Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 60 (1962)

Heft: 10

Artikel: Vergleiche der Bewässerungsbedürftigkeit auf klimatischer Grundlage zwischen Berner Mittelland und Unterengadin

Autor: Ambühl, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-217700

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: 09.07.2025

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

Vergleiche der Bewässerungsbedürftigkeit auf klimatischer Grundlage zwischen Berner Mittelland und Unterengadin

Von Dr. E. Ambühl, Liebefeld-Bern

Die Fragen der Bewässerungsbedürftigkeit landwirtschaftlich genutzter Flächen gewinnen bei der herrschenden Intensivierung des Landbaues zunehmend an Bedeutung. In vorliegender Arbeit wird der Versuch unternommen, an zwei praktischen Beispielen die Beziehung zwischen dem Klima mit seinen zugehörigen spezifischen Witterungsabläufen einerseits und den landwirtschaftlichen Erträgen anderseits herauszuarbeiten, um auf diesem Wege zu Kriterien für die Bewässerungsbedürftigkeit zu gelangen.

Die Heuernten erscheinen für diese Untersuchung aus drei Gründen besonders geeignet: In den Trockengebieten unseres Landes ist das Wiesland flächenmäßig viel ausgedehnter als der Ackerbau; es spielt weitaus die größere Rolle (Ausnahme: Walliser Weinbaugebiete). Der Grasertrag reagiert empfindlicher auf Regenklemmen als Hackfrüchte. Hingegen sind die Ergebnisse der Heuernten viel weniger abhängig von kurzfristigen Witterungsereignissen (zum Beispiel Frost, Gewitter, Hagel, Schneefall) als etwa Getreide, bei dem in der Folge eines schweren Gewitters bedeutende Ernteausfälle entstehen können, obwohl die meteorologischen Bedingungen in der übrigen Zeit, welche für die Ertragshöhe maßgebend ist, günstig gewesen sein mögen.

Zur Darstellung des Klimaverlaufes kann man sich auf diejenigen Witterungsfaktoren beschränken, welche die Heuqualität aus Naturwiesen wesentlich beeinflussen. Wir vermuten, es seien Niederschlag, relative Feuchtigkeit der Luft und Lufttemperatur. Den weiteren Überlegungen liegen daher die Meßwerte dieser Witterungsfaktoren für die alljährlichen Vegetationsperioden zugrunde.

In der Regel ergrünen die Wiesen im Berner Mittelland (500 bis 600 m über Meer) um die Zeit der Tagundnachtgleiche und entwickeln sich in dem bekannten Wachstumsrhythmus, dessen einzelne Abschnitte von verschiedener Dauer und auch in sich nicht einheitlich sind[1]. Der Beginn der Wetterbeobachtungszeitspanne wird gemäß diesen Überlegungen auf den 21. April, also auf den Zeitpunkt, in dem das Gras einen merklichen Zuwachs zu zeigen beginnt, festgelegt, das Ende auf den 20. Mai, kurz vor dem ersten Schnitt des Grases.

Vielfache Hinweise und Diskussionen über Randgebiete des betreffenden Problems sowie Zahlenmaterial verdanke ich den nachstehend genannten Fachleuten: Herrn Dr. *H. Brugger,* Schweizerisches Bauernsekretariat, Brugg; Herrn *A. Liechti,* Dipl.-Ing. Agr., Plantahof, Landquart; Herrn Dr. *W. Lüdi,* alt Direktor des Geobotanischen Institutes Rübel an der ETH, Zollikon; Direktion und Verwaltung der Landwirtschaftsschule Rütti, Zollikofen; Herrn *E. Schibli,* kantonaler Kulturingenieur Graubünden, Chur; Verwaltung der kantonalen Landwirtschafts- und Haushaltungsschule Schwand bei Münsingen; Herrn *C. Vital,* Dipl.-Ing., Zuoz.

[1] Die Tagesmittel der Temperatur zur genannten Zeit betragen gegen 5 Grad; die Maxima in der Regel um 10 Grad.

Mit der Festlegung einer solchen Zeitspanne und der Annahme, das maßgebliche Wachstum des Grases erfolge in dieser Periode, nimmt man bewußt einen Fehler in Kauf. Von Jahr zu Jahr variieren der Zeitpunkt, in dem die Vegetation einen bestimmten Stand erreicht, und die Dauer der anschließenden Entwicklungsperiode. Wie groß sind nun diese jährlichen Unterschiede? Der Verfasser hat seit 1941 in Liebefeld/Bern alljährlich im Frühling einen bestimmten Zustand im Wachstum der Dauerwiesen beobachtet. Er hat festgestellt, daß die interessierenden Extremwerte 21 Tage auseinanderliegen (14. April 1948/5. Mai 1956 und 1958). Als Regel hat er gefunden, daß die Abweichung indessen nur ±6 Tage von einem mittleren Datum beträgt.

Die Angaben über die Heuerträge von Naturwiesen wurden den Erhebungen und Schätzungen auf dem Gebiete der Landwirtschaft, bearbeitet vom Schweizerischen Bauernsekretariat, entnommen.

Heuerträge von Naturwiesen, Bern, Mittelland (q/ha), 1921–1956

1921	49,8	1931	53,3	1941	49,2	1951	59,2
1922	*35,3*	1932	53,1	1942	55,6	1952	51,9
1923	50,2	1933	55,1	1943	58,9	1953	42,8
1924	*61,6*	1934	45,1	1944	53,7	1954	54,7
1925	58,6	1935	52,8	1945	48,1	1955	57,7
1926	50,4	1936	50,5	1946	46,8	1956	57,6
1927	57,2	1937	55,1	1947	42,8		
1928	55,1	1938	54,7	1948	53,9		
1929	56,3	1939	55,1	1949	60,0		
1930	60,5	1940	44,3	1950	56,9		

Mittel der 36 Jahre = 52,9 q/ha ± 5,8 q/ha.

Für die folgenden Untersuchungen werden die Heuerträge eingeteilt in «gute», «mittelmäßige» und «schlechte» Ernten. Als mittelmäßige Ernten bezeichnen wir zwei Drittel aller Ernten; es sind diejenigen, welche von der mittleren Ernte weniger als 5,8 q/ha abweichen. Erträge mit über 58,7 q/ha sind als gute, solche mit weniger als 47,1 q/ha als schlechte Ernten bezeichnet. Die Einteilung erfolgte auf Grund des Gaußschen Fehlergesetzes, welches sich auf unsern Fall gut anwenden läßt. In der folgenden Betrachtung wollen wir lediglich die schlechten und guten Ernten sowie die ersten Werte aus dem Felde «mittelmäßig» weiter verfolgen. Es sind dies der Reihe nach:

Schlechte Ernten: 1922, 1947, 1953, 1940, 1934, 1946 und 1945
Gute Ernten: 1924, 1930, 1949, 1951, 1943 sowie 1925 und 1955

1922 wies nur 67% eines Normalertrages auf; 1924 dagegen 116%.

Die Resultate dieser 14 Jahre stellen wir in 3 Koordinatensysteme. Die Achsen schreiben wir mit Temperatur (Mittelwert), relativer Feuchtigkeit (Mittelwert) und Niederschlag (Summe) an. Diese meteorologischen Angaben beziehen sich auf die beobachtete Zeitspanne (21. April bis 20. Mai).

Sie stammen aus dem Observatorium Bern. Der Verfasser setzt voraus, daß diese Messungen über ein Gebiet von mehreren Quadratkilometern anwendbar seien, wobei er sich aber der Problematik der Erhebung von derartigen Daten durchaus bewußt ist.

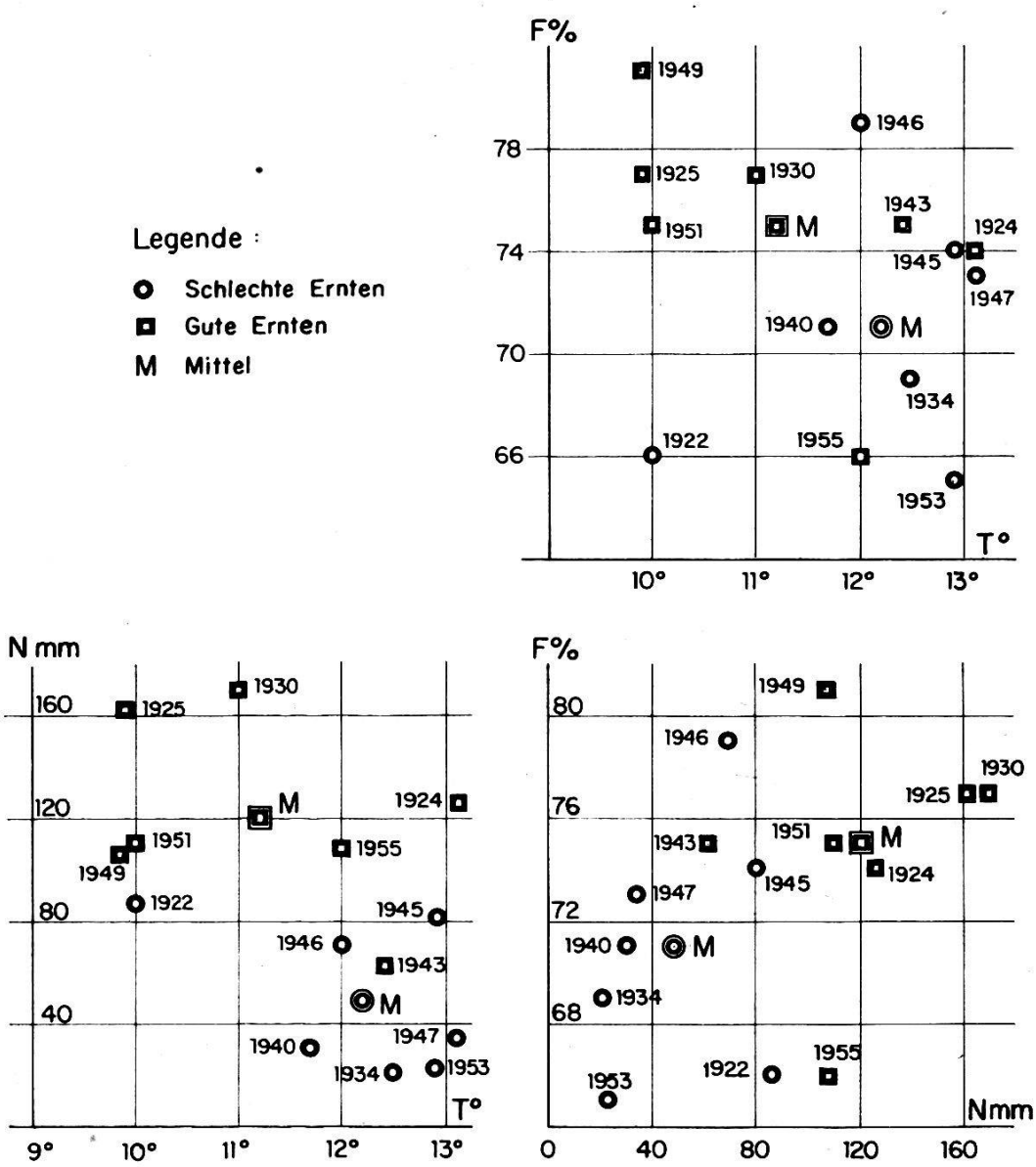

Fig. 1. Schlechte und gute Heuerträge in Beziehung zu Temperatur- (T) und relativem Feuchtigkeitsmittel (F) sowie Niederschlagssumme (N). (Zeitraum: 21. April bis 20. Mai. Bern 572 m)

Man sieht, daß dort, wo die Temperatur mitberücksichtigt wurde (Fig. 1), ihr kein merklicher Einfluß auf die quantitative Gestaltung der Heuernten zugeschrieben werden kann: praktisches Zusammenfallen der Punkte der Jahre 1947 mit 1924 (sehr schlechte und sehr gute Ergebnisse) in der Gegenüberstellung Temperatur/relative Feuchtigkeit. Ähnliches läßt sich auch von der Darstellung Temperatur/Niederschlag sagen.

Daß die Temperatur auf die mengenmäßige Gestaltung der Heuernte keinen Einfluß haben soll, bedarf einer eingehenderen Erklärung. Ihr Bereich, in welchem

der Graswuchs ungehindert vor sich gehen kann, dürfte zwar ein relativ großer sein und beide diskutierten Gebiete umfassen. Je mehr wir indessen in die Berglagen steigen, desto häufiger werden diejenigen bescheidenen Wärmegrade auftreten, welche dem Pflanzenwachstum kaum mehr förderlich sind, so daß die benötigte Wärmesumme mit zunehmender Höhe weniger und weniger erreicht wird und die Pflanze sich mit geringeren Ausmaßen zufrieden geben muß oder überhaupt nicht mehr zu existieren vermag. Nach der Landeskarte liegt in der Schweiz die höchstgelegene Vegetationsfläche auf 3320 m in günstiger W-Exposition am Gugla (NNW-Ausläufer des Dom) im Nikolaital im Gebiet der Gemeinde St. Niklaus. Im Juli dürfte sich für jene Höhe ein Wärmemittel von noch rund 1 Grad errechnen lassen, welches auch für den August weitgehend Gültigkeit hat. An der für die Besonnung vorteilhaften Lage nach W wird dieser Wert sicher günstiger ausfallen.

Wahrscheinlich liegt hier diejenige Stelle vor, auf welcher Gras die notwendigen und hinreichenden meteorologischen Bedingungen vorfindet, neben offenbar andern günstigen Faktoren, um gerade noch knapp existieren zu können.

In der dritten Figur (N/F) sind die schlechten und guten Jahre deutlich getrennt. Man erkennt, daß die guten Ergebnisse in der Regel viel mehr Niederschlag erhalten (121 mm) bei höherer Luftfeuchtigkeit (75%) als die Jahre mit geringen Erträgen, welche ganz allgemein mit weniger Regen (50 mm) und kleinerer Feuchtigkeit auskommen müssen.

Untersuchen wir noch die mittelmäßigen – in Figur 1 nicht dargestellten – Heuerntejahre und scheiden dabei je eine Gruppe über beziehungsweise unter dem Gesamtmittel aus, so erkennen wir, daß bei gleichbleibender relativer Feuchtigkeit von je 71,5% die unter dem Durchschnitt liegenden Ernten 105 mm Regen erhielten, die anderen dagegen bloß 81 mm.

Diese Werte dürfen den Schluß zulassen, daß Niederschlag über ein bestimmtes Maß hinaus keine Gewähr für eine gute Ernte bietet.

Für alle über dem Mittelwert liegenden Ernten kann der Niederschlags-Mittelwert errechnet werden; er beträgt 94 mm/30 Tage. Im Vergleich zu diesem Wert fielen im trockensten der beobachteten 36 Jahre (1934) nur 21 mm Regen. Man hätte damals, um den Mittelwert von 94 mm zu erreichen, 72 mm künstlichen Niederschlag verabreichen müssen; das sind 17 mm pro Woche. Dieser Wert ist für bewässerungsbedürftige Areale eine geläufige Größe.

Nachdem unsere Aufmerksamkeit bis jetzt lediglich der Niederschlagssumme gegolten hat, wollen wir uns jetzt mit den täglichen Niederschlagsmessungen befassen. Diese finden allgemein um 7.30 Uhr statt, wobei das Resultat dem vergangenen Tag zugeschrieben wird.

In der Meteorologie wird dann ein Niederschlagstag aufgezeichnet, wenn innert 24 Stunden mindestens 1,0 mm Regen, Schnee oder beides fällt, das heißt 1 l Wasser pro Quadratmeter. Das ist zum Beispiel ein eher schwacher, einstündiger Regen. Dieses Quantum würde nach Ansicht der Fachleute der Beregnungstechnik den Boden *ungefähr* 1 cm tief anfeuchten und dementsprechend 40 mm Regen etwa 40 cm.

In der folgenden Darstellung (Fig. 2) sind die Tagesniederschläge in Gruppen gegliedert und mit verschiedenen Signaturen versehen. Die erste Gruppe umfaßt die bedeutungslosen Niederschläge von 0 bis 1,0 mm. Auch die Regengaben der zweiten Gruppe (1,0 bis 5,0 mm)

dürften nicht sehr wirkungsvoll sein, da gerade bei diesen geringen Mengen die Verdunstung eine relativ große Rolle spielt und außerdem die Tropfen vielfach an den Blättern und Gräsern hängenbleiben und gar nicht auf den Boden gelangen, wo die Anfeuchtung im Mittel bloß 2 bis 3 cm beträgt und damit nicht sehr wirkungsvoll ist. Es folgen in der

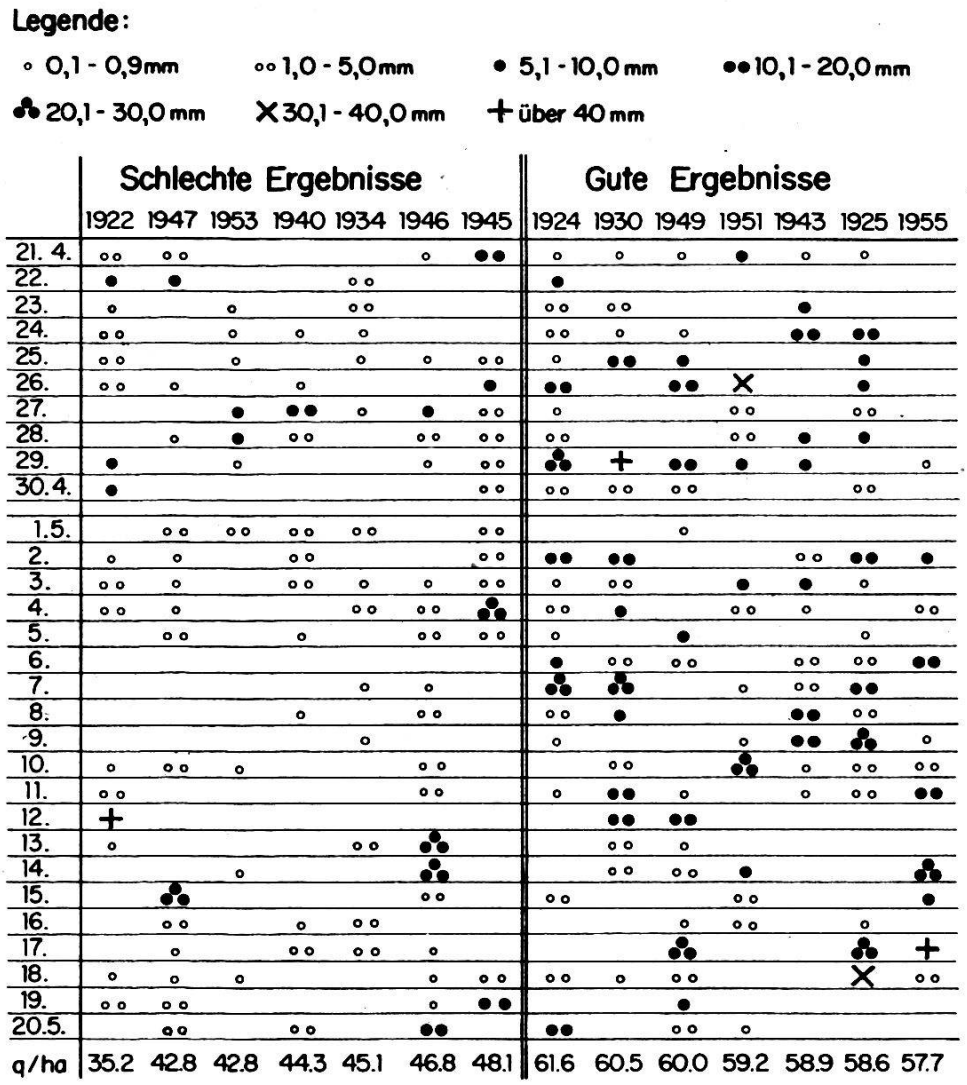

Fig. 2. Schlechte und gute Heuerträge in Beziehung zu den Ergebnissen der täglichen Niederschlagsmessungen der Station Bern 572 m für den Zeitraum vom 21. April bis 20. Mai

Darstellung die nützlichen Niederschläge: bis 10, bis 20 und bis 30 mm/Tag. Die Regen von 30 bis 40 mm und über 40 mm wiederum sind im Sinne unserer Betrachtung überflüssig groß.

Der Unterschied zwischen den «sieben mageren» und den «sieben fetten Jahren» ist augenfällig: links das spärliche Vorkommen hinreichender Regen (1934 weist überhaupt nur Tagesniederschläge unter 5 mm auf), oder dann kommen sie, wie zum Beispiel 1922, reichlich spät (Nachbarstationen wiesen in diesem Jahre allgemein kleinere Nieder-

schlagssummen auf). 1945 hat mit 12 aufeinanderfolgenden regenlosen Tagen die längste Trockenperiode. In guten Heujahren wiederholten sich immer wieder nach einigen Tagen die den Graswuchs fördernden Niederschläge. Dabei fiel das Quantum zwischen 30 und 40 mm nur zweimal. Die beiden Höchstwerte von 1951 und 1925 beziffern sich auf je 48 mm – Mengen, die für Bern gerade etwas über dem 24stündigen mittleren jährlichen Maximum liegen.

All das Gesagte dürfte die Folgerung zulassen, daß sich die Einrichtung von Beregnungsanlagen im untersuchten Gebiet kaum lohnen würde, denn in der Regel fallen während der von uns als maßgeblich betrachteten Zeit 87 mm in 12 Regentagen, das heißt im Mittel 5 bis 10 mm alle 2 bis 3 Tage, also eine hinreichende Menge bei meist guter Verteilung.

Im untersuchten Gebiet ist die relative Feuchtigkeit der Luft verhältnismäßig groß (Mittel 71%, Schwankungen der Tagesmittel 47 bis 99%, kleinster Einzelwert 27%). Es schien deshalb gegeben, daß wir ihr in unserer bisherigen Betrachtung nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt haben. Welch wichtige Rolle diesem Element indessen zukommt, soll am Beispiel eines schweizerischen Trockengebietes, nämlich des *Unterengadins,* besprochen werden.

Es liegen aus dieser Region viele Notizen über Heu- und Emderträge von Naturwiesen aus verschiedenen Gemeinden (Susch, Lavin, Ardez, Ftan und Ramosch) vor, welche über unterschiedliche Zeiträume von bestimmten Grundstücken erhoben wurden, wobei die Anzahl Blachen (Heutücher, Inhalt etwa 35 kg) gezählt wurden. Die längste Zählreihe stammt aus Ardez; sie umfaßt 41 Jahre, nämlich 1912 bis 1952. Einige dieser Daten sind in Figur 3 wiedergegeben und zum Vergleich den Berner Erhebungen gegenübergestellt.

Während wir bei den Berner Heuerträgen deutlich feststellen konnten, daß die Ernten sich mehrheitlich um einen Mittelwert gruppieren – daß also zahlreiche mittelmäßige Ernten auftreten –, suchen wir in den Unterengadin-Reihen vergeblich nach einer ähnlichen Verteilung.

Die Ardezer Reihe zum Beispiel erholte sich nach einem außerordentlich markanten Sturz vor dem Ende des Ersten Weltkrieges nur allmählich, aber kontinuierlich, blieb dann während der dreißiger Jahre andauernd auf maximaler Höhe (1936: 140% des Mittels), um nach 1940 rasch – mit Sekundärspitze 1949 – zur Rekordmißernte 1952 (45% des Mittels) abzusinken. Noch viel markanter fällt der Heuertragsrückgang in den Jahren 1940 bis 1952 für Ftan aus.

Daraus ergeben sich ziemliche Schwierigkeiten bei der Bezeichnung der Normalernte. Wir wollen indessen voraussetzen, daß die Ernteangaben mit hinreichender Homogenität erhoben wurden.

Als extremste Erntejahre konnten folgende ermittelt werden:

Schlechteste: 1952, 1918, 1919, 1948, 1947, 1945, 1944
Beste: 1931, 1939, 1935, 1936, 1933, 1940, 1917

Also ganz im Gegensatz zu Bern eine deutliche Konzentration: einerseits die vierziger (schlecht), anderseits die dreißiger Jahre (gut).

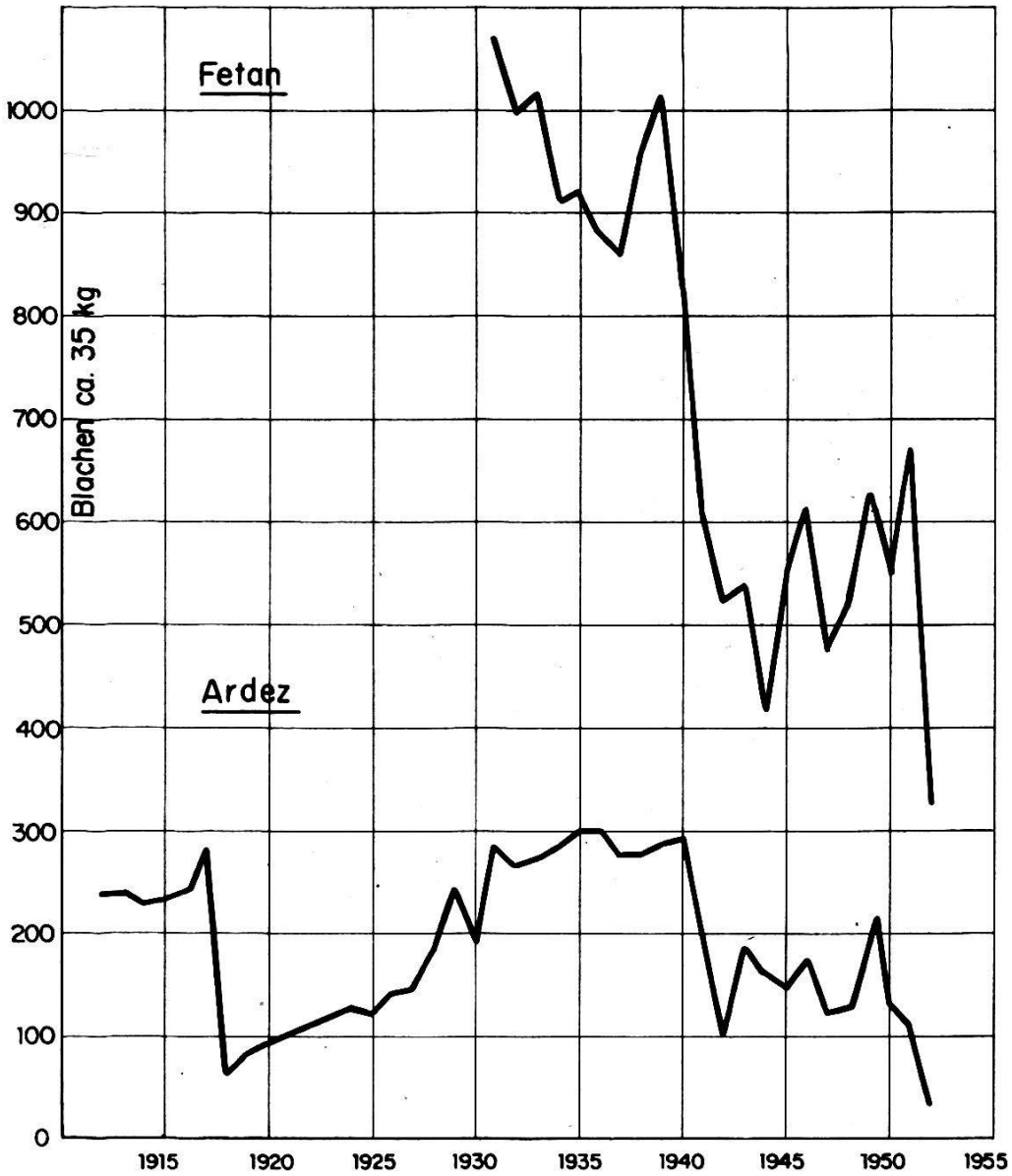

Fig. 3. Ertragsschwankungen der Heuernten in Naturwiesen

Von Fachleuten wurde mir die Periode vom 21. Mai bis höchstens 30. Juni als für den Graswuchs im allgemeinen als maßgeblich bezeichnet (späterer Frühling als im Mittelland, etwas geringere Wärme und deshalb auch seine längere Dauer).

Wir halten für die drei Regenmeßstationen Susch, Ramosch/Scuol und Martina fest, daß die langjährigen Mittelwerte des Niederschlages während der fraglichen Zeit 100,91 und 88 mm betragen, während die entsprechende Ziffer für Bern auf 95 mm lautet.

Um für unser Gebiet von der niederschlagsärmsten Zeit 1952 mit bloß 32 mm Regen auf das Berner Resultat zu kommen (41 Tage mit 130 mm), müßten pro Woche 17 mm Beregnungswasser zugesetzt werden.

Es zeigte sich auch für das Unterengadin, daß die Temperatur keine ausschlaggebende Rolle spielt, so daß sich die Darstellung auf das Koordinatensystem Niederschlag/relative Feuchtigkeit beschränken kann.

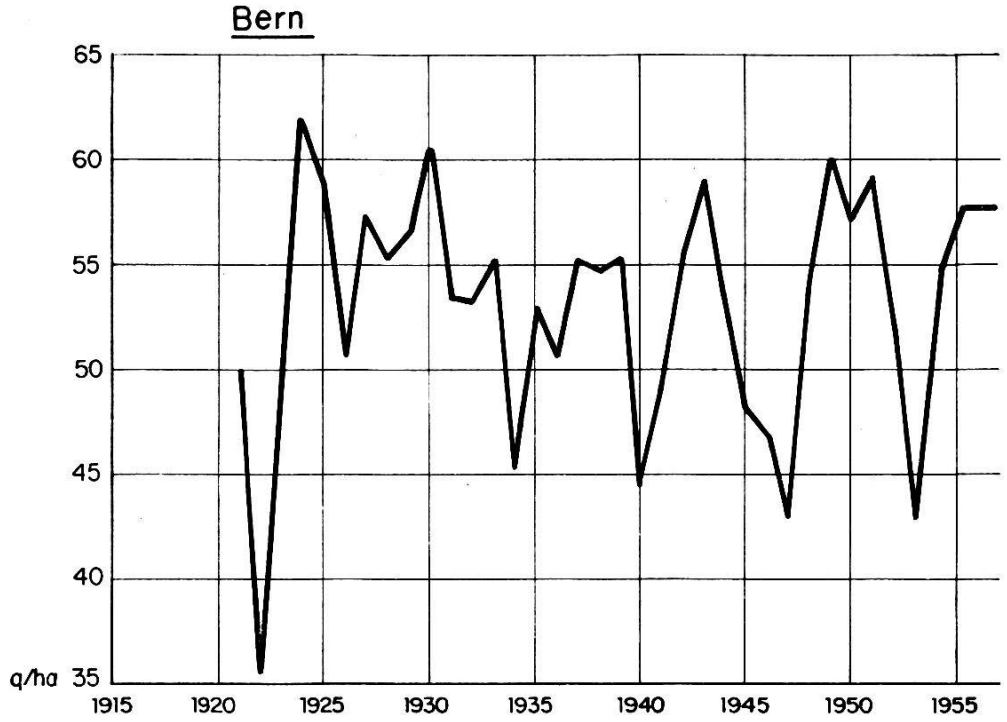

Fig. 3a. Ertragsschwankungen der Heuernten in Naturwiesen

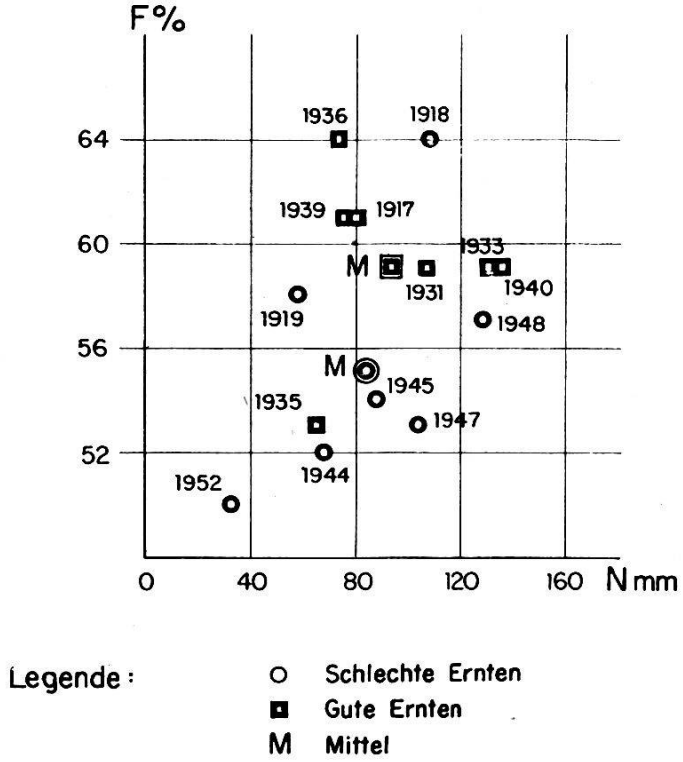

Fig. 4. Schlechte und gute Heuerträge in Beziehung zu relativer Feuchtigkeit (F) und Niederschlag (N). (Zeitraum: 21. Mai bis 30. Juni. Unterengadin ca. 1425 m)

Während die Mittelwerte der relativen Feuchtigkeit zwischen den schlechten und guten Ergebnissen um 4% auseinanderliegen (gleich viel wie für Bern), differieren die Zahlen beim Niederschlag nur um 9 mm (für Bern dagegen um 61 mm).

Es seien anschließend für das Unterengadin die täglichen Niederschlagsergebnisse für Jahre mit Mißernten sowie für die guten Jahre in gleicher Weise wie für Bern dargestellt.

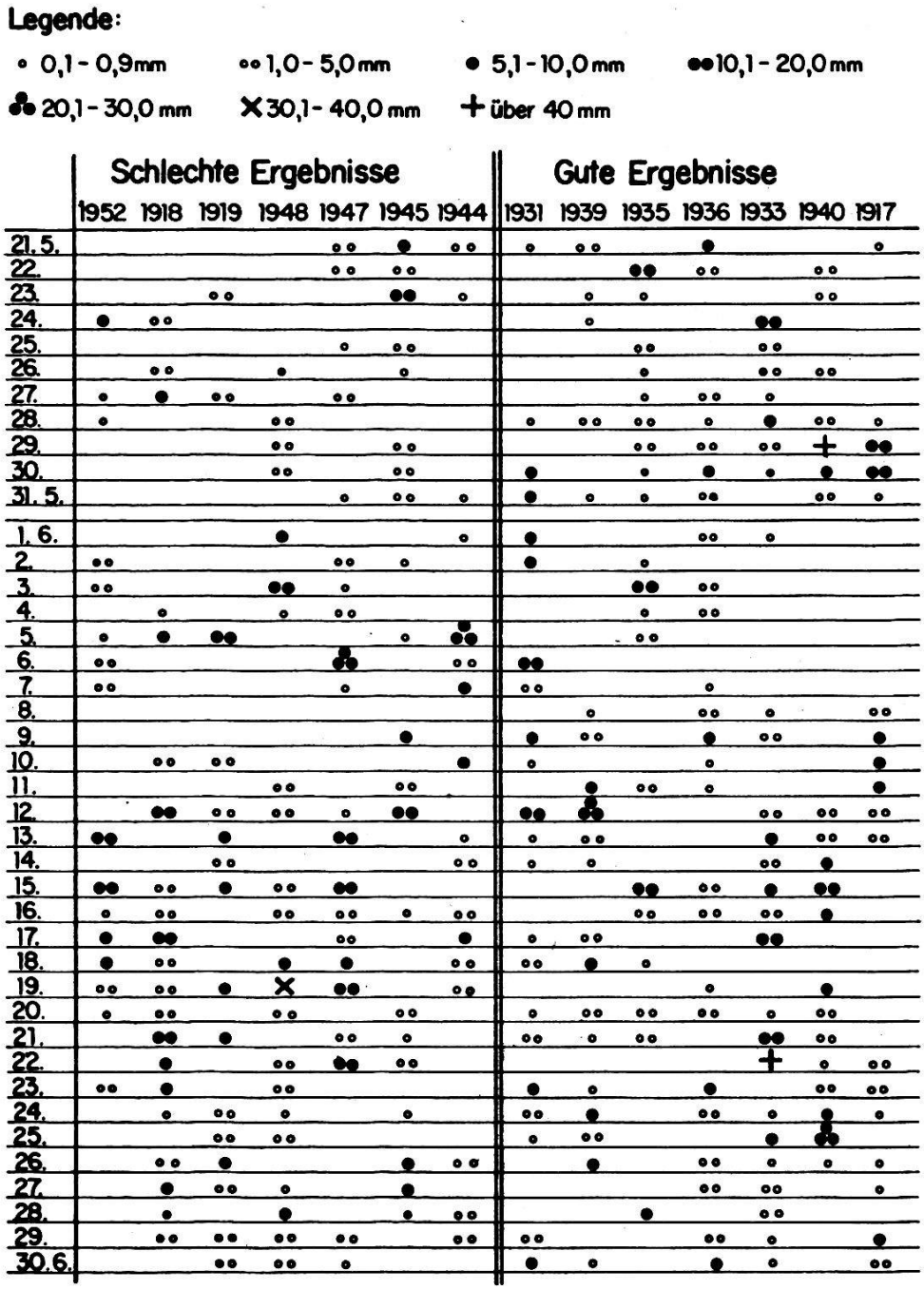

Fig. 5. Schlechte und gute Heuerträge in Beziehung zu den Ergebnissen der täglichen Niederschlagsmessungen der Stationen Susch, Scuol/Schuls und Ramosch für den Zeitraum vom 21. Mai bis 30. Juni

Hier ist ein Unterschied des Niederschlagsverlaufes während der guten Heujahre im Gegensatz zu den schlechten nur schwer zu erkennen. Immerhin fällt auf, daß das letzte Maidrittel der sieben schlechten Heujahre nur vier maßgebliche Niederschläge erhielt, die guten dagegen deren elf. Einige weitere Unterschiede zwischen den extremen Ergebnissen der je sieben Jahre mit den entsprechenden Zahlen von Bern sind in der nächsten Gegenüberstellung festgehalten:

	Tage mit über 5 mm N'schlag in Prozent aller Niederschlagstage		Regentage mit über 5 mm Niederschlag in Prozent der gesamten Zeit		Beobachtungsdauer Tage
Ernte	gute	schlechte	gute	schlechte	
Bern	24 %	8 %	43 %	17 %	21. 4. bis 20. 5. = 30
Unterengadin	30 %	30 %	15 %	14 %	21. 5. bis 30. 6. = 41

Auch hier läßt sich kein deutlicher Unterschied von schlechten und guten Jahren im Unterengadin feststellen, obwohl die extremen Werte in Ardez weiter auseinanderliegen als in Bern. Die Vermutung liegt deshalb nahe, es seien im Inntal Faktoren vorhanden, welche den Zusammenhang zwischen Niederschlagskurven und Heuernten, der im Fall Bern deutlich erkennbar ist, verwischen.

Man muß dabei in erster Linie an das Auftreten der Heuschrecken denken, welche zeitweise, wie etwa 1952, zu einer wahren Landplage werden können.

Schon 1871 hatte sich die Gemeinde Pontresina im Oberengadin mit ihnen zu befassen, und man beschloß, die dortigen Wiesenparzellen (Höhenlage um 1800 m) stark zu bewässern. Vier Jahre später wurden zudem noch gegen 1000 Hühner nach der Heuernte auf die Matten getrieben, um die Heuschrecken zu vertilgen – eine Maßnahme, welche nach den Protokollen der Gemeinderatssitzung vom 4. März 1876 und der Gemeindeversammlung vom 10. März des gleichen Jahres als gelungen zu betrachten ist.

Es ist wahrscheinlich, daß die Heuschrecken in längeren Trockenperioden des Frühlings (welcher hier ohnehin zu geringen Niederschlägen neigt) außerordentlich günstige Lebensbedingungen vorfinden. Sind sie einmal in einer Unzahl vorhanden, so haben die Niederschläge der folgenden Jahre alle Mühe, sie auf zahlenmäßig normale und erträgliche Mengen zu reduzieren. Mit dieser Annahme läßt sich auf alle Fälle der außerordentlich markante Sprung der Ardezer Reihe von 1917 nach 1918 erklären: kalter, schneereicher April 1917, schlagartiges Erscheinen des Frühlings im Mai. 1918 und 1919 sehr trockene Maimonate (8 mm Nieder-

schlag im Mai 1918 in Martina), so daß diese Jahre die Heuschrecken wieder zurückbrachten.

1935 als sehr gutes Heujahr notierte während der fraglichen Zeit nur 64 mm Regen – eine Menge, die sogar von den meisten schlechten Jahren übertroffen wurde. Aber 1935 hatte vor allem in 1931 und 1933 gute Vorläufer: offenbar hinreichenden und gut verteilten Niederschlag, wie auch der wenige Regen 1935 eine zeitlich vernünftige Aufteilung erfuhr. Diese Niederschlagsverteilung scheint für die Heuschrecken ungünstig zu sein.

Wenn aber, wie 1952, nach verschiedenen niederschlagsarmen Frühjahren, mit wahrscheinlich guten Lebensbedingungen für die Heuschrekken, ein extrem trockener Frühling kommt, darf mit wenig Übertreibung behauptet werden, daß durch diese unglückliche Superposition das wenige, was noch gewachsen ist, von diesen Tieren aufgefressen wird.

Nach dem Gesagten dürfte es verständlich sein, daß sich die Heuerträge dieser Region nicht so gut nach den Niederschlägen ausrichten wie im Fall Bern.

Endlich soll der Einfluß der relativen Feuchtigkeit auf die Heuernte eingehender untersucht werden.

Bei einem allgemeinen Mittel von 57% (Bern 71%) und Tagesdurchschnitten zwischen 26 und 99% (47 und 99%) mit kleinster Einzelablesung von bloß 10% (27%) zeigen sich für das Unterengadin (Station Ramosch/Scuol) Feuchtigkeitswerte, die doch wesentlich von den mittelländischen Verhältnissen abweichen.

Wie bereits festgestellt, kann in Bern der Luftfeuchtigkeit keine eminente Rolle beigemessen werden, weil sie offenbar meist in hinreichendem Ausmaße für die Pflanze vorhanden ist. Es soll im folgenden untersucht werden, ob im Falle des Unterengadins die Verhältnisse anders gelagert seien. Zu diesem Zweck sollen die Tagesmittel der relativen Feuchtigkeit vorerst für beide Örtlichkeiten nach der Häufigkeit ihres Erscheinens dargestellt werden.

Wir stellen für Bern fest, daß Tagesmittel der relativen Feuchtigkeit des Intervalls von 31 bis 40% überhaupt noch nicht auftreten; sie erreichen für die schlechten und guten Erträge erst im Abschnitt 61 bis 70% das Maximum. Dabei bleiben die schlechten Jahrgänge bis 80% zahlreicher, und erst die Intervalle 81 bis 90% und 91 bis 100% zeigen fast doppelt so viele Fälle für die guten Erntejahre.

Die beiden Unterengadiner Kurven weisen grundsätzlich das gleiche Verhalten auf, nur daß sie bereits beim Abschnitt 21 bis 30% für die schlechten Jahre schon deutlich in Erscheinung treten. Da die Werte sich auch bis ins Intervall 91 bis 100% erstrecken, erreichen die Spitzen nicht die nämliche Höhe wie für Bern. Wichtig ist auf alle Fälle die Feststellung, daß zum Beispiel der Abschnitt 71 bis 80% in Bern für beide Kategorien noch eine gute Besetzung innehat, während im Unterengadin diese Wertegruppe auf je bloß 10% Beteiligung herabgesunken ist.

In der nächsten Zusammenstellung erfahren die extremeren Feuchtigkeiten besondere Berücksichtigung:

Unterengadin (21. Mai bis 30. Juni)			Bern (21. April bis 20. Mai)	
schlechte	gute	Heujahre	schlechte	gute
12 %	2 %	mit Tagesmitteln unter 40 % relativer Feuchtigkeit	0	0
6 %	8 %	mit Tagesmitteln über 80 % relativer Feuchtigkeit	23 %	47 %

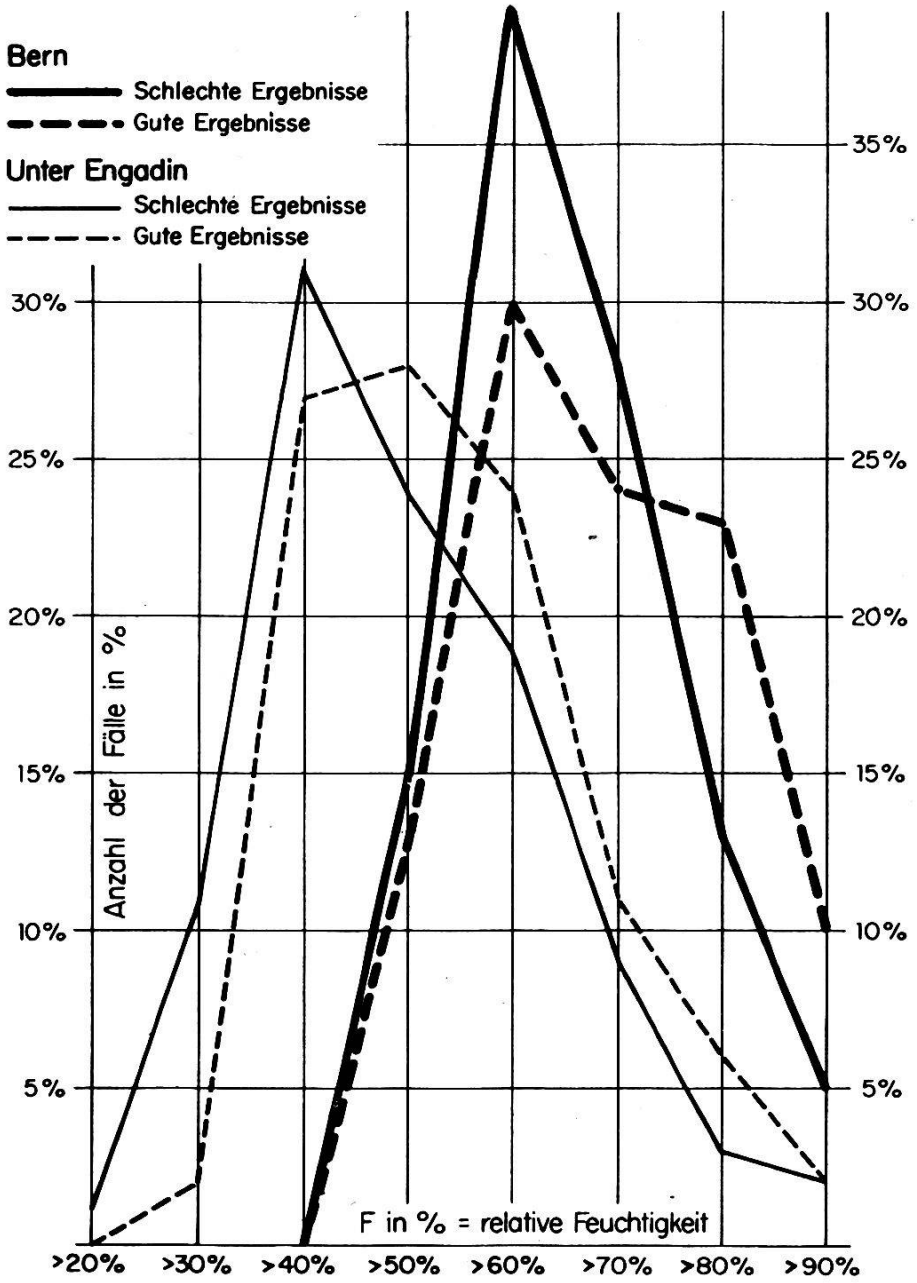

Fig. 6. Prozentuale Verteilung der Tagesmittel der relativen Feuchtigkeit in 10 %-Intervallen.
Bern (21. April bis 20. Mai), Unterengadin (21. Mai bis 30. Juni)

Nichts dokumentiert die unterschiedlichen Verhältnisse der beiden Regionen besser als dieser Vergleich: im Mittelland hinreichend viele Tage mit großem Feuchtigkeitsgehalt der Luft sowie deutlicher Unterschied zwischen schlechten und guten Jahren, im Unterengadin für beide Kategorien viel zu wenig Tage mit diesen Feuchtigkeitsprozenten. Außerdem läßt sich – wie schon früher – auch hier nur ein geringerer Unterschied zwischen den extremen Jahren feststellen.

Die Feuchtigkeit der Luft ist für die Pflanze eminent wichtig. Während der Niederschlag im allgemeinen ein mehr oder weniger rasch vorübergehendes Ereignis darstellt, ist sie für die Pflanze ein fortwährend auf sie einwirkender Zustand. Da sich die Pflanze immer nach den in kleinster Menge vorhandenen, zum Fortkommen wichtigen Faktoren einrichtet (im Mittelland kann es gelegentlich der Niederschlag sein), scheint sich im Inntal die Luftfeuchtigkeit an die erste Stelle zu schieben. Wenn wir somit aus zu geringen Niederschlägen bestimmte, künstliche Regenhöhen ableiten, so darf das Resultat des einen Gebietes mit klimatologisch andersgearteten Regionen nicht ohne weiteres verglichen werden.

Hand in Hand mit abnehmender Anzahl Regentage mit Beträgen von über 1,0 mm nimmt auch die relative Feuchtigkeit im allgemeinen ab. Die Punkteschar in Figur 7, in der jeder Punkt die auf einer Station gemessenen Werte von Niederschlag und Feuchtigkeit angibt, bringt deutlich zum Ausdruck, daß die Luftfeuchtigkeit – in deutlicher Annäherung – proportional mit der Anzahl Regentage abnimmt.

Die Nummern entsprechen den folgenden Stationen:

1. Adelboden
2. Airolo
3. Altdorf
4. Basel-Binningen
5. Beatenberg
6. Bellinzona
7. Bern
8. Bever
9. Braunwald
10. Braggio
11. La Chaux-de-Fonds
12. Chur
13. Davos
14. Elm
15. Engelberg
16. Frauenfeld
17. Genf
18. Glarus
19. Göschenen
20. Grächen (Zermatt und Sierre): 2
21. Grono
22. Großer Sankt Bernhard
23. Kreuzlingen
24. Lausanne
25. Leukerbad
26. Leysin
27. Locarno-Monti
28. Lugano
29. Luzern
30. Meiringen
31. Montana
32. Montreux
33. Neuenburg
34. Olten
35. Reckingen VS
36. St. Gallen
37. St. Gotthard
38. Santa Maria (Val Müstair)
39. Saas-Fee
40. St. Moritz
41. Säntis
42. Scuol
43. Sierre
44. Sion
45. Sils-Maria
46. Thun
47. Zermatt
48. Zürich

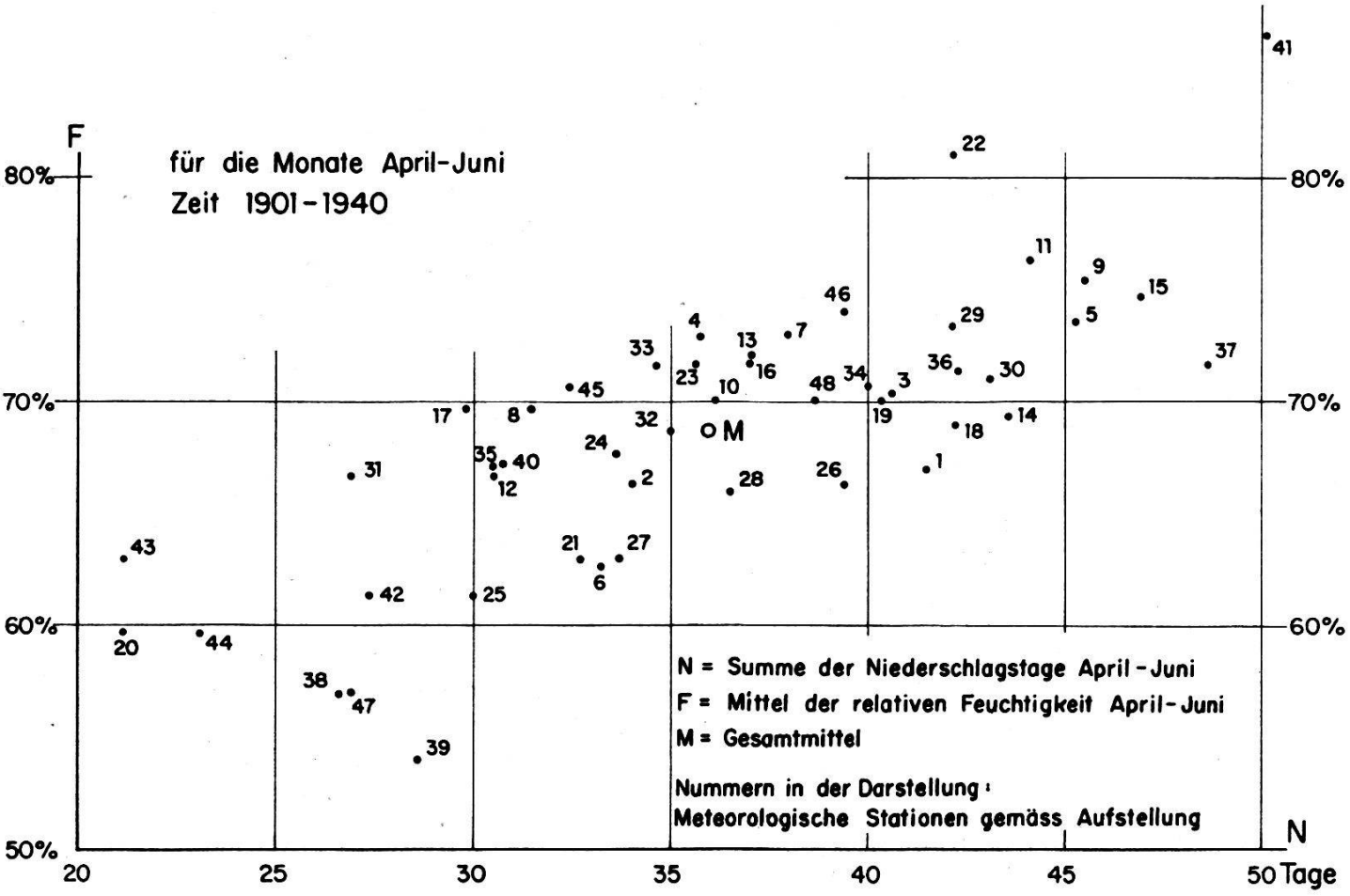

Fig. 7. Beziehungen zwischen Anzahl Niederschlagstage (Menge: 1,0 mm oder mehr) zur relativen Feuchtigkeit

Sämtliche Resultate wurden mir auf der Meteorologischen Zentralanstalt von Herrn H. Uttinger freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Wenn wir im Unterengadin lediglich die fehlenden Wassermengen künstlich ersetzen, so bliebe noch die viel zu trockene Luft (mit ihrem großen Austrocknungsvermögen) zu korrigieren übrig. Die relativ kurze Zeit, während welcher bewässert wird, kann die atmosphärische Umgebung der Pflanzen, die sich meist – wenn auch öfters nur in sehr geringer – Bewegung befindet, nur ganz kurzfristig feuchter gestalten. Es wäre nun interessant, zu erfahren, ob und durch wieviel zusätzliche Bewässerung die bedeutende Verdunstung auf «das mittelländische Maß» herabgesetzt werden könnte. Damit wäre nicht einfach an eine Massierung der Beregnung gedacht, da größere Quantitäten pro Zeiteinheit zum großen Teile nutzlos durch den im allgemeinen leichteren Boden in den Untergrund abfließen würden.

Falls diese Anforderung an den Landwirt treten würde, müßte die Wirtschaftlichkeit der Mehrarbeit einschließlich Zeitaufwandes geprüft werden. Mit diesen Zusammenhängen ist das Studium des Rasens, seine Veränderung nach Jahren durch die Bewässerung, das Studium des Bodens und seiner Bewurzelungstiefe sowie der Evapotranspiration und der Wurzelkonstante von großer Bedeutung, damit aus der Kenntnis des Niederschlagsdefizites auf die hinreichende Bewässerungsmenge geschlossen werden kann.

Der Verfasser glaubt, es wäre zweckmäßig, an verschiedenen, für unsere Belange interessanten Örtlichkeiten des Landes Versuche anzustellen, wie sie Herr Professor E. Ramser von der ETH 1955 in der Zeitschrift für Vermessung, Kultur-

technik und Photogrammetrie («Die elektronische Bestimmung der Bodenfeuchte und ihre Anwendung auf die Bewässerungspraxis») beschreibt.

Es sollten ferner auf den heute bewässerten Arealen die Ernteerträge, auf denen sie früher erhoben worden sind, weiter verfolgt und beobachtet werden. Wiederum wäre eine analoge Messung in solchen Gebieten angezeigt, welche weder unter zu trockener Luft leiden noch Regenklemmen aufweisen, wie sie im Mittelland doch ab und zu auftreten können. Wir denken da vor allem an die Voralpenregionen. Anhand solcher Angaben würde man in die Lage versetzt, konkrete Aussagen zu machen, ob in Gebieten mit zu tiefen Luftfeuchtigkeiten und damit im Zusammenhang mit zu wenig Regentagen überhaupt – trotz allen Gegenmaßnahmen – nicht Graserträge erzielt werden können wie in Zonen, welche dem unbehinderten Gedeihen keine Schwierigkeiten bereiten. Die Prüfung dieser Frage unter Berücksichtigung der Möglichkeiten einer Einflußnahme wäre besonders interessant.

Einen vorläufigen Hinweis in diesem Sinne verdanke ich Herrn T. Ruh, Plantahof/Landquart. Er glaubt, daß die Heuerträge im Unterengadin – auf unbewässerten Arealen – in guten Jahren rund ein Drittel weniger hoch ausfielen als für Mitteljahre im Bernbiet. Dies ergäbe eine Menge von etwa 35 q/ha. Eine Mittelernte entspräche demnach ungefähr der Hälfte derjenigen von Bern.

Damit man durch Vergleich der klimatologischen Gegebenheiten auf die Bewässerungsbedürftigkeit bestimmter Areale schließen kann, wären neben der Beobachtung der Witterungsabläufe noch eine ganze Reihe von ergänzenden physikalischen, pflanzenbaulichen und pflanzensoziologischen Untersuchungen durchzuführen. Außerdem ist großes Gewicht darauf zu legen, daß die Landwirte selbst sowie die an der Landwirtschaft direkt interessierten Kreise in stark vermehrtem Maße sich der Erhebung und Messung der Ernten annehmen. Sofern diese Randprobleme in zweckdienlicher Weise gelöst werden können, scheint der in vorliegender Arbeit beschrittene Weg zur Ermittlung der Bewässerungsbedürftigkeit, der wirtschaftlich interessantesten Wassergaben sowie der Ermittlung der im besten Falle möglichen Erträge ein durchaus gangbarer zu sein.

Rückblickend stellen wir nochmals fest, daß unsere Betrachtung auf der einen Seite Gebieten galt, welche für eine Bewässerung praktisch nicht in Frage kommt; anderseits darf die künstliche Wasserzufuhr auf die Wiesen im Unterengadin für die Höhen um 1300 m (und natürlich die darunterliegenden) als unbedingt notwendig angesehen werden, will man nicht Gefahr laufen, sonst schlechtere Ernten zu gewärtigen.

Logischerweise müssen nun «zwischen» diesen genannten Gebieten in unserem Lande Areale vorhanden sein, für welche die Notwendigkeit der Bewässerung einen Zweifelsfall darstellt.

Es seien im folgenden solche Zonen genannt, und es wird versucht, sie namentlich meteorologisch zu definieren.

Wenn man das *Goms VS* betrachtet, so drängt sich in den obersten Gemeinden eine Bewässerung der auf 1350 bis 1380 m gelegenen Wiesen im Talgrund nicht auf. Zum Teil hängt dies damit zusammen, daß in der dortigen Ebene des Rotten der Grundwasserspiegel nur wenig unter der Oberfläche liegt. Es herrscht indessen hier noch offenbar das rauhere Regime des Grimselwindes (umgedrehter Westwind) vor, welcher auch vermehrte Niederschläge bringt. So erhält Oberwald, die erste Gemeinde (1370 m), 145 cm im Jahr; Reckingen (1332 m) in 11 km Distanz dagegen

nur noch 109 cm. Nach weitern 11 km Entfernung bringt es das auf 1080 m liegende Fiesch bloß auf 95 cm pro Jahr.

Noch sichtbare, mehr oder weniger horizontal verlaufende Wassergräben in den Wiesen sieht man in Münster bis an die Geschiner Grenze (Richtung Furka). Sie sind heute weitestgehend ihrer Funktion enthoben. Auch unterhalb Reckingen sind Einrichtungen für die Berieselung vorhanden, die aber nicht mehr so intensiv im Gebrauch zu stehen scheinen, wie dies offenbar früher der Fall war. Man darf aber die Gründe hiefür nicht etwa in vermeintlich veränderten meteorologischen Gegebenheiten suchen, sondern vielmehr in den heutigen Zeitumständen. Oft sind die Leute nicht mehr wie früher nur ausschließlich Landwirte, sondern haben Nebenberufe, so daß der zeitbeanspruchenden Bewässerung nicht mehr die nötige Aufmerksamkeit geschenkt werden kann.

In Reckingen (1332 m) hat es seit bald 100 Jahren eine meteorologische Station. Sie dürfte unseres Erachtens in der Lage sein, uns die Daten für die Grenzzone eines bewässerungsbedürftigen Areals zu liefern. Im *bündnerischen Münstertal* liegen die Verhältnisse zum Teil wie im Goms. Man ist schon in Tschierv (1693 bis 1660 m), der obersten Gemeinde unter dem Ofenpaß, der Ansicht, daß eine zeitweise Bewässerung des Wieslandes (namentlich im dort trockenen Frühling und dann nach der Heuernte) vorteilhaft wäre.

In Santa Maria (Val Müstair, 1388 m) hat es stark verwachsene Wassergräben, die bis etwa 1950 zum Teil benutzt wurden.

Tatsächlich wird aber im Bereich der Talsohle nur auf dem Territorium Müstair (1246 m) heute noch berieselt und selbstredend unterhalb der Landesgrenze, zum Beispiel in Glurns (907 m), Mals (1051 m) und der Malser Heide im Vintschgau/Südtirol.

Seit der Jahrhundertwende wird in Santa Maria (1411 m) das Wetter beobachtet. Auch diese Station befindet sich unseres Erachtens im Grenzbereich, wo die Bewässerungsbedürftigkeit weder deutlich bejaht werden kann noch aber auf jeden Fall nicht in Betracht gezogen zu werden braucht.

Es seien nun von beiden Stationen die meteorologischen Verhältnisse der fünfziger Jahre (1951 bis 1960) zusammengestellt und verglichen.

Reckingen weist als sogenanntes U-Tal eine größere Aus- und Einstrahlung auf und zeigt dergestalt, wie auch Scuol-Schuls mit ähnlicher Talformation, ausgeprägtere Temperaturspitzen nach unten und oben.

Santa Maria in einem V-Tal kühlt sich nachts dagegen weniger ab und erwärmt sich über Tag ebenfalls nicht so sehr.

Nichts kann die bedeutende sommerliche Mittagshitze in Scuol/Schuls (1237 m) besser dokumentieren als die Tatsache, daß die Mittagstemperaturen im Juni – als Durchschnitt – nur um 0,2 Grad tiefer als in Bern (572 m) sind. Rein nach der größeren Höhe sollte der Unterschied indessen gegen 4,5 Grad sein.

In Reckingen stellt sich in der warmen Jahreszeit tagsüber der bekannte Walliser Talwind ein, welcher sich aber qualitativ aus den Annalen der Meteorologischen Zentralanstalt nicht entnehmen läßt. In Santa

Maria dagegen ist der Wind während der Vegetationsperiode meistens sehr schwach und veränderlich. Es wird übrigens in den «Annalen» keinerlei Aufschluß über ihn gegeben, so daß eine Gegenüberstellung zum Goms gar nicht erfolgen kann. Leider wird dadurch der Wert des restlichen Vergleiches stark beeinträchtigt, da gerade der Wind mit seiner austrocknenden Wirkung, besonders in Klimalagen mit geringen Feuchtigkeitsgraden, für die Vegetation eine wesentliche Rolle spielen kann.

In Tabellenform seien von den berechneten Mittelwerten des Zeitraumes 1951 bis 1960 zwischen April und September die folgenden festgehalten:

Von der Temperatur die Mittel von 13.30 Uhr und der Tagesdurchschnitt. Von der Bewölkung das Mittel aus den drei üblichen Beobachtungen (7.30, 13.30, 21.30 Uhr). Diese Zahl vermittelt ganz schätzungsweise den Besonnungsgrad, wenn man die Differenz der Bewölkungsangabe zu 100% bildet.

Die relative Feuchtigkeit der Mittagsbeobachtung ist die tiefste des Tages und ist demzufolge besonders wichtig. Schließlich kommt das Niederschlagsmittel monatsweise zur Darstellung, nebst einer Auszählung, wie viele Tage sich mit einer Regensumme von mindestens 1,0 mm im Durchschnitt festhalten ließen.

Tabelle

der Gegenüberstellung der meteorologischen Elemente (Mittel 1951 bis 1960) von April bis September über Temperatur (13.30 Uhr und Tagesmittel), Bewölkung, Feuchtigkeit (13.30 Uhr), Niederschlag und Niederschlagstage (1,0 mm oder mehr) der beiden Stationen Reckingen VS, 1332 m, und Santa Maria (Val Müstair), 1411 m, nach den Angaben der Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.

	Reckingen VS, 1332 m		Santa Maria (V.M.), 1411 m
Temperatur 13.30 Uhr			
	8.3°	IV.	9.0°
	14.1°	V.	13.9°
	17.1°	VI.	16.7°
	19.9°	VII.	18.8°
	18.7°	VIII.	17.4°
	16.5°	IX.	14.2°
Temperaturmittel			
	3.2°	IV.	5.1°
	8.7°	V.	9.7°
	12.2°	VI.	12.8°
	14.4°	VII.	14.9°
	13.1°	VIII.	13.4°
	10.3°	IX.	10.4°

	Reckingen VS, 1332 m		Santa Maria (V.M.), 1411 m
Bewölkungsmittel			
	52%	IV.	59%
	51%	V.	62%
	59%	VI.	68%
	46%	VII.	56%
	48%	VIII.	59%
	47%	IX.	52%
Feuchtigkeit 13.30 Uhr			
	46%	IV.	46%
	44%	V.	49%
	47%	VI.	55%
	44%	VII.	51%
	46%	VIII.	58%
	48%	IX.	58%
Niederschlagssumme			
	60 mm	IV.	47 mm
	86 mm	V.	65 mm
	105 mm	VI.	83 mm
	85 mm	VII.	98 mm
	103 mm	VIII.	100 mm
	91 mm	IX.	89 mm
	Total 530 mm		Total 482 mm
Regentage (1,0 oder mehr mm)			
	7	IV.	7
	9	V.	9
	11	VI.	12
	12	VII.	11
	11	VIII.	11
	10	IX.	8
	Total 60		Total 58

Zunächst sei erwähnt, daß die entsprechenden Werte, wie eigentlich erwartet, sich nicht wesentlich unterscheiden. In den Details stellen wir fest, daß die Mittagstemperaturen während der Vegetationszeit in Reckingen stets merklich höher liegen als in Santa Maria, auch wenn man rund je 0,5 Grad abzieht, weil Reckingen um 80 m tiefer liegt und deshalb an sich um diesen Betrag wärmer ist.

Dagegen fallen alle *Tages*mittel zugunsten von Santa Maria aus, weil die Wärme abends und morgens nicht so rasch abgegeben wird wie im offenen Tal des Oberwallis.

Da die Bewölkung in Reckingen je rund 10% geringer ist, dürfte die Sonne wahrscheinlich um einen ähnlichen Betrag länger scheinen.

Im Goms bleibt die relative Feuchtigkeit immer unter 50%, während sie im Münstertal wohl im Frühling ebenso tief ist, dann aber bis über 10% divergiert.

Wenn bis jetzt namentlich die Besonnung und die relative Feuchte einer Bewässerung im Goms eher das Wort redeten, ist der Niederschlag der Vegetationsperiode dort 10% höher; ja in der für den Graswuchs maßgeblichen Zeit (Mai, Juni) ist der Regenüberschuß im Goms gegenüber Santa Maria 30%. Die Anzahl Regentage wiederum halten sich beiderorts die Waage. In Reckingen fallen somit die stärkeren Regen. Setzt man noch den im Goms deutlicher in Erscheinung tretenden Wind in Rechnung, so dürfte, alles in allem gesehen, die Bewässerungsbedürftigkeit in Reckingen möglicherweise etwas deutlicher vorhanden sein.

Erwähnen wir abschließend noch, daß beiderseits ein eher leichter, mineralischer Boden mit guter Durchlässigkeit vorliegt, so erkennt man neben der im Mittelland nicht so geringen Bewölkung vor allem die große Lufttrockenheit als ausschlaggebenden Faktor. Im Moment, wo höhere Temperaturgrade mitspielen, die sich in tieferen Lagen automatisch einstellen, wächst die Bewässerungsbedürftigkeit rasch, besonders wenn, wie im Wallis, auch noch die Niederschläge gleichzeitig abnehmen. Dies dürfte wahrscheinlich auch für das obere Vintschgau grundsätzlich zutreffen.

Freiheit, die ich meine

VLP. Vor vielen Jahren haben wir in der Schule von den reizenden Streichen der Schildbürger gehört. Die Zeiten wechseln. Mit dem Fortschritt sind die Schildbürgerstreiche verschwunden. Aber Ungereimtheiten gibt es auch heute noch. Die folgende «Geschichte» datiert aus dem Jahre 1960 und entspricht der Wahrheit; nur die Zahlen sind leicht verändert.

Es gibt in unserer schönen Schweiz eine Gemeinde, die, scheinbar weit abseits vom Geschehen, sich langsam entwickelt. Vorausschauende Fachleute haben dieser Gemeinde allerdings schon vor einiger Zeit geraten, eine gute Bauordnung zu erlassen und eine Ortsplanung durchzuführen. Gegen solche unmöglichen Zumutungen hat sich natürlich diese Gemeinde gewehrt. In ihren Grenzen darf der Bürger noch tun und lassen, was er will. Schließlich betrug der Preis für Bauland pro Quadratmeter vor ungefähr zwei Jahren bloß Fr. 10.–. Man war also mehr als berechtigt, alle guten Ratschläge in die Winde zu schlagen. Es lebe die durch nichts gebundene Freiheit des Grundeigentums! – Eines schönen Tages standen Bauherren da, die in einem einzigen Jahr zwei elfgeschossige Hochhäuser und andere Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 200 Wohnungen bauen wollten. Dagegen konnte man nichts einwenden. Schließlich frohlockten nicht wenige Leute, daß durch diese Baulust und die Möglichkeit, ohne Schranken zu bauen, der Landpreis in kurzer Zeit auf