit allem Vorbehalt wollen wir unter Hinweis auf diesen Entwicklungsgang der Vermutung Ausdruck geben, daß junge Nußbäumchen bis zu einem gewissen Grade heliotropisch reizbar sind. Diesbezügliche Untersuchungen wären sehr erwünscht.

Am Schlusse dieses Kapitels wollen wir noch darauf hinweisen, daß es bei sorgfältigem Vorgehen möglich ist, aus den typischen „ursprünglichen“ Schattennußbäumen durch allmähliches Abdecken und

Freistellen noch gut brauchbare Bestandsglieder heranzuziehen und diese unscheinbaren Glieder des Nebenbestandes in den Hauptbestand hinüberzunehmen. Dieser Entwicklungsgang hat sich erfreulicherweise vollzogen bei der im Abschnitte über das Schattenertragen des Nußbaums erwähnten Nußbaumgruppe im Chânet de Colombier. Herr Forstinspektor *Max du Pasquier*, der zuständige Wirtschafter, hatte die große Freundlichkeit, uns auf Befragung hin über den gegenwärtigen Zustand jener Nußbaumgruppe folgendes brieflich mitzuteilen:

“Concernant les Jeunes noyers du Chânet, j’ai désiré les revoir avant de vous répondre. Ils sont toujours là au nombre de 20 à 30. Le dégagement que nous avions fait exécuter ensemble leur a été très favorable, ces tiges sont actuellement en train de se constituer à l’état d’arbres, les branches latérales sont sorties, ce qui n’était pas le cas avant le nettoiement, il n’y avait guère qu’une pousse terminale.”

Ueber die Lichtwuchsform der Nußbäume braucht weiter nichts mehr gesagt zu werden, sie ist uns ja allen bekannt, wir bewundern sie im ebenmäßigen Bau der Kronen alter, freistehender Exemplare.

## 2. Der Nußbaum und die Temperaturverhältnisse.

In der „Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas“, herausgegeben von *Kirchner, Löw und Schröter* hat der Monograph der Juglandaceen, Dr. *Fankhauser*, das Verhalten der Nußbäume zu den Temperaturverhältnissen eingehend und sehr zutreffend dargestellt. Praktisch von Wichtigkeit sind vor allem die Wärmeansprüche im allgemeinen und das Verhalten bei Spätfrösten und tiefer Winterkälte.

a) Wärmeansprüche. Diese sind verschieden zu beurteilen, je nachdem die Produktion von Nüssen oder aber von Holz als Hauptwirtschaftszweck im Vordergrund steht. Mit andern Worten, ob der Walnußbaum als Fruchtbaum auf freiem Felde oder aber als Waldbaum im Bestande kultiviert wird.

Vor allem im Hinblick auf die Nüsseproduktion wird der Nußbaum von den meisten Autoren als recht anspruchsvoll bezeichnet, denn die Blüten sind außerordentlich empfindlich gegenüber Temperaturstürzen, resp. Frösten. Auch die heranreifenden Nüsse, das junge Holz- und Rindengewebe benötigen eine ansehnliche Sommerwärme um soweit zur Reife zu gelangen, daß sie den Winterfrösten nicht erliegen. So findet man besonders auf höheren Standorten des Nußbaums an Schattenhängen nicht allzusehr nicht genügend verholzte und deshalb

erfrorene Trieb spitzen, besonders in Frühjahren nach nassen, kühlen Sommern.

Von 123 Spitzentrieben vom kühl-nassen Sommer 1930, die wir im Nachwinter 1931 daraufhin untersuchten, waren:

78% lebend,

20% dürr und z. T. abgebrochen, meist ungenügend verholzt, bei

2% waren die Knospen von 1929 nicht ausgetrieben.

Die extremen Winterkälten vom Februar 1929, die im Untersuchungsgebiet stellenweise den Betrag von  $-30^{\circ}\text{C}$ . unterschritten haben sollen, scheinen nach unsrern Beobachtungen die Ansicht Dr. Fankhausers zu bestätigen, daß in unserm Lande viel eher die zu geringe Wärmesumme des Sommers, als die tiefsten Wintertemperaturen die horizontale und vertikale Verbreitung des Nußbaums bedingt. Denn mit gewissen Ausnahmen — vgl. unten — haben die Nußbäume den außerordentlich kalten und langen Winter 1928/29 bei uns überraschend gut überstanden.

Zur weitern Abklärung dieser Frage ist es nötig,

b) die Temperaturverhältnisse des Untersuchungsgebietes zu betrachten und zu vergleichen mit denjenigen eines Gebietes, in dem der Nußbaum als Fruchtbaum zwar vorkommt, nicht oder nur ausnahmsweise als Waldbaum. Zum Vergleich wählen wir das nordostschweizerische Mittelland, d. h. eine dem engern Untersuchungsgebiet möglichst nahe gelegene Gegend. Bei dieser Gegenüberstellung von Gebieten bleibt zunächst die Frage noch offen, ob im nordostschweizerischen Mittelland der Nußbaum aus klimatischen oder antropogenen Ursachen als Waldbaum fehlt. Sie gewährt uns aber den grossen Vorteil, die thermischen Vorzüge der Föhntäler leichter herauszuarbeiten.

### Temperaturmittel

(nach Maurer, Billwiler und Heß, Klima der Schweiz).

Föhntalstationen:

	Altstätten	Sargans	Ragaz	Linth-kolonie	Hof Oberkirch	Glarus	Linthal	Linthal Auengüter
Meereshöhe	470	507	517	434	571	480	656	821
Monat:								
Januar . .	-1,7	-1,2	-1,4	-2,1	-1,4	-2,5	-3,0	-1,9
Februar . .	0,8	1,3	1,1	0,3	0,9	-0,1	-0,2	-0,1
März . .	4,0	4,4	4,3	4,2	4,2	3,3	2,4	2,2

Monat:	Altstätten	Sargans	Ragaz	Linth- kolonie	Hof Oberkirch	Glarus	Linthal	Linthal Auengüter
April . . .	9,0	9,1	9,3	9,3	9,4	8,5	7,4	6,6
Mai . . .	12,9	12,9	13,1	13,1	12,9	12,2	10,8	10,3
Juni . . .	16,3	16,0	16,4	16,4	16,2	15,6	14,3	13,6
Juli . . .	18,2	17,7	18,2	18,2	18,4	17,3	16,2	15,3
August . . .	17,3	16,9	17,3	17,3	17,6	16,5	15,3	14,7
September . . .	14,5	14,5	14,5	14,1	14,1	13,8	12,8	12,3
Oktober . . .	8,9	9,2	9,2	8,6	9,3	8,1	7,6	7,3
November . . .	3,8	4,2	4,2	3,7	3,8	3,1	2,7	2,5
Dezember . . .	—0,9	—0,5	—0,6	—1,1	—0,1	—1,6	—2,2	—1,4
Jahresmittel . . .	8,6	8,7	8,8	8,5	8,8	7,9	7,0	6,8

#### Mittellandstationen:

	St. Gallen	Zürich	Winterthur	Frauenfeld	Kreuzlingen	Schaffhausen
Meereshöhe . . .	680	470/480	445	420	425	448
Monat:						
Januar . . . . .	—2,1	—1,4	—1,8	—1,8	—1,4	—2,1
Februar . . . . .	—0,2	0,8	0,2	0,3	0,6	0,1
März . . . . .	2,3	3,8	3,2	3,4	3,6	3,2
April . . . . .	7,1	8,8	8,3	8,4	8,7	8,3
Mai . . . . .	11,1	12,9	12,5	12,3	12,7	12,2
Juni . . . . .	14,7	16,5	16,2	16,2	16,4	16,0
Juli . . . . .	16,6	18,4	18,0	17,9	18,3	17,7
August . . . . .	15,8	17,3	16,8	16,9	17,4	16,7
September . . . . .	12,8	14,2	13,7	13,6	14,2	13,3
Oktober . . . . .	7,3	8,4	7,8	8,0	8,5	7,8
November . . . . .	2,7	3,6	3,4	3,4	3,7	3,1
Dezember . . . . .	—1,5	—0,6	—0,7	—0,7	—0,4	—1,2
Jahresmittel . . . . .	7,2	8,5	8,1	8,1	8,5	7,9

Es ist für den Vergleich von Vorteil, die Stationen gleicher Höhenlagen in Gruppen zusammenzufassen und sie Gruppen derselben Höhenlage im andern Gebiet gegenüberzustellen. So fassen wir Altstätten, Sargans, Ragaz, Linthkolonie, Hof Oberkirch und Glarus mit der Höhenlage 430—570 m in die Gruppe der Föhntäler zusammen und stellen ihr die Mittellandgruppe mit Zürich, Winterthur, Frauenfeld, Kreuzlingen und Schaffhausen gegenüber. In ähnlicher Weise können Linthal und St. Gallen einander gegenübergestellt werden.

So berechnen wir für jede Gruppe die Monatsmittel der Temperaturen als arithmetisches Mittel der obigen Zahlen, wobei wir der Einfachheit halber darauf verzichten, diese Mitteltemperaturen auf gleiche Meereshöhe umzurechnen, trotzdem die mittlere Meereshöhe der Föhntälergruppe 496 m beträgt und für die Mittellandgruppe 448 m.

Auf diese Weise ergibt sich untenstehende vergleichende Tabelle.

Monat:	Stationsgruppe:		Differenz zwischen	
	Föhntäler	Mittelland	Differenz	Linthal u. St. Gallen:
Januar . . . . .	—1,7	—1,7	0	—0,9
Februar . . . . .	0,7	0,4	0,3	0
März . . . . .	4,1	3,4	0,7	0,1
April . . . . .	9,1	8,5	0,6	0,3
Mai . . . . .	12,8	12,5	0,3	—0,3
Juni . . . . .	16,1	16,3	—0,2	—0,4
Juli . . . . .	18,0	18,1	—0,1	—0,4
August . . . . .	17,1	17,0	0,1	—0,5
September . . . . .	14,2	13,8	0,4	0
Oktober . . . . .	8,9	8,1	0,8	0,3
November . . . . .	3,8	3,4	0,4	0
Dezember . . . . .	—0,8	—0,7	0,1	—0,7
Jahr . . . . .	8,6	8,2	0,4	—0,2

Aus diesen Gegenüberstellungen ergibt sich folgendes:

Die Monatsmittel der Temperaturen in der Stationsgruppe der Föhntäler sind gegenüber der Mittellandgruppe in den Monaten Februar bis Mai und August bis September höhere, im Januar sind sie gleich, im Juni und Juli jedoch geringer.

Diese Tatsache ist um so bemerkenswerter, als die durchschnittliche Meereshöhe der Föhntälergruppe eine höhere ist, als bei der Mittellandgruppe. Theoretisch sollten umgekehrt die Temperaturen etwas niedriger sein als bei der Mittellandgruppe (Meereshöhe!)

Die stärksten Abweichungen zugunsten der Föhntälergruppe sind im März/April, sowie im September/Oktober zu beobachten.

Analoge Abweichungen, wenngleich quantitativ verschieden, ergeben sich auch aus der Gegenüberstellung der Stationen Linthal und St. Gallen.

Diese Abweichungen im Frühjahr und Herbst glauben wir dem erwärmenden Einflusse der Föhnperioden zuschreiben zu sollen, während diejenigen des Hochsommers zugunsten der Mittellandgruppe auf die allgemeine Erwärmung des Bodens zurückzuführen sind bei langernder Insolation. Demgegenüber sind die Föhntäler im Hochsommer

etwas ungünstiger gestellt, indem die direkte Insolation weniger lange dauert zufolge des rasch eintretenden Bergschattens und z. T. infolge der Enge der Täler.

Alle diese Zahlen würden sich noch mehr zugunsten der Föhntäler verschieben, wenn die Station Glarus mit ihrer Abkühlung durch die langdauernde Beschattung des Vorderglärnisch außer Rechnung gestellt würde. Hingegen erzeugt die Weglassung der Stationen Kreuzlingen und Schaffhausen aus der Mittellandgruppe keine Änderung an obigen Werten, außer für Mai und November um je  $+ 0,1^{\circ}$  C.

Die Temperaturremittel der Vegetationszeit — März bis Oktober — beträgt in den Föhntälern  $12,5^{\circ}$  C, respektive  $12,7^{\circ}$  C ohne Glarus, bei der Mittellandgruppe  $12,2^{\circ}$  C. Die Differenz zugunsten der Föhntäler beträgt  $0,3^{\circ}$  C, respektive  $0,5^{\circ}$  C ohne Glarus.

Anschließend geben wir noch eine Uebersicht über die mittlere Zahl der Frosttage (lt. Terminbeobachtungen 1881—1900).

Station:	I	II	III	IV	IX	X	XI	XII	Jahr
Zürich:	23,3	17,4	12,1	1,4	—	1,6	7,6	20,4	84,0
Winterthur:	23,5	18,6	13,0	1,1	0,1	2,2	7,6	21,3	87,4
Frauenfeld:	23,0	17,7	11,9	1,2	—	2,0	7,2	19,8	82,8
Altstätten:	23,3	17,4	9,8	0,9	—	1,2	7,2	20,2	80,0

Als mittlere Frostgrenze werden für Altstätten 27. März und 5. November angegeben, für Zürich 2. April und 4. November, während als äußerste Frostgrenzen in Altstätten 21. April und 16. Oktober, in Zürich 9. Mai und 8. Oktober beobachtet wurden.

Beide Zusammenstellungen, sowohl betr. die Zahl der Frosttage, als auch betr. die zeitlichen Frostgrenzen lassen eine etwas geringere Frostgefährdung der Vegetation in den Föhntälern vermuten, die, wenn es sich da auch nur um wenige Tage handelt, eben doch ihre Bedeutung haben kann, zumal für die Nußbäume in den Laubwaldungen an den Talhängen, wo die Frostgefahr gegenüber dem Freistand im Talboden noch geringer ist.

Fassen wir die gewonnenen Ergebnisse zusammen, so ergibt sich für die Föhntäler gegenüber dem Mittelland ein milderes Klima in bezug auf die Wärmeverhältnisse, speziell in den kritischen Monaten März und April, sowie September und Oktober, was praktisch auf eine Verlängerung der Vegetationsperiode hinausläuft. Was das für den Nußbaum bedeutet, speziell in bezug auf das Ausreifen und Verholzen der Triebe, haben wir bereits erwähnt.

Diese thermische Besserstellung der Föhntäler dürfte es wohl auch sein, welche im Verein mit andern dem Nußbaum zusagenden Standortsfaktoren, diesem das gute Gedeihen im Bestandesinnern ermöglicht, wo die Sommertemperaturen noch tiefer sind als im Freiland, während diese tieferstehenden Bestandestemperaturen es ihm im Mitteland nicht mehr oder nur ausnahmsweise gestatten im Bestandesinnern zu gedeihen, zumal da auch die Bodenverhältnisse ganz andere sind. Es wäre für die Kenntnis des Nußbaums von hoher Bedeutung, wenn ein wissenschaftliches Institut gerade auch diese Frage auf umfassenderer Grundlage überprüfen könnte.

c) Der Nußbaum und die Fröste. Die Jahre 1928 und 1929 waren zu diesbezüglichen Beobachtungen recht günstig. 1928 hatte um den 20.—25. April, sowie um den 10. Mai Spätfröste zu verzeichnen, die auch den übrigen Holzarten, besonders Buchen, Fichten und Weißtannen recht übel mitspielten und die vorher üppig grünenden Berghänge in ein trostloses Rotbraun kleideten, das erst im Juli durch die Johannistriebbildung etwas gemildert wurde. — 1929 waren die bekannten tiefen Winterkälten vom Februar in ihren Auswirkungen zu beobachten, die z. T. auch noch in den Sommern 1930 und 1931 spürbar waren.

Spätfröste. Im Frühjahr und Sommer 1928 hatten wir durch einige st. gallische Revierförster phänologische Beobachtungen am Nußbaum machen lassen, ebenso durch einige glarnerische Förster. Wenngleich diese Beobachtungen andern Zwecken dienen wollten, so sind sie durch die Spätfröste und ihre Folgen zwar recht unliebsam gestört, dafür aber in anderer Hinsicht recht aufschlußreich geworden. Der erste Blattausbruch 1928, respektive das Oeffnen der Knospen, fiel in die Zeit von anfangs April bis zirka Mitte Mai, die Blütezeit desgleichen. Die zeitlichen Unterschiede waren durch die Höhenlage bedingt, ferner spielten Exposition und individuelle Eigentümlichkeiten der Nußbäume eine Rolle.

Die obenangeführten Fröste fielen somit gerade in diejenige Zeit, a Laub und Blust der Nußbäume ganz besonders empfindlich sein mußten. Beides wurde denn auch recht gründlich zerstört, gänzlich geschwärzt und fiel in der Folge bald ab. Die Nußbäume standen kahl da, wie im Winter. Doch nach einigen Wochen, meist in der ersten Hälfte Juni, trieben sie ein zweites Mal aus, die volle Belaubung erhielten sie dann meistens in der ersten Julihälfte, z. T. erst Ende

August (Frümsen). Nicht regeneriert wurden die Blüten, so daß der Herbst 1928 eine völlige Mißernte an Nüssen brachte.

Die Schädigungen an Laub und Blüten betrafen ohne Unterschied Nußbäume im Freistand als auch solche im Walde.

Nicht betroffen wurden von den Schädigungen wenige damals sehr gut geschützt stehende Nußbäume oder spättreibende Exemplare in tiefern Lagen und ziemlich allgemein die Nußbäume der höhern Lagen, wo sie normalerweise erst später austrieben.

Diese Spätfröste hatten aber nicht nur eine Fehlernte an Nüssen zur Folge, sondern sie bewirkten auch recht wesentliche Zuwachsverluste, die zwar für die Nußbäume in ihrer Rolle als Fruchtbäume keine große Bedeutung hatten, wohl aber dort, wo sie als Holzproduzenten, als Waldbäume auftreten.

Die Spätfröste überraschten die Nußbäume gerade in jenem Moment, da die Reservestoffe mehr oder weniger aufgebraucht waren, deshalb auch der zögernde zweite Blattausbruch erst nach einigen Wochen. Die Assimilation durch dieses zweite Laubwerk mußte wohl in erster Linie wieder Reservestoffe produzieren, konnte somit nur zum kleinen Teile zur Erzeugung von Holz verwendet werden. Diese Reservestoffbildung wurde dann durch den günstigen und langdauernden Sommer und Herbst 1928 in hohem Maße gefördert, so daß 1929 an den meisten Orten ein reicher Nüsseertrag geerntet werden konnte.

Einen gewissen Maßstab für den Zuwachsausfall erblicken wir in der Länge der Jahrestriebe (Terminaltriebe). Bezugliche Messungen wurden im Nachwinter 1931 an rund 330 Trieben aus Frümsen ausgeführt. Wir geben hier jedoch nur eine Gegenüberstellung der mittleren Trieb längen von 1928 (Spätfröste!) und 1929 (keine Spätfröste, gute Nußernte).

Im Jahre 1928 war die mittlere Trieb länge aus 55 Messungen 4,9 cm, 1929 jedoch aus 88 Messungen 9,2 cm, also fast die doppelte Länge. Das sind Durchschnittszahlen verschiedener Standorte und Bäume. Viel drastischer wird das Bild, wenn wir einen einzelnen Baum herausgreifen und so die Einflüsse der Standortsverschiedenheiten ausschalten können.

Kronen- partie:	1929:		1928:	
	Messungen	cm	Messungen	cm
Südseite . . . . .	13	13,7	8	2,1
Nordseite . . . . .	10	11,0	5	3,5
Inneres . . . . .	7	7,4	6	5,0

Trotz der reichen Nußernte von 1929 betrug die Trieblänge, respektive das Wachstum, ein Mehrfaches derjenigen von 1928.

Für die Praxis der Nußbaumkultur ergibt sich aus diesen Erörterungen der zwingende Schluß, daß spättreibende Nußbäume sicherer im Nußertrag und somit vorzuziehen sind.

Winterfröste 1928/1929. Der eisig kalte Winter 1928/29, der sowohl durch die zeitliche Ausdehnung, als auch durch die Tiefe der erreichten Kältegrade eine Ausnahmestellung einnimmt (wenigstens für unsere Breiten), der in Ziergärten vielerorts ruinöse Folgen hatte, konnte glücklicherweise den Nußbaumbestand des Untersuchungsgebietes nicht so sehr schädigen, wie wir zuerst befürchteten.

Unter der Wirkung der Kälte, die im Februar 1929 an den meisten Orten — 30° C bis — 33° C erreichte, rissen zwar ziemlich viele Nußbaumstämme auf (Frostrisse). Gänzlich abgetötet bis in die Wurzeln wurden glücklicherweise nur verhältnismäßig wenige Nußbäume. Zudem waren es fast ausschließlich junge, kleine Exemplare. Ältere wurden abgetötet — wenigstens soweit unsere eigenen Beobachtungen reichen, die auch durch zahlreiche Meldungen des Forstpersonals Bestätigung fanden — wenn sie vorher schon kränkelten, abgängig waren oder sonst schon unter der Ungunst des Standortes irgendwie zu leiden hatten. Ganz allgemein konnte festgestellt werden, daß die Schädigungen vor allem Nußbäume im Freistand betrafen und nur in geringem Ausmaße, meistens aber gar nicht, die Nußbäume im gut geschlossenen Waldbestande. Auch bei freistehenden Nußbäumen waren große Unterschiede im Grade der Schädigung feststellbar, indem Nußbäume in windexponierten oder sonnigen Lagen viel stärker litten. Diese Unterschiedlichkeit kann möglicherweise durch gewisse Wuchsorienteigentümlichkeiten mitbedingt sein, was wir in nachstehender Gegenüberstellung zeigen wollen:

	Freistand:	Waldinneres:
Boden . . . . .	mehr oder weniger dicht	locker
Frostgrenze im Boden .	tiefer	weniger tief;
Insolation . . . . .	stärker	geringer
Wind . . . . .	kein Schutz	Schutz vorhanden
Verdunstung, Wasserverlust . . . . .	größer	kleiner
Ersatzmöglichkeit f. verdunstetes Wasser aus dem Boden . . . . .	unmöglich	eventuell möglich
Frostschaden . . . . .	groß	klein, event. fehlend

Gerade im Freistande wurden recht häufig Frostrisse, die 6—8, ja sogar 10—12 cm weit klafften und bis aufs Mark gingen, beobachtet. Viele Nußbäume büßten die äußern Aeste und Zweige ganz ein, besonders auf der Sonnseite der Krone. Es war uns allerdings unmöglich, zu entscheiden, ob diese Astverluste direkt dem Frost zuzuschreiben sind, oder aber, ob sie als sekundäre Frostfolge auf Saftzirkulationsstörungen infolge der Sprengung der Gefäße durch den Frost (und Frostrisse) zurückzuführen sind. Diese Nußbäume bildeten im Frühjahr 1929 eine reduzierte Laubkrone, aus welcher die dünnen Aeste hilflos und kahl hervorragten. Noch im Sommer 1931, ja sogar 1932 sah man zahlreiche solcher „verjüngter“ Nußbäume, die sich soweit erholt hatten, daß sie sowohl 1929 und 1931 reichen Nüsseansatz aufwiesen. Diese Nußbäume sind vom Eiszeitwinter 1928/29 sicherlich nicht auf Lebenszeit in ihrer Wuchs- und Lebenskraft geschädigt worden.

Hingegen konnten in den Sommern 1930 und 1931 in Frümsen (Holzleui und Maialp) gewisse Erscheinungen beobachtet werden, die möglicherweise als Spätfolgen der strengen Winterkälte angesprochen werden müssen.

Der zuständige Revierförster meldete uns, daß zahlreiche Nußbäume mit stark frostbeschädigten Kronen ihre Stämme und starken Aeste mit reichlichen Wasserreisern bekleiden, daß hierauf das Laubwerk vergilbe und die Bäume dann ganz abstürben. So hätten etwa 120 Stämme gefällt werden müssen. Bei einer Besichtigung konnten wir an den absterbenden Nußbäumen einen Befall durch *Favolus europaeus* feststellen, außerdem war der größte Teil der kranken Nußbäume bei der Durchführung eines Alp- und Weidräumungsprojektes mechanisch verletzt worden, bei vielen fand infolge Planierung des Terrains eine teilweise Wurzelentblößung und Wurzelverlust statt. Die Erscheinung war also recht komplexer Natur, so daß die primäre Ursache des Nußbaumsterbens von Frümsen nicht mehr festzustellen war. Am ehesten läßt es sich erklären durch ein unglückliches, zeitliches Zusammenwirken verschiedener widriger Umstände.

Als recht nachteilige Spätfolge dieses kalten Winters erwies sich die erst nachträglich sich entwickelnde Kronendeformation nach Verlust der Gipfelknospe durch den Frost, was speziell bei jungen und jüngsten Nußbäumen besonders schwer wiegt und bei diesen recht oft auch Stammverkrümmungen verursachen dürfte.

### 3. Der Nußbaum und die Feuchtigkeitsverhältnisse.

Zur Charakterisierung der Feuchtigkeitsverhältnisse, unter denen der Nußbaum in unserm Untersuchungsgebiete lebt, verfolgen wir die gleiche Methode, wie bei der Untersuchung der Temperaturverhältnisse: wir stellen die Gruppe der Föhntälerstationen der Mittellandgruppe gegenüber.

a) Niederschläge. Hierüber orientiert folgende Zusammenstellung:

Station:	Meeres- höhe:	Beobachtungs- zeitraum:	Jahresmittel d. Niederschläge
Föhntälergruppe:			
St. Margrethen . . .	406	1883—1903	1257
Altstätten . . .	470	1864—1903	1278
Haag . . .	441	1890—1903	1159
Sevelen . . .	466	1880—1900	1172
Sargans . . .	507	1864—1903	1274
Wallenstadt . . .	430	1880—1888, 1896—1903	1288
Obstalden . . .	690	1892—1903	1627
Weesen . . .	430	1881—1903	1670
Kaltbrunn . . .	448	1881—1890	1623
Glarus . . .	480	1864—1903	1403
Auengüter Linthal	821	1864—1880, 1892—1903	1726
Mittellandgruppe:			
St. Gallen . . .	680	1864—1903	1341
Zürich . . .	480	1864—1903	1138
Winterthur . . .	445	1864—1870, 1876—1903	1070
Frauenfeld . . .	425	1864—1872, 1879, 1889—1903	963
Kreuzlingen . . .	425	1880—1900	844
Schaffhausen . . .	439	1864—1868, 1875—1903	812

Das Untersuchungsgebiet umfaßt somit ein verhältnismäßig niederschlagsarmes Gebiet: das Tal des Rheins vom Bodensee bis zur Tardisbrücke im Regenschatten des Alpsteingebirges, der Churfürsten-Alviergruppe und der Grauen Hörner, sowie einen niederschlagsreicherem Teil: das Wallenseegebiet, die Linthebene und den Kanton Glarus. — Die zum Vergleich herangezogenen Mittellandstationen haben teils größere, teils erheblich geringere Niederschläge zu verzeichnen.

Die Verteilung der Niederschläge auf die einzelnen Monate weist in den Föhntälern keine Besonderheiten auf, hier wie

in den Stationen des nordostschweizerischen Mittellandes zeigen die ersten vier Monate des Jahres, sowie die letzten zwei, durchwegs ein Niederschlagsdefizit, während die Monate Mai bis Oktober einen Ueberschuss an Niederschlägen haben.

Die Niederschlagshäufigkeit (mittlere Zahl der Niederschlagstage mit 0,3 mm und mehr Niederschlag) zeigt nur geringe Unterschiede. Die Gruppe der Föhntäler umfaßt: Altstätten, Sargans, Glarus, Auengüter, die Mittellandgruppe Zürich, Winterthur, Frauenfeld, Kreuzlingen, Schaffhausen und St. Gallen.

#### Mittlere Zahl der Niederschlagstage (1881—1900):

Monat:	Stationsgruppe:		Differenz
	Föhntäler	Mittelland	
Januar . . . .	9,3	10,1	0,8
Februar . . . .	9,9	9,9	0
März . . . .	11,9	12,6	0,7
April . . . .	12,9	13,1	0,2
Mai . . . .	14,2	14,4	0,2
Juni . . . .	16,3	15,4	—0,9
Juli . . . .	17,2	15,2	—2,0
August . . . .	14,8	13,3	—1,5
September . . . .	12,5	12,6	0,1
Oktober . . . .	13,0	14,1	1,1
November . . . .	9,8	11,1	1,3
Dezember . . . .	10,7	11,9	1,2
Jahr . . . .	152,5	153,7	1,2
März-Oktober . .	112,8	110,7	—2,1

Während die Mittellandstationen im Januar bis Mai und im September bis Dezember eine etwas größere Niederschlagshäufigkeit aufweisen, so zeigen umgekehrt die Föhntäler im Hochsommer häufigere Niederschläge als das Mittelland. Dieser Unterschied dürfte auf orographische Faktoren zurückzuführen sein (häufigere Steigungsregen im Gebirge).

Aehnliche Verhältnisse zeigt die Statistik über die Dauer der Trockenperioden (mittlere und längste Dauer), berechnet aus Sargans und Glarus für die Föhntäler, aus Zürich und St. Gallen für das Mittelland.

Dauer der größeren Trockenperioden in Tagen (1891 bis 1900):

Mittlere Dauer:

Monat	Stationsgruppe:		Differenz
	Föhntäler	Mittelland	
Januar . . . . .	11,6	10,4	1,2
Februar . . . . .	12,6	10,0	2,6
März . . . . .	9,0	8,4	0,6
April . . . . .	9,7	9,6	0,1
Mai . . . . .	7,0	7,0	0
Juni . . . . .	7,8	7,8	0
Juli . . . . .	6,5	7,2	-0,7
August . . . . .	7,8	8,2	-0,4
September . . . . .	8,9	10,1	-1,2
Oktober . . . . .	8,2	9,9	-1,7
November . . . . .	10,7	9,4	1,3
Dezember . . . . .	12,0	10,3	1,7
Jahr . . . . .	25,3	21,4	3,9

Längste Dauer:

Januar . . . . .	40	34	6
Februar . . . . .	40	38	2
März . . . . .	24	26	-2
April . . . . .	36	42	-6
Mai . . . . .	12	14	-2
Juni . . . . .	16	20	-4
Juli . . . . .	12	16	-4
August . . . . .	17	17	0
September . . . . .	18	39	-21
Oktober . . . . .	19	31	-12
November . . . . .	36	36	0
Dezember . . . . .	28	28	0
Jahr . . . . .	40	42	-2

Größere Niederschlagshäufigkeit bedingt kürzere Dauer der Trockenperioden und umgekehrt.

Bemerkenswert ist aber, daß die längste Dauer der Trockenperioden in den Föhntälern während der Vegetationsperiode (März bis Oktober) immer kürzer ist, als in den entsprechenden Monaten der Mittellandstationen. Auch diese Verschiedenheit dürfte auf orographische Faktoren zurückzuführen sein.

b) Luftfeuchtigkeit, Bewölkung etc. Die relative Luftfeuchtigkeit erreicht in den beiden Stationsgruppen (Föhntäler: Altstätten, Sargans, Glarus, Auengüter. Mittelland: Zürich, Winterthur, Frauenfeld, St. Gallen) folgende Monatsmittel:

Relative Luftfeuchtigkeit (%), 1891—1900.

Monat:	Mittelwerte:			Mittlere Minima:		
	Föhntäler	Mittel-land	Diff.	Föhntäler	Mittel-land	Diff.
Januar . . .	85	87	2	44	52	8
Februar . . .	82	82	0	41	47	6
März . . .	76	78	2	33	37	4
April . . .	73	73	0	32	34	2
Mai . . .	75	73	—2	33	35	2
Juni . . .	76	73	—3	38	36	—2
Juli . . .	79	74	—5	42	40	—2
August . . .	79	77	—2	44	42	—2
September .	82	81,5	—0,5	45	47	2
Oktober . . .	82	85	3	41	49	8
November .	85	87	2	41	51	10
Dezember .	86	88	2	46	55	9
Jahr . . .	79	79,5	0,5	—	—	—
März-Oktober	78	77	1	—	—	—

Vom Mai bis September ist die relative Luftfeuchtigkeit in den Föhntälern durchschnittlich etwas höher als auf den Mittellandstationen. Das dürfte einerseits mit der etwas geringeren Erwärmung bei höherer Niederschlagshäufigkeit der Föhntäler zusammenhängen, anderseits aber auch mit dem hier bei schönem Wetter tagsüber regelmäßig wehenden Talwinden, die vom Bodensee, Zürichsee und Wallensee her viel Feuchtigkeit in die Täler bringen.

Bei den mittleren Minima der relativen Feuchtigkeit ist bei den besonders niedrigen Werten im März bis Mai und im Oktober deutlich der Einfluß des Föhns wahrnehmbar, auch in den Mittelwerten zeichnet er sich schwach ab.

In diesem Zusammenhange seien auch die Bewölkungsverhältnisse nach Durchschnittswerten, Minima (heitere Tage) und Maxima (trübe Tage) dargestellt, auch hier stellen wir wieder die zwei bekannten Gruppen gegenüber. Föhntälergruppe: Altstätten, Sargans, Glarus, Auengüter. Mittelland: St. Gallen, Zürich, Winterthur, Frauenfeld, Kreuzlingen, Schaffhausen.

Vom Mai bis im August ist die Bewölkung in den Föhntälern etwas stärker als im Mittelland, doch sind die Unterschiede sehr gering gegenüber den Mittellandstationen, auf alle Fälle ist die Differenz der Monate September bis März zuungunsten der Mittellandstationen weit größer. In analoger Weise ist die Zahl der heitern Tage im Mai bis August in den Föhntälern etwas geringer und die Zahl der trüben Tage dementsprechend größer als in den Mittellandstationen, welche in der übrigen Zeit weit weniger heitere und viel mehr trübe Tage zählen. Trotzdem ist für die Vegetationszeit (März bis Oktober) in den Föhntälern der Grad der Bewölkung durchschnittlich etwas geringer, die Zahl der heitern Tage um 6—7 größer, die Zahl der trüben Tage dagegen um etwa 2 geringer als im Mittelland.

#### Mittlere Bewölkung (1881—1900).

Monat:	Föhntäler:	Mittelland:	Differenz
Januar . . . . . . .	5,9	7,6	1,7
Februar . . . . . . .	5,7	6,7	1,0
März . . . . . . .	5,8	6,3	0,5
April . . . . . . .	5,9	5,8	—0,1
Mai . . . . . . .	6,0	5,9	—0,1
Juni . . . . . . .	6,0	5,7	—0,3
Juli . . . . . . .	5,7	5,4	—0,3
August . . . . . . .	5,3	5,0	—0,3
September . . . . . . .	5,3	5,6	0,3
Oktober . . . . . . .	5,8	6,8	1,0
November . . . . . . .	6,2	7,9	1,7
Dezember . . . . . . .	6,1	8,0	1,9
Jahr . . . . . . .	5,8	6,4	0,6
März-Oktober . . . . . . .	5,7	5,8	—0,7

Heitere Tage (1881—1900), d. h. mittlere Bewölkung  $\leq 2$

Trübe Tage (1881—1900), d. h. mittlere Bewölkung  $\geq 8$

Monat:	Heitere Tage:			Trübe Tage:		
	Föhntäler	Mittel- land	Diff.	Föhntäler	Mittel- land	Diff.
Januar . .	6,3	1,5	4,8	11,7	18,5	6,8
Februar . .	6,7	3,3	3,4	10,5	12,7	2,2
März . . .	7,1	5,9	1,2	12,1	12,0	—0,1
April . . .	6,2	5,6	0,6	11,0	11,5	0,5
Mai . . .	5,8	6,1	—0,3	11,8	11,2	—0,6
Juni . . .	4,9	5,5	—0,6	11,3	9,3	—2,0

Monat	Heitere Tage:			Trübe Tage:		
	Föhntäler	Mittel-land	Diff.	Föhntäler	Mittel-land	Diff.
Juli . . .	6,2	6,9	—0,7	10,0	9,1	—0,9
August . . .	7,9	8,0	—0,1	9,4	7,4	—2,0
September . .	8,3	5,6	2,7	9,8	9,8	0
Oktober . . .	6,4	2,8	3,6	10,7	13,7	3,0
November . .	5,0	1,5	3,5	12,2	18,5	6,3
Dezember . .	5,5	1,6	3,9	12,6	18,0	5,4
Jahr . . .	76,3	54,3	22,0	133,1	151,7	18,6
März-Oktober	52,8	46,4	6,4	86,1	84,0	2,1

c) Nebel. Bei der Gegenüberstellung der Nebeltage der beiden Stationsgruppen muß Altstätten, für welches bezügliche Angaben fehlen, durch Rorschach ersetzt werden, ferner fällt bei der Gruppe der Föhntäler die Station Auengüter weg, wegen Unsicherheit der Angaben, dafür tritt Ragaz hinzu. Demgemäß setzen sich die beiden Gruppen folgendermaßen zusammen:

Föhntäler: Rorschach, Sargans, Ragaz, Glarus. Mittelland: St.Gallen, Zürich, Winterthur, Frauenfeld, Kreuzlingen, Schaffhausen.

Die Zahl der Nebeltage der beiden Stationsgruppen ist folgende:  
(Durchschnitt der Jahre 1891—1900):

Monat:	Föhntäler:	Mittelland:	Differenz:
Januar . . . . .	3,5	7,3	3,8
Februar . . . . .	2,1	5,0	2,9
März . . . . .	0,2	1,8	1,6
April . . . . .	0,2	1,5	1,3
Mai . . . . .	0,1	1,4	1,3
Juni . . . . .	0,1	1,2	1,1
Juli . . . . .	0,3	0,8	0,5
August . . . . .	0,2	2,4	2,2
September . . . . .	1,0	4,9	3,9
Oktober . . . . .	1,8	8,2	6,4
November . . . . .	5,2	9,2	4,0
Dezember . . . . .	4,7	8,9	4,2
Jahr . . . . .	19,4	52,6	33,2
März-Oktober . . . . .	3,9	22,2	18,3

Die Zahl der Nebeltage ist auf den Mittellandstationen 2,7 mal größer als auf den Föhntalstationen, während der Vegetationszeit sogar 5,7 mal größer. Besonders wichtig sind die Unterschiede im September und Oktober.

Als häufige Nebelgrenzen nach Norden konnten im Rheintal beobachtet werden: der Felsriegel des Monstein zwischen St. Margrethen und Au, die Hügelkette südlich Oberriet, der Bergsturzkegel bei Salez zusammen mit dem Schellenberg, der Schollberg zusammen mit dem Fläscherberg. Gegen Nordwesten, respektive die Linthebene hin sollen sich gelegentlich die Talengen von Ziegelbrücke, respektive Näfels, als Nebelscheiden erweisen, gelegentlich auch die leichte Talverengerung bei Mels (gegen den Wallensee hin). Ganz allgemein dürfen besonders das Rheingebiet und das südliche Linthgebiet als recht nebelarme Gegenden bezeichnet werden, während das eigentliche Wallenseegebiet reicher an Nebel ist.

d) **Sättigungsdefizit und Klimafaktoren.** Zieht man von dem bei einer bestimmten Temperatur höchstmöglichen den tatsächlich vorhandenen Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab, so erhält man das Sättigungsdefizit. Oekologisch gibt es einen Maßstab für die Verdunstungsmöglichkeit der Vegetation. Nach *Braun-Blanquet* (Pflanzensoziologie) können Gebiete mit dauernd hoher relativer Luftfeuchtigkeit, also geringem Sättigungsdefizit, Wüstensteppencharakter tragen (Südwestafrika). Vergleichshalber haben wir das Sättigungsdefizit wieder für die beiden Stationsgruppen Föhntäler (Altstätten, Sargans, Glarus, Auengüter) und Mittelland (Zürich, Winterthur, Frauenfeld, St. Gallen) berechnet, ausgedrückt in Gramm fehlenden Wasserdampfgehaltes pro  $m^3$  Luft.

#### Sättigungsdefizit (1864—1903).

Monat:	Föhntäler:	Mittelland:	Differenz:
Januar . . . . .	0,57	0,50	0,07
Februar . . . . .	0,87	0,85	0,02
März . . . . .	1,42	1,25	0,17
April . . . . .	2,15	2,18	—0,03
Mai . . . . .	2,65	2,90	—0,25
Juni . . . . .	3,22	3,70	—0,48
Juli . . . . .	3,25	3,97	—0,72
August . . . . .	2,95	3,30	—0,35
September . . . . .	2,18	2,12	0,06
Oktober . . . . .	1,50	1,15	0,35
November . . . . .	0,93	0,75	0,18
Dezember . . . . .	0,57	0,50	0,07
Jahr . . . . .	1,86	1,93	—0,07
März-Oktober . . . . .	2,42	2,57	—0,15

Das geringere Sättigungsdefizit der Föhntäler in den Monaten April bis August ist eine Folge der geringeren Erwärmung, der höheren Luftfeuchtigkeit, der größeren Niederschlagshäufigkeit dieser Gebiete. Das Sättigungsdefizit wird aber nie und nirgends so gering, daß die Vegetation darunter zu leiden hätte.

Klarer wird das Bild, wenn wir das Sättigungsdefizit in Beziehung setzen zur verfügbaren Feuchtigkeit, d. h. zu den Niederschlägen. *A. Meyer* hat das getan (16) und den Faktor

$$\frac{\text{Niederschlagsmenge}}{\text{Sättigungdefizit}} = \frac{N}{S}$$

berechnet. Dieser N-S-Faktor ist groß, wenn S klein ist und er ist gering, wenn S groß ist. Großer Wert des N-S-Faktors bedeutet für die Pflanzen geringe Verdunstungsmöglichkeit, umgekehrt ein kleiner Wert große Verdunstungsmöglichkeit.

Für die Föhntalstationen Altstätten, Sargans, Glarus und Auengüter, sowie die Mittellandstationen Zürich, Winterthur, Frauenfeld und St. Gallen nimmt der N-S-Faktor die Werte an, die auf nachstehender Tabelle zusammengestellt sind.

#### N-S-Faktoren (1864—1903).

Monat:	Föhntäler:	Mittelland:	Differenz:
Januar . . . . .	127	104	23
Februar . . . . .	94	68	26
März . . . . .	68	57	11
April . . . . .	52	41	11
Mai . . . . .	46	37	9
Juni . . . . .	53	37	16
Juli . . . . .	61	34	27
August . . . . .	64	37	27
September . . . . .	64	50	14
Oktober . . . . .	87	86	1
November . . . . .	92	87	5
Dezember . . . . .	179	136	43

In den einzelnen Föhntalstationen fallen die Minimalwerte des N-S-Faktors in den April oder Mai, d. h. in die Föhnperioden nach der Hauptschneeschmelze (im Tal), während sie in den Mittellandstationen auf den Juli oder August, d. h. in die Zeit der stärksten allgemeinen Erwärmung, fallen.

#### *4. Der Nußbaum und die Winde.*

Das Verhalten des Nußbaums zu den Windverhältnissen läßt sich an seinem Vorkommen im Walde klarer und leichter erkennen als bei den gepflanzten Nußbäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Wichtig ist vor allem sein Verhalten zu den kalten Nord- und Ostwinden einerseits, zum Föhn anderseits.

Aus der geographischen Verbreitung des Nußbaums im Untersuchungsgebiet als Waldbaum ergibt sich die Bestätigung der bereits bekannten Tatsache, daß der Nußbaum windzügige Lagen wenn auch nicht direkt meidet, so doch als für ihn weniger geeignete Standorte erkennen läßt. Umgekehrt sind windgeschützte Lagen, besonders wenn sie Schutz gewähren vor den kalten Nord- und Ostwinden, bevorzugte Nußbaumstandorte.

Dem Föhn hingegen weicht der Nußbaum nicht aus, ja man ist direkt versucht zu sagen, er liebt und sucht ihn, weil er ihm die Lebensbedingungen in thermischer Hinsicht verbessert, besonders am Anfang und Ende der Vegetationsperiode.

Der Föhn wirkt aber auch in anderer Hinsicht. Wie wir selber durch mehrere Jahre hindurch beobachten konnten, und es durch die phänologischen Beobachtungen der Revierförster bestätigt fanden, erfolgt der Blattausbruch, respektive das Öffnen der Knospen im Frühjahr meist unter Föhneinfluß, oft urplötzlich und fast explosionsartig, wie das sich nach langen Wintern und kühlem Vorfrühling besonders eindrucksvoll gestaltet. So in den Frühjahren 1929, 1931, 1932, 1933, 1935.

Die Bedeutung der herbstlichen Föhnperioden für das Verholzen und Ausreifen der Jahrestriebe haben wir bereits an anderer Stelle, bzw. im Kapitel über die Wärmeansprüche geschildert. Speziell dort, wo der Nußbaum an Nordwest-, Nord- und Nordosthängen stockt, ist das von Bedeutung (Werdenberg, Seez- und Wallenseegegend).

#### *5. Klimatische Gesamtwirkung.*

Fassen wir die in den vorhergehenden Kapiteln gewonnenen Ergebnisse zusammen, so können wir feststellen, daß die klimatische Begünstigung der Föhntäler wohl in erster Linie durch die Temperaturverhältnisse gegeben ist. Die Föhnperioden des Frühlings und Herbstes verlängern die Vegetationszeit oft nicht unerheblich, im einen Jahr mehr, im andern weniger, auch gibt es hierin örtliche Unterschiede. Die Temperaturerhöhung durch den Föhn vermindert zudem innerhalb

gewisser zeitlicher Grenzen die Gefahr der Spätfröste im Frühjahr, der Frühfröste im Herbst, die — wie wir bereits erläutert haben — für den Nußbaum viel einschneidendere Wirkungen haben können als extreme Winterkälte.

Im Sommer, d. h. zur Zeit des höchsten Wasserbedarfs, sichert die größere Niederschlagshäufigkeit nicht nur ein stetiges Wachstum, sondern sie gestattet zudem dem Nußbaum das Auskommen und Gedeihen auf an sich sehr trockenen Standorten (Geröllhalden).

Die in den vorstehenden Tabellen zusammengestellten, respektive berechneten Klimawerte beziehen sich auf Freilandsverhältnisse (Schattentemperaturen), sie sind somit gültig für Nußbäume im Freistand, obschon auch bei diesen durch Gebäude etc. die wirklichen Klimaverhältnisse recht oft weit günstigere sind, als das die obigen Tabellen vermuten ließen. — Bei den Nußbäumen in den Waldungen kommen noch die Besonderheiten des Bestandesklima hinzu, wie sie neuerdings von *Burger* (2) bestätigt worden sind. Hervorheben möchten wir hier vor allem die Möglichkeit, daß im Bestandesinnern die Temperatur den Gefrierpunkt bisweilen nicht erreicht oder nicht unterschreitet, während das im Freiland der Fall ist. Zu erwähnen ist ferner die höhere Luftfeuchtigkeit im Bestandesinnern während der Vegetationszeit.

Alle diese Faktoren bewirken in den Föhntälern gegenüber den zum Vergleich herangezogenen Stationen des nordostschweizerischen Mittellandes ein etwas ausgeglicheneres Klima während der Vegetationszeit, das dem Nußbaum zusagt. Wie ja überhaupt die Verbreitung des Nußbaums in Europa eher auf einen ausgeglichenen ozeanischen, als einen kontinentalen Klimacharakter mit großen Gegensätzen als für ihn passend und geeignet hinweist.

## II. Der Nußbaum und die Bodenverhältnisse.

Bei der Behandlung der Beziehungen zwischen dem Nußbaum und den edaphischen Faktoren sollen vor allem der geologische Untergrund, die Bodenarten, der Feuchtigkeitsgehalt, die Bodenstruktur, die Azidität, der Nährstoff-, resp. Kalk- und Humusgehalt besprochen werden.

### 1. Geologischer Untergrund und Bodenarten.

Im Untersuchungsgebiet treffen wir den Nußbaum auf allen Gesteinsarten und auf allen geologischen Formationen, die innerhalb seiner klimatisch möglichen Verbreitungszone — in vertikaler Er-

streckung — überhaupt vorkommen, also auf Gesteinen mit recht verschiedenartigem Chemismus. Wir treffen ihn auf Kalken der Kreide- und Juraformation, auf kalk- und kalireichen Flyschen, auf Verrucano, auf polygener und Kalknagelfluh, auf Molassesandstein, ferner auf den Moränen des Rhein- und Linthgletschers, auf diluvialem Schotter, auf dem postglazialen Löß des Rheintals, wie auf kiesigen und sandigen Alluvionen oder auf losen oder verkitteten Trümmergesteinen.

Es sind das Gesteinsarten, die in den in Frage kommenden Meereshöhen einerseits Humuskarbonatböden (Rendzinaböden), anderseits jedoch Braunerdeböden ergeben.

## 2. *Bodenphysik etc.*

Alle diese Gesteinsarten, die wir soeben erwähnten, ergeben lockere, tiefgründige Böden, die zwar oberflächlich manchmal recht steril aussehen können, während in geringer Tiefe sehr oft eine frische, humose Erde vorhanden ist, die durch oberflächliche Schuttbewegungen überführt worden ist.

Bergsturzkegel, Gehängeschutthalden, Schuttkegel von Bächen, ja selbst gelegentlich von Lawinen sind es recht häufig, die dem Nußbaum als Wuchsorrt dienen: also geologisch ganz junge Bildungen.

Es dürften somit viel weniger die chemischen, als eher die physikalischen Eigenschaften dieser Böden, resp. Wuchsorste sein, die dem Nußbaum hier zusagen: die lockere Struktur des Bodens, die dadurch ermöglichte gute Durchlüftung und der Gehalt an mildem Humus.

Diese Schuttböden zeichnen sich auch dadurch aus, daß das Niederschlagswasser (Schneeschmelzwasser und Regen) sehr rasch in tiefere Bodenschichten versickert, so daß die oberen Bodenschichten häufig und schon kurze Zeit nach erfolgten Niederschlägen unter Trockenheit leiden, zumal da sie sich auch sehr rasch und stark erwärmen. Sie bieten somit der Vegetation nicht sehr günstige Standortsbedingungen dar und sind recht oft nur von einer dürftigen, krautigen Flora besiedelt. Oft fehlt auch diese gänzlich.

Wenn nun der Nußbaum gerade auf solchen Standorten besonders häufig angetroffen wird, so ist es keineswegs deshalb, weil sie ihm ganz besonders zusagen, sondern weit eher deshalb, weil er über die nötigen Eigenschaften und Organe verfügt, um die Ungunst des Wuchsorates erfolgreich zu überwinden.

Sein stark entwickeltes, weit ausgreifendes und fein verzweigtes Wurzelwerk befähigt ihn, selbst in trockensten und nährstoffärmsten Böden das lebensnotwendige Wasser aus großer Tiefe und in weitem Umkreis zu schöpfen und der Krone zuzuleiten und damit die mineralischen Nährstoffe. Das Wurzelwerk ist es somit, das dem Nußbaum ermöglicht, auf solchen Standorten zu leben, zu gedeihen und die Konkurrenz anderer Holzarten auszuhalten. Hier kann er sich behaupten, während er auf besten Standorten im Walde ohne menschliche Hilfe nur zu bald von Buchen, Eschen und Linden u. a. überflügelt und unterdrückt würde.

Als Flüchtling im Konkurrenzkampf ums Licht, um den Platz an der Sonne, hat sich der Nußbaum da und dort auf den trockenen Schutthalden angesiedelt, weil er deren extreme Standortsverhältnisse besser ertragen und überwinden kann als andere Holzarten.

### 3. Bodenchemie.

a) Bodenproben. Um das Verhalten des Nußbaums zur Reaktion (pH), zum Kalk- und Humusgehalt des Bodens etwas abklären zu können, haben wir an verschiedenen Nußbaumstandorten Bodenprofile geöffnet und Bodenproben entnommen. — Die weitere Untersuchung derselben wurde im Institut für spezielle Botanik (Prof. Dr. *E. Gäumann*) der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich durch die Herren dipl. Forstingenieur *K. Roth* und dipl. sc. nat. *L. Zobrist* durchgeführt, da wir dieselben aus naheliegenden Gründen nicht selbst besorgen konnten. Herrn Professor Dr. *Gäumann* sei auch an dieser Stelle für sein hochherziges Entgegenkommen und den beiden Herren *Roth* und *Zobrist* für die Durchführung der Bestimmungen recht herzlich gedankt.

Im November und Dezember 1929 wurden aus insgesamt 22 Bodenprofilen 52 Proben entnommen. Die Profile sind über das ganze Untersuchungsgebiet verteilt, nähere Angaben darüber, sowie über die Entnahmetiefen der Proben, Meereshöhe, Exposition, Untergrund, Bodenart, Bodendecke, Bestandesverhältnisse etc. sind nachfolgend zusammengestellt (siehe unten). In fast allen Profilen wurden 2—3 Proben entnommen und von oben nach unten je mit a, b und c bezeichnet. Die Entnahme erfolgte je an der Bodenoberfläche, respektive in 5—10 cm Tiefe, sowie im Bereich der stärksten Faserwurzelentwicklung. Bei 9 Proben wurde zudem auch eine Probe aus dem Bereich der untern Grenze der Faserwurzeln entnommen, bei einem Profil wurde nur eine einzige Probe gefaßt.

## Verzeichnis der Bodenprofile und Bodenproben:

Profil 1: Litten (Abt. 1), Gemeinde Sennwald (1. XI. 1929),  
530 m ü. M. E-exp. Kalkschutt, sanft geneigt.

Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm  
Probe b: 65 cm } humoser Lehm mit Kalktrümmern.

Reiner Nußbaumbestand, licht, zirka 70—120jährig. — Eschenjungwuchs, Brombeer, Nußlaub.

Profil 2: Litten (Abt. 1), Gemeinde Sennwald (1. XI. 1929),  
550 m ü. M. E-exp. Untergrund wie Profil 1.

Entnahmetiefen:

Probe a: 15 cm  
Probe b: 70 cm } Bodenart wie Profil 1.

Bestand wie Profil 1, Buchen in der Nähe. — Nußlaub, Bu-laub.

Profil 3: Sandloch (Abt. 9), Gemeinde Sennwald (1. XI. 1929),  
660 m ü. M. SSE-exp. Untergrund wie Profil 1.

Entnahmetiefen:

Probe a: 35 cm; humoser, sandiger Lehm mit Kalktrümmern.  
Probe b: 70 cm; humusarmer, sandig. Lehm mit Kalktrümmern.  
10—15jährige Nußbaumgruppe in dichtgeschlossener Bu-Eschenverjüngung. — Buchen- und Nußlaub.

Profil 4: Hintere Maialp (Abt. 1), Frümsen (17. X. 1929),  
490 m ü. M. SE-exp. Untergrund: Kalkschuttkegel, fast eben,  
sonnig und trocken.

Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm  
Probe b: 30 cm } Kalkschutt, dazwischen ziemlich humoser,  
Probe c: 70 cm } sandiger Lehm. Humusgehalt nach unten  
geringer werdend, Boden heller werdend.

80—100jährige Nußbaumgruppe, Weidgang. — Moos, kurzer Weiderasen.

Profil 5: Holzleui (Abt. 6), Frümsen (17. X. 1929), 680 m ü. M. SE-exp. Kalkschuttkegel des Breitleuibaches, mäßig steil, trockene Lage.

Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm; schwarze, humose Erde, steinig.

Probe b: 30 cm;

Probe c: 60 cm; heller, humoser, sandiger Lehm.

Reiner, lichter Nußbaumbestand, beweidet, viel Gestrüpp. — Rasen, diverse Kräuter, Physalis.

Profil 6: Gufere (Abt. 8), Frümsen (17. X. 1929), 680 m ü. M.  
SE-exp. Untergrund etc. wie in Profil 5.

Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm } lockere, schwarze Humuserde, mit Kalk-  
Probe b: 55 cm } trümmern.

Reiner, 60—90jähriger Buchenbestand, gut geschlossen, mit natürlicher Bu-Verjüngung. — Laubstreuennutzung. — 5—8 cm teilweise zersetztes Buchenlaub.

Profil 7: Hintere Maialp (Abt. 1), Frümsen (17. X. 1929), 480 m ü. M. E-exp. Kalk- und Bachschuttkegel, sanft geneigt, ziemlich trocken.

Entnahmetiefen:

Probe a: 5—10 cm; humoser, sand. Lehm mit Steinbeimengung.  
Probe b: 60 cm; sandiger Lehm mit Steinbeimengung.

Lichter Nußbaumbestand mit Eichenbeimischung, 60—100jährig; Weidgang. — Weiderasen.

Profil 8: Rüteli (Abt. 7), Frümsen (17. X. 1929), 480 m ü. M.  
E-exp. Untergrund etc. wie Profil 7.

Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm } humoser, sandiger Lehm mit reichlicher Stein-  
Probe b: 30 cm } beimengung.  
Probe c: 70 cm }

Zirka 100jährige natürliche Nußbaumgruppe mit alten, verlichteten Eichen. — Starke Bodenverwilderung mit Brombeer, Hasel, Hartriegel.

Profil 9: Aeußere Maialp (Abt. 11), Frümsen (17. X. 1929), 570 m ü. M. SE-exp. Kalkgehängeschutt, mäßig steil, trockene Lage.

Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm } schwarzer, humoser Lehm, darunter kom-  
Probe b: 70 cm } pakter Schutt.

80—100jähriger fast reiner Nußbaumbestand, lichter Schluß. Weidgang. — Dost, Taubnesseln, Brennesseln, Gräser.

Profil 10: Simmi, Gemeinde Gams (11. XI. 1929), 520 m ü. M.  
ENE-exp. Flysch- und Kalkschutt der Simmi, Sand und Steine.

Entnahmetiefen:

Probe a: 5—10 cm }  
Probe b: 25 cm } humose, sandige Erde, dunkel gefärbt.  
Probe c: 50 cm }

Reiner, ungleichaltriger Nußbaumbestand, z. T. Ziegenweidgang, teils Laubnutzung, gut geschlossen. — Nußlaub, Gras.

Profil 11: Simmi, Gemeinde Gams (11. XI. 1929), 530 m ü. M.  
ENE-exp. Untergrund etc. wie Profil 10, desgleichen Bodenart.  
Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm  
Probe b: 60 cm

Aus dem nicht geräumten Teil des Bestandes. — Nußlaub, Gesträuch.

Profil 12: Valeirishang bei Pflanzgarten, Gemeinde Mels (9. XII. 1929), 480 m ü. M. NNE-exp. — Verrucano, Gehängeschutt.  
Entnahmetiefen:

Probe a: 5—10 cm; humoser, schwarzer Lehm.  
Probe b: 40 cm; sandiger Lehm.  
Probe c: 70 cm; humusarmer, gelber Lehm.

Ungleicherhaltriger Laubholzbestand aus hauptsächlich Eschen, Buchen und alten Nußbäumen, gelegentliche Laubnutzung. — Laub, Moos, Kräuter.

Profil 13: Valeirisebene, Gemeinde Mels (9. XII. 1929), 470 m ü. M., völlig eben. Seezalluvionen aus Flysch- und Verrucano-gebiet. Grundwassertiefe 100—120 cm.

Entnahmetiefen:

Probe a: 15 cm; ziemlich humoser, grauer Flyschsand.  
Probe b: 50 cm; humusarmer Flussand und Kies.

Erlenniederwald mit eingepflanzten Nußbaumoberständern. Probe unter gut gedeihendem Nußbaum entnommen. — Laub, Brombeer.

Profil 14: Valeirisebene, Gemeinde Mels (9. XII. 1929), 465 m ü. M., völlig eben. Seezalluvionen bei der Einmündung des Kohlschlagerbaches. Probe aus 30—40 cm Tiefe: Verrucanosand bis 80 cm Tiefe, wenig humos, darunter gewaschener, reiner Flussand, noch tiefer Kies.

Erlenniederwald mit prachtvollen, 100—120 jährigen Nußbaum-überständern.

Profil 15: Baleratobel, Gemeinde Mels (10. XII. 1929), 690 m ü. M.  
NE-exp. Gehängeschutt aus rotem und grünem Verrucano.

Entnahmetiefen:

Probe a: 20 cm } humoser, sandiger Lehm mit Verrucano-  
Probe b: 60 cm } trümmern.

Sehr lichter Laubholzbestand von Nußbaum, Eiche, Esche etc., Laub, Gras, Gestrüpp, Weidgang. — Proben unter Nußbaum.

Profil 16: Baleratobel, Gemeinde Mels (10. XII. 1929), 700 m ü. M.

SE-exp. Diluvialer Schotter (Verrucano- und Flyschtrümmer).

Entnahmetiefen:

Probe a: 15 cm } braune, humose, sandige Lehmerde mit  
Probe b: 50 cm } Schotter durchsetzt.

Bestand wie Profil 15. — Moos, Gestrüpp, Detritus.

Profil 17: Schäferegg, Gemeinde Mühlehorn (XII. 1929), 530 m ü. M.

NNE-exp. Diluvialer Schotter (Verrucano).

Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm } rötlichbraune, lockere, frische Erde, in untern  
Probe b: 45 cm } Schichten naß, wasserzügig, mit ziemlicher  
Probe c: 90 cm } Steinbeimengung.

Lichter Laubholzbestand, teils Mittelwaldcharakter. Oberholz: Kirsche, Esche, Linde, Ahorn, Edelkastanie, Eiche, Buche, Nußbaum. Unterholz mit viel Eschenverjüngung, Weißenlengestrüpp, Hartriegel etc.

Profil 18: Eichholz, Gemeinde Weesen (9. XII. 1929), 450 m ü. M.

SSE-exp. Kalknagelfluh-Gehängeschutt (Speernagelfluh).

Entnahmetiefen:

Probe a: 10—15 cm; schwarzer, humoser Lehm.

Probe b: 40—50 cm; rotbrauner, mäßig humoser Lehm.

Probe c: ca. 90 cm; rotbrauner Lehm, Humusgehalt nimmt ab.

Unter prachtvollem Nußbaumoberständen in mittelwaldartigem Laubwald von Buchen, Eichen, Eschen, Linden, Nußbaum. — Laub, Reiser, zwischen Gehängeschutt und Blöcken.

Profil 19: Guflen, Gemeinde Niederurnen (XII. 1929), 670 m ü. M.,

SE-exp. Untergrund wie Profil 18.

Entnahmetiefen:

Probe a: 20 cm } gelbbrauner, mit viel Gesteinsbrocken durch-  
Probe b: 85 cm } setzter, lockerer, frischer Lehm, obere Schich-  
ten humos.

Lichter, gut geschlossener Laubholzbestand. Esche, Buche, Ahorn, Linde, Nußbaum (wenig).

Profil 20: Walenbergs, Gemeinde Mollis (XII. 1929), 570 m ü. M.

NE-exp. Gehängeschutt, teilweise Alluvionen des dortigen Bächleins, Kalkgebiet, Moränenreste.

Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm krümelig., sehr locker., gelblichbrauner, sand.  
 Probe b: 35 cm Lehm, humos, steinig, stark mit verwitterten  
 Probe c: 75 cm Verrucanosplittern durchsetzt, ziemlich frisch.

Ungepflegter Bauernwald, dicht geschlossen. Esche, Ahorn, Ulme, Linde, Eiche, Nußbaum, einzelne Fichten, viel Weißtannenjungwuchs.

Profil 21: Sool, Gemeinde Warth (XII. 1929), 720 m ü. M. S-exp. Verrucano, Gehängeschutt und Ablagerung der Warthrums.

Entnahmetiefen:

Probe a: 10 cm steiniger, frischer, rotbrauner, lockerer Boden,  
 Probe b: 65 cm oben humos, Streuenutzung selten.

Lichter, lückiger Laubholzbestand, verwildert. Esche, Ahorn, Linde, Kirschbaum, Nußbaum, Fichte, Hasel, Erle etc. — Moos, Farne, Gräser, Laub.

Profil 22: Hohlgand, Gemeinde Rüti (XII. 1929), 680 m ü. M. E-exp. Schuttkegel der Wüechtenruns.

Entnahmetiefen:

Probe a: 1—10 cm braune, lehmige, frische Erde, gut ge-  
 Probe b: 45 cm lockert und krümelig, humos. Steinbei-  
 Probe c: 85 cm mengung wechselt, schwach geschichtet.  
 Seit vielen Jahrzehnten schlagweise behandelter Erlenniederwald.  
 Esche, Ahorn, Ulme, Gesträucher und Dornen im Unterholz. Als  
 Oberständler: Nußbaum, Esche, Ulme, Ahorn, Buche, früher mit  
 Ziegen beweidet und sogenannte Bürgerlostesteile.

b) Die Bodenreaktion. Die pH-messungen wurden auf elektrolytischem Wege gemacht. Für die Humuskarbonatböden (Rendzina) der Profile 1—9 von Sennwald und Frümsen wurden folgende Werte gefunden:

Profil No.	Probe a	Probe b	Probe c
1	7,31	7,17	—
2	7,26	7,36	—
3	7,35	7,31	—
4	7,21	7,23	7,36
5	7,28	7,30	7,17
6	7,06	7,26	—
7	7,16	7,33	—
8	7,21	7,33	7,30
9	7,16	7,45	—

Die Braunerdeprofile No. 10—22 zeigten folgende pH-Werte:

Profil No.	Probe a	Probe b	Probe c
10	7,38	7,33	7,23
11	7,21	7,21	—
12	6,53	6,57	6,41
13	7,31	7,34	—
14	7,19	—	—
15	7,31	7,31	—
16	7,26	7,28	—
17	5,23	5,98	7,26
18	7,26	7,23	7,30
19	7,36	7,26	—
20	7,31	7,33	7,26
21	5,16	5,56	—
22	7,21	7,19	7,23

Die pH-Werte der Humuskarbonatböden liegen somit zwischen 7,06 bis 7,45, respektive zwischen 7,06 und 7,35 in der obersten und zwischen 7,17 und 7,45 in den tiefern Bodenschichten. Diese Böden sind somit neutral oder schwach alkalisch, was im Hinblick auf den geologischen Untergrund nicht weiter verwundert, zumal es ausschließlich sehr junge, unreife Böden sind. Die Amplitude, innert welcher die pH-Werte der 2—3 Proben desselben Profils schwanken, beträgt 0,04 bis 0,29, im Mittel 0,147.

Größere Unterschiede zeigen naturgemäß die Säurewerte der Braunerdeprofile, und zwar unter sich, sowie auch innerhalb der Proben des einzelnen Profiles. Hier schwanken die pH-Werte zwischen 5,16 und 7,38, also um 2,22. Die Profile No. 12, 17, 21 aus dem Verrucanogebiet zeigen schwach saure bis stark saure Reaktion; diese drei Profile weisen zugleich auch die größten pH-Unterschiede innerhalb desselben Profiles auf, nämlich No. 12: 0,11, No. 17: 2,03 und No. 21: 0,4.

Alle übrigen Profile haben schwach alkalische Reaktion mit relativ geringen Unterschieden der pH-Werte im Profil (0—0,15).

Die untersuchten Bodenprofile und Bodenproben sind zu wenig zahlreich, um daraus eine pH-Kurve zu konstruieren, die gestatten würde, den Nußbaum in seinem Verhalten zur Bodenreaktion definitiv zu klassifizieren. Immerhin dürften sie zahlreich genug sein, um daraus mit ziemlich großer Wahrscheinlichkeit abzuleiten, daß der Nußbaum in bezug auf die Bodenreaktion nahezu indifferent ist, einen großen

pH-Bereich besitzt und selbst erhebliche pH-Schwankungen erträgt im Bodenprofil seines Wuchsortes.

Die zahlreichen Vorkommnisse des Nußbaums auf Verrucano, der wohl an den meisten Standorten ähnliche pH-Verhältnisse aufweisen dürfte, wie die Profile No. 12, 17 und 21, mögen obige Vermutung bestätigen, zumal da das Gedeihen des Nußbaums auf Verrucano mit saurem Boden durchschnittlich kein merkbar anderes ist, als z. B. im Kalkgebiet, wo ebensosehr gutes und schlechtes Gedeihen des Nußbaums nebeneinander hergehen können.

c) Kalkgehalt der Bodenproben. Der hohe Kalkgehalt aller Teile des Nußbaums, vgl. *Fankhauser u. a. O.* (5 und 7) deutet darauf hin, daß sein Kalkbedarf recht groß ist.

Es wurde deshalb eine Anzahl Bodenproben auch auf den Gehalt an Calciumcarbonat untersucht. Wir glaubten uns um so eher auf eine Auswahl von Proben beschränken zu können, als der Kalkgehalt mit den Zahlen der Bodenreaktion einigermaßen parallel geht, wenigstens bei Proben derselben Bodenart. Bei einigen Bodenprofilen wurden Mischproben hergestellt durch Mischung gleicher Gewichtsteile der Einzelproben. Die unten mitgeteilten Ergebnisse sind Mittelwerte aus Doppelbestimmungen, ermittelt nach der Methode Passon. Die Resultate der Kalkbestimmungen, die ebenfalls in höchst verdankenswerter Weise vom Institut für Spezielle Botanik der E. T. H. in Zürich besorgt wurden, sind folgende:

#### Humuscarbonatböden:

Mischprobe aus Profil 1 :	1,82 %	Calziumcarbonat
"      "      "      5 :	46,30 %	"
"      "      "      7 :	37,61 %	"
"      "      "      9 :	0,52 %	"

#### Braunerdeböden:

Mischprobe aus Profil 10 :	16,19 %	Calziumcarbonat
"      "      "      12 :	0,02 %	"
"      "      "      13 :	20,49 %	"
"      "      "      18 :	1,17 %	"
"      "      "      20 :	33,46 %	"
"      "      "      21 :	0,18 %	"
Einzelprobe "      "      "      17a :	0,00 %	"
"      "      "      17b :	0,05 %	"
"      "      "      17c :	0,84 %	"

Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhange weniger die kalkreichen, als die kalkarmen Böden der Profile No. 1, 9, 12, 17, 18, 21, die trotzdem dem Nußbaum ein gutes Gedeihen sicherten. Es muß hier erneut auf die Bedeutung des gut entwickelten Wurzelwerkes hingewiesen werden, das die Kalkversorgung sicherstellt, sofern der Boden genügend locker und tiefgründig ist. Diese physikalischen Eigenschaften des Bodens findet der Nußbaum jedoch nur auf Geröll- und Schutthalden, auf Alluvionen. Im Verrucanogebiet ist der Nußbaum deshalb hauptsächlich auf solchen Standorten zu finden, während er zähe, bindige, steinarme, tonige Lehmböden eher zu meiden scheint, und dort, wo er auf sie verpflanzt worden ist, ein schlechtes Gedeihen zeigt, träge wüchsigt und auch in bezug auf die Form oft nicht befriedigt.

Weiteren Untersuchungen durch ein wissenschaftliches Institut bleibt noch abzuklären, ob und wie sich eventuell der Kalkgehalt der einzelnen Organe des Nußbaums und der Kalkbedarf ändern bei wechselndem Kalkgehalt des Bodens.

d) Humusgehalt der Bodenproben. Die Bestimmung des Humusgehaltes einiger ausgewählter Misch- und Einzelproben wurde ebenfalls vom Institut für Spezielle Botanik der E. T. H. in sehr verdankenswerter Weise durchgeführt. —

Die Resultate sind Mittelwerte aus Doppelbestimmungen nach der jodometrischen Methode zur Kohlenstoffbestimmung. Näheres hierüber ist nachzulesen bei *Pallmann* und *Zobrist* (19). Die Resultate sind folgende (auf den gesamten Humusgehalt umgerechnet):

#### Humuscarbonatböden:

Mischprobe aus Profil 1 :	7,19 %	Humus
" " " 5 :	7,29 %	"

#### Braunerdeböden:

Mischprobe aus Profil 10 :	7,28 %	Humus
" " " 13 :	1,46 %	"
" " " 20 :	4,19 %	"
Einzelprobe " " 12a:	7,87 %	"
" " " 12c:	1,42 %	"
" " " 18a:	13,26 %	"
" " " 18c:	2,79 %	"

Mit Ausnahme von Profil 13 (Flußalluvionen der Seez, Sand) zeichnen sich alle Böden, zum mindesten in den oberen Schichten, durch einen ziemlich großen bis sehr großen Humusgehalt aus, der in allen Fällen durch das jährlich abfallende Laub bedingt ist.

e) Zusammenfassung. Dr. *Fankhauser* schrieb in seiner Monographie des Nußbaums (7) in *Kirchner, Löw und Schröter, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas*:

„Wohl die vornehmsten Eigenschaften, welche der Walnußbaum vom Boden verlangt, sind Tiefgründigkeit und Lockerheit, daher sein hervorragendes Gedeihen auf dem angeschwemmten Terrain der Flußniederungen, auf den Schuttkegeln der Wildbäche und auf den leichten, reichlich mit Gesteinstrümmern durchsetzten Böden am Fuße von Berglehnen. Nasse oder gar sumpfige Standorte hingegen meidet er, und auch schwere und bindige Böden sind ihm zuwider, er bleibt auf solchen Standorten kurz und entwickelt seine Krone stark in die Breite.“

Was Dr. *Fankhauser* mit genialem Blick, ohne Bodenanalysen, erkannt hat, das dürfen wir auf Grund eigener Beobachtungen bestätigen. Wir glauben auch, aus den mitgeteilten Resultaten der chemischen Bodenanalysen eine Bestätigung des Gesagten ersehen zu können.

Schon 1904 schrieb Dr. *Fankhauser* in der Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen (5):

„Was er verlangt, ist ein ausreichender Gehalt an Kalk, denn der Nußbaum gehört zu den ausgesprochenen Kalkpflanzen. Wo er jenen findet, begnügt er sich mit außerordentlich wenig Humus.“

Heute wissen wir aus den Analysen, daß dieser Kalkgehalt außerordentlich gering und trotzdem noch genügend sein kann, sofern der Boden so tiefgründig und so locker ist, daß der Nußbaum seine Wurzeln weit genug ausstrecken lassen kann, um auf diese Weise die Kalkversorgung sicherzustellen. Analoges gilt für den Humus. Es sind uns aus dem Seez- und Wallenseegebiete zur Genüge Beispiele von Nußbäumen bekannt, die in tiefem, fast völlig humusfreiem Kalkgeröll stehen und dennoch üppig gedeihen, und das trotzdem der Boden so steril ist, daß jede krautige Vegetation völlig fehlt. Diese Nußbäume zeugen gewiß bereit für die Anspruchslosigkeit dieser Holzart in bezug auf den Nährstoffgehalt des Bodens, sie zeigen, was der Nußbaum ertragen kann, und was er zu leisten vermag.

### III. Der Nußbaum und die Ortslage.

Die Beziehungen zwischen Nußbaum und Ortslage sind bedingt durch Geländeform, Exposition und Inklinierung.

#### 1. Geländeform.

Die Tatsache, daß die Nußbaumstandorte weit häufiger Konkavformen (Mulden) als Konvexformen (Buckel, Rücken, Felsrippen etc.)

sind, läßt sich im Untersuchungsgebiet überall beobachten. Die Ursachen dafür dürften wohl in den ganz allgemein bessern Standortsbedingungen der Konkavformen zu suchen sein, so vor allem geschütztere Lage, größere Bodenfeuchtigkeit, größere Gründigkeit und Lockerheit des Bodens, Nährstoffreichtum etc. Das häufige Vorkommen des Nußbaums auf Bachschuttkegeln steht mit dieser Feststellung keineswegs im Widerspruch, denn der Schuttkegel — an sich wohl eine Konvexform — bildet beidseitig mit dem allgemeinen Talhang zusammen eben doch wieder zwei Konkavformen, für welche die genannten Standortseigentümlichkeiten zutreffen.

## 2. Exposition und Inklination.

Wie aus der räumlichen Verteilung und Verbreitung der Nußbäume im Untersuchungsgebiet hervorgeht, sagen dem Nußbaum von Norden nach Süden verlaufende Talhänge nicht besonders zu. Alle wichtigeren Vorkommnisse des Nußbaums im Walde haben Südost-, Süd- oder Südwestexposition, das läßt sich sowohl in großen Zügen, als auch im Kleinen belegen. Aber auch die Nordwest-, Nord- und Nordosthänge tragen noch recht viele Nußbäume, sofern sie nicht sehr steil sind. Schon *Kasthofer* (12 u. 13) hat darauf hingewiesen, daß der Nußbaum die Alpenlängstäler den Quertälern vorziehe.

Diese Tatsachen stehen mit der besseren, länger dauernden Insolation der Südost-, Süd- und Südwesthänge gegenüber den nur kurz besonnten, bald im Bergschatten liegenden Ost- und Westhängen enger Quertäler in ursächlichem Zusammenhang. Desgleichen ist es ebenfalls die bessere Besonnung mäßig steiler oder flacher Nordwest-, Nord- und Nordosthänge, die den Nußbaum auch hier noch recht gut gedeihen läßt. Im Frühjahr und Herbst, wenn die Hänge vielleicht bei niederem Sonnenstand nur flach überschienen werden, und sich nur relativ schwach erwärmen, dann tritt der Föhn in die Lücke und spendet die sonst eventuell fehlenden Kalorien.

Südost-, Süd- und Südwesthänge sind im allgemeinen „frühe“ Lagen, dank gerade der besseren Insolation und Erwärmung, oft auch in höherem Maße spätfrostgefährdet. Demgegenüber sind die Nordwest-, Nord- und Nordosthänge „späte“ Lagen, in denen die Vegetation verhältnismäßig spät austreibt und somit auch weniger unter Spätfrösten zu leiden hat. Die „Schattenhänge“ können so manchen Schaden durch ihr späteres Erwachen vermeiden, den die Sonnseite nur dank der besseren und länger dauernden Erwärmung ausheilen kann. Für

den Nußbaum, der ohnehin verhältnismäßig spät austreibt, wird die an sich vorteilhafte Verspätung der Schattseite oft genug durch den Föhneinfluß wieder aufgehoben.

#### IV. Der Nußbaum und biotische Faktoren.

In diesem Kapitel wäre eigentlich auch die Konkurrenz anderer Holzarten zu behandeln, doch möchten wir dieser vielgestaltigen Frage den zweiten Hauptteil speziell widmen. Wir beschränken uns deshalb auf die Nennung einiger pflanzlicher und tierischer Schädlinge, die wir im Verlaufe unserer Untersuchungen angetroffen haben, sowie auf die Darstellung einiger Beziehungen des Nußbaums zum Menschen.

##### 1. Pflanzliche Schädlinge.

a) Mistel. Wir haben im Verlaufe der Jahre Tausende von Nußbäumen gesehen, doch niemals einen, der von der Mistel (*Viscum album L.*) befallen war. Diese negative Feststellung mag hier speziell vermerkt werden, wobei wir uns weiteren Schlußfolgerungen enthalten wollen.

b) Pilze. Fleckenkrankheiten an Blättern und fleischigen Fruchthüllen konnten fast überall festgestellt werden, doch nirgends war der Befall stark und nirgends derart, daß Befürchtungen für die Nußernte oder das Leben der Nußbäume aufkommen konnten. Immerhin verursachten die Fleckenkrankheiten durch Zerstörung des Blattgewebes Zuwachsverluste, ferner Ernährungsstörungen im Blatte selber.

Ernsterer Natur scheint der *Favolus*-Befall der Nußbäume in der Holzleui-Frümsen zu sein, der erst 1930 und 1931 in nennenswertem Umfange spürbar wurde. Da dieser Pilz, *Favolus europaeus*, bisher nur auf stark frostbeschädigten Randbäumen schlechter Standorte, die zudem in den meisten Fällen bei einer Weideräumung und Planierung in den Jahren 1928 und 1929 irgendwie mechanisch beschädigt wurden (Wurzelverletzungen, Kappung derselben etc.), aufgetreten ist und sie meistens auch abtötete, sofern sie nicht vorher geschlagen wurden, so glauben wir dieses starke Auftreten mit diesem Zusammentreten ungünstiger Umstände in begründeten Zusammenhang bringen zu dürfen. Im geschlossenen Bestande gab es keine starken Frostbeschädigungen und auch keinen *Favolus*-befall. Der Abgang in Frümsen beträgt in den beiden genannten Jahren etwa 120 Stämme und beschränkte sich auf einzeln oder sonstwie etwas exponiert stehende oder wurzelbeschädigte Bäume.

## 2. Tierische Einflüsse.

Auf den von *Favolus europaeus* befallenen Nußbäumen konnten wir Mitte September 1929 auch einige Insektenschädlinge feststellen. Herr Prof. Dr. *O. Schneider-v. Orelli* in Zürich, der die Bestimmung der Insekten in verdankenswerter Weise besorgte, wies in seinem Schreiben vom 2. Oktober 1929 darauf hin, daß die betreffenden Schädlinge normalerweise einer weitgehenden Prädisposition der Bäume bedürfen, um stehende Bäume anzugehen, wie das ja tatsächlich auch zutraf. Die Mehrzahl der Fraßgänge rührte von *Hylecoetus dermestoides* L. her, einer Werftkäferart, welche vor allem in den Strünken von Laub- und Nadelbäumen anzutreffen ist, während sie hier in Stammpartien einige Meter über dem Boden getroffen wurde. — Ferner waren Bohrgänge von *Xyleborus saxeseni* Ratz., des Saxesens Holz-Bohrkäfers festzustellen. Auch ein kleines Exemplar von *Cerambyx cerdo* L., des großen Eichenbockkäfers, wurde gefangen, und in der Rinde fanden sich ferner Fraßgänge einer andern *Cerambyx*- oder *Saperda*-Art, welch letztere nicht sicher bestimmt werden konnten, da Imagines fehlten.

In Maikäferflugjahren fressen die Maikäfer (*Melolontha vulgaris* L.) mit Vorliebe das junge Laub und eventuell auch die weiblichen Blüten der Nußbäume; in der Zwischenzeit nagen die Engerlinge vermutlich auch an den feinen, zarten Faserwurzeln.

Den Nüssen stellen Häher, Mäuse und Eichhörnchen nach, sie schmälern die Ernte und erschweren, ja verunmöglichen oft genug eine natürliche Verjüngung. Demgegenüber helfen aber gerade Häher (?) und Eichhörnchen mit, die Holzart zu verbreiten, indem sie häufig Nüsse verschleppen oder im Fluge fallen lassen. Wir selber haben im Herbst 1927 in Frümsen auf dem Dunkelstein in zirka 1100 m Meereshöhe, d. h. zirka 300 m höher oben als der nächste und in dortiger Gegend oberste Nußbaum, eine ganz frische Nuß im Walde liegen gefunden, die mit größter Wahrscheinlichkeit von einem Tiere (Vogel?) dorthin verschleppt und fallengelassen wurde.

## 3. Menschliche Einflüsse.

Die mannigfachen Beziehungen des Menschen zum Nußbaum, die nach den Funden *Neuweilers* (17) in den Pfahlbauten von Wangen und Bleiche-Arbon in unsrern Gegenden sogar bis in die jüngere Steinzeit zurückreichen (zirka 2000 v. Chr.) dürften, beruhen auf der vielseitigen Verwendbarkeit aller Teile des Nußbaums im täglichen Leben. Wir haben diese Dinge an anderer Stelle dargestellt und auch

versucht die Geschichte des Nußbaums im Untersuchungsgebiete zu skizzieren (28). Indem wir auf jene frühere Publikation verweisen, beschränken wir uns hier auf die Behandlung nur derjenigen Beziehungen des Menschen zum Nußbaum, die mit seinem Auftreten als Waldbaum im Zusammenhange stehen.

a) **Unbewußte Verbreitung und Begünstigung.** In der II. Hälfte des 18. und der I. Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden in vielen Teilen des Untersuchungsgebietes, besonders im St. Galler Oberland große Kahlschläge getätigt. Die damaligen wirtschaftlichen Zustände waren einer baldigen Wiederbestockung recht ungünstig. Vielerorts entstanden damals ausgedehnte Gestrüpphalden, die von Ziegen und Rindvieh beweidet waren. Als sich dann in der II. Hälfte des verflossenen Jahrhunderts die forstlichen Verhältnisse besserten, dank einer vortrefflichen Gesetzgebung, dank auch der Wirksamkeit einer endlich eingeführten forstlichen Organisation, da war gerade die Fichtenkultur große Mode; das Laubholz war in Nadelholzbeständen verpönt. Solche Zeiten waren einer Berücksichtigung des Nußbaumes im Walde nicht zuträglich. Wo der Nußbaum noch verblieb und ausharrte, waren es ganz schlechte Bestände und Standorte, Gestrüpphalden und dergleichen, wo er sich nach dem Kahlschlag vorerst vermutlich aus Stockausschlägen regeneriert hat. Es waren Waldorte, die von der damaligen „geregelten Wirtschaft“ — *horribile dictu* — nicht oder noch nicht berührt worden waren. Da hielt er durch, da verjüngte er sich, da blieb sein Bestand vermutlich auch einigermaßen stationär. Hier wuchs er heran und bildete mit der Zeit ein wertvolles Oberholz über einem ziemlich minderwertigen, wenig oder gar nicht gepflegten Unterholz. Valeistobel der Ortsgemeinde Wangs, Valeiris-Saxholz der Ortsgemeinde Mels, die beiden Gufern der Ortsgemeinde Flums-Dorf, sowie die jetzt allerdings größtenteils verschwundenen Nußbäume im jetzigen Aufforstungsgebiet „Unterberg“ bei Heiligkreuz-Mels gehören in diese Kategorie, nebst einigen andern, weniger wichtigen Nußbaumvorkommnissen. Die sich nunmehr einstellenden Nußholzerträge und hohen Gelderlöse, dann aber auch der inzwischen erfolgte Umschwung in der Waldbaulehre zugunsten einer naturgemäßen Waldbehandlung und gemischter Bestände, das Streben nach Qualitätsverbesserung der Hölzer auch in der Forstwirtschaft, das alles konnte dem Nußbaum nur nützen. Man betrachtete ihn immer weniger mehr als zu entferndes Unkraut, sondern als wertvolles Bestandsglied. Immerhin kennen wir heute noch waldbesitzende Gemeinden, wo der die im Gemeindewerk

durchgeführten Reinigungshiebe und Durchforstungen leitende und überwachende Revierförster noch die größte Mühe hat, den Aushieb aller nichtbuchen Laubhölzer durch die Bürger zu verhindern. Der tiefere Grund dürfte hier zwar weniger in einer Geringschätzung des Nußbaums u. a. edler Laubhölzer liegen, als in der Angst, durch deren Begünstigung könnte der Laubstreuuertrag der Buchen zurückgehen.

Neben dieser unbewußten Begünstigung des Nußbaums durch Vernachlässigung von Laubholzbeständen gibt es noch eine weitere Art der Begünstigung, die an einzelnen Orten schon zur Begründung ganzer Nußbaumhaine und reiner Bestände geführt haben dürfte, allerdings unter Mithilfe von Tieren.

Es kommt ja so häufig vor, daß die auf Aeckern zusammengelesenen Steine am Rand derselben an Haufen geworfen oder in Lebhecken deponiert werden. Solche Steinhaufen in der Nähe fruchttragender Nußbäume werden von Eichhörnchen etc. sehr oft gewählt zum Verstecken ihrer Nahrungsvorräte, von Baumnüssen, Haselnüssen u. dergl. Nur zu oft finden diese flinken Nager ihre Vorräte nicht mehr, so daß diese im folgenden Frühjahr auskeimen können und dank ihrer reichverzweigten Wurzeln auch auf mageren Steinböden gedeihen. Waren dann diese Aecker ohnehin wenig abträglich, dazu noch stark parzelliert, so konnte es leicht vorkommen, daß die Nußbäume überhand nahmen und zum Verlassen der Aeckerchen zwangen, worauf sie zum geschlossenen Bestande zusammentraten. Auf diese Weise soll der Nußbaumbestand in der Holzleui-Frümsen auf ehemaligen Bürgerpflanzteilen (d. s. unter die Bürger aufgeteilte, aber im Eigentum der Gemeinde verbleibende Aecker) entstanden sein.

b) Bewußte Begünstigung und Kultur. Diese Art der Nußbaumverbreitung ist in der Landwirtschaft die allgemein übliche, doch kennen wir auch forstliche Beispiele.

An verschiedenen Orten wurden in den letzten zwei Dezennien Nußbäume auch im Walde gepflanzt, meistens in der Absicht, sie als Oberholz über einem Weißenlenunterholz nachzuziehen. So kennen wir derartige Nußbaumkulturen in weitem Verband in den Seezauenwaldungen von Mels, auf den trockenen Liasschutthalden der Gufere bei Flums.

Da und dort wurden einzelne Nußbäume an Waldwegen gesetzt (Murg).

c) Schädigungen durch den Menschen. Das Ernten der Nüsse geschieht innerhalb und außerhalb des Waldes meistenorts in

einer Art und Weise, die als Vandalismus zu bezeichnen ist. In bäuerlichen Kreisen herrscht noch vielfach die durchaus veraltete und irrige Ansicht, die Nüsse müßten mit langen Stangen heruntergeschlagen werden, weil dann die Triebe besser und rascher wachsen würden. Wenn aber die Nüsse nach eingetretener Reife von den Bäumen geschüttelt werden, so wird das Holz geschont, statt verstümmelt, der Früchteertrag steigert sich, und die Kronenform bleibt eine bessere. Zudem werden nach dem Herunterschlagen und Beschädigen der jüngsten Zweige die schlafenden Augen älterer Zweige zur Entwicklung in vermehrtem Maße angeregt, so daß nach Spätfrösten und dergleichen der Ersatz der erfrorenen Triebe aus schlafenden Knospen viel schwieriger und langsamer vor sich gehen wird. Wenn dann solche Bäume zu serbeln beginnen, so wird natürlich in erster Linie der Frost beschuldigt und nicht die wiederholte Schädigung der Bäume während der Nußernte. — Mag auch diese Art der Schädigung bei Nußbäumen im Walde seltener sein, so gibt es doch im Untersuchungsgebiet noch Fälle, wo sie sich in Selven, Nußbaumhainen etc., deren Nüsseertrag alljährlich öffentlich versteigert wird, recht fühlbar macht und wenigstens teilweise verantwortlich zu machen ist für die dort häufig zu beobachtenden schlechten Stamm- und Kronenformen.

---