

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: 55 (1957)

Heft: 1

Artikel: Neue Aufgaben der Bewässerung in der Schweiz (Fostberegnung)

Autor: Gmür, V.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-213554>

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: 24.01.2026

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

3-1-5 und 4-2-6 vertauscht. Weiter folgt die absolute Orientierung des neuen Modells 2:

- 19) Auf die vorgesehene Stelle des linken Bildträgers wird die Winkellibelle gesetzt.
- 20) Mittels Φ und eventuell $\Delta\omega' = \Delta\omega''$ läßt man die beiden Libellen einspielen.
- 21) Durch die Einstellung $y = 100,00$ und $x = -\frac{b_1}{2}$ wird der Nadirpunkt des Mittelbildes gefunden, oder man stellt den verwendeten benachbarten markanten Punkt ein.
- 22) Bei der Einstellung $h_N + \Delta h_0$ wird die Höhenabweichung durch die Basisänderung beseitigt.
- 23) Bei der übernommenen unveränderten z-Einstellung aus 22 wird die h -Ablesung mittels der Schraube am Glasmaßstabshalter auf den Wert h_N gebracht.

Literatur:

- [1] *J. Hurault*: «Manuel de Photogrammétrie», Institut Géographique National, Paris, 1947.
- [2] *F. Schröder*: «Die rechnerische Orientierung von Luftbildaufnahmen auf Grund von Messungen am Stereokomparator und ihr Verhältnis zu den optisch-mechanischen Verfahren», Dissertation, Hannover 1949.
- [3] *Firma Wild*: «Gebrauchsanweisung für A8.»
- [4] *H. Kasper*: «Die Überkorrektur bei der gegenseitigen Orientierung von Senkrechtaufnahmen eines beliebigen Geländes», Schweizerische Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, Nr. 5/1949.
- [5] *F. Braum*: «Numerički postupak relativne orijentacije približno vertikalnog normalnog stereopara ravničastog zemljišta za autografe A6 i A8 Wild», Geodetski list, Zagreb, Nr. 5-6/1955.
- [6] *F. Braum*: «Konstrukciona podloga za odredjivanje koeficienta prekorekture po Kasperu», Geodetski list, Zagreb, Nr. 11-12/1956.

Neue Aufgaben der Bewässerung in der Schweiz (Frostberechnung)

Das folgende Kurzreferat wurde von Herrn *V. Gmür*, kantonaler Kulturingenieur, Schaffhausen, anlässlich der 6. Jahresversammlung des Schweizerischen Nationalkomitees für Bewässerung und Entwässerung am 19. Dezember 1956 im Bürgerhaus Bern gehalten und mit einigen Lichtbildern illustriert.

Die Redaktion.

Der Rebbau, vor allem in der Nord- und Ostschweiz, hat in den letzten Jahren mit allerlei Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt. Durch die Zusammenlegung der Rebparzellen, verbunden mit Straßenbauten, Umstellung auf reblaussichere Unterlagen usw., vermochte man in den letzten Jahren die Arbeit des Rebbauern zu erleichtern.

Der Frost kann aber vor allem im Frühjahr großen Schaden anrichten, was zur Folge hat, daß eine ganze Weinernte und damit in verschie-

denen Weinbaugebieten auch ein Großteil des Jahresverdienstes vernichtet wird.

Bis anhin standen zur Bekämpfung von Nachtfrosten zur Verfügung:

- a) das Zudecken der Reben mit Rebschirmen,
- b) das Räuchern,
- c) das Nebeln.

Alle diese Verfahren waren aber nur bis maximal -3°C einigermaßen erfolgversprechend. Man suchte deshalb auch in unsern Gebieten nach zuverlässigeren und weniger Arbeitsaufwand verlangenden Frostbekämpfungsmethoden und fand diese in den Frostberegnungsanlagen, die erstmals in Deutschland in größerem Ausmaß erstellt worden sind. Entwickelt wurde die Frostbekämpfung durch Dr. Jos. Gattlen in Brig; die Versuche gehen bis auf das Jahr 1938 zurück. Die Theorie von Dr. Gattlen wurde lange nicht ernst genommen, bis die Firma Perrot die Sache weiter entwickelte, zusammen mit praktischen Versuchen in der bekannten Württembergischen Weinbauschule Weinsberg. Auch bei uns hat sich die Versuchsanstalt Wädenswil in Verbindung mit den Firmen Aecherli, Hirt, Bucher-Guyer usw. mit dem Problem der Frostbekämpfung durch Regen weiter befaßt.

In Deutschland, Luxemburg usw. wie auch bei uns sind in den letzten Jahren einige solcher Anlagen in Betrieb genommen worden.

Durch Frostberegnung kann ein guter Frostschutz bis -8°C erzielt werden.

Der Ruf nach solchen Frostberegnungsanlagen für den Rebbau kam in den letzten Jahren auch vermehrt bei uns.

Nach dem Studium einiger Anlagen in der Umgebung von Stuttgart bearbeiteten wir im Winter 1955/56 als Versuch ein Projekt für den 4 ha umfassenden Rebberg «Mühleweg» in Schleithelm, der 1938 zusammengelegt worden war. Diese Reblage, die mit der Sorte Riesling-Sylvaner bestockt ist, gehört zu den frostgefährdetsten Lagen im Kanton Schaffhausen. Auch während des Winters werden dort die tiefsten Temperaturen bis zu $-20/25^{\circ}\text{C}$ gemessen.

Neben den Winterfrösten, denen man nicht beikommen kann (so sank zum Beispiel im Februar 1956 das Thermometer auf $-25/-27^{\circ}\text{C}$), sind es die späten Frühlingsfröste, aber auch die frühen Herbstfröste, die wenn irgend möglich bekämpft werden müssen.

Das Prinzip der Frostberegnung beruht auf dem physikalischen Vorgang, daß durch Kälte Wärme frei wird, was bei 0°C geschieht. Diese Wärme verhindert, daß das Eis unter $-0,5^{\circ}\text{C}$ abgekühlt wird, gleich, ob die Außentemperatur auf -10°C absinkt. Das ist allerdings nur der Fall, wenn sich andauernd neues Wasser auf das Eis ergießt und somit andauernd erstarrend weiter Wärme spendet. Auf diese Weise entsteht Eis mit einer konstanten Temperatur von $-0,5^{\circ}\text{C}$.

Für die Praxis heißt das, daß mit zweckentsprechenden Anlagen der gefährliche Frühlingsfrost bekämpft werden kann. Der Eismantel schützt die jungen Triebe vor den allzu großen kalten Außentemperaturen.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, das Auftreten der Frühlingsfröste zu kartieren. Auf Grund dieser Aufzeichnungen ist dann zu ermitteln, welche Zonen für die Frostberegnung in Frage kommen können. Voraussetzung für jede Frostbekämpfung ist genügend Wasser. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es daher ausgeschlossen, über größere Gebiete, wo der Frost vielleicht nur alle zehn Jahre einmal auftritt, Frostberegnungsanlagen zu erstellen. Solche Anlagen dürfen nach unserer Auffassung nur dort projektiert und ausgeführt werden, wo Frühjahrsfröste sehr häufig, zum Beispiel alle 2 bis 3 Jahre, oder dann wenigstens 2mal in zehn Jahren, auftreten.

Versuche haben gezeigt, daß eine stündliche Regengabe von 2 mm oder 20 m³ pro ha und Stunde genügt, um die Pflanzen vor Frost zu schützen. Es führt dies zur sogenannten Langsamregnung, wie sie seit längerer Zeit von Perrot befürwortet wird.

Zweckmäßig ist es, wenn im sogenannten Dreiecksverband Kreisregner oder Sektorregner aufgestellt werden können. Die Langsamregnung hat folgende Vorteile:

- a) Verhütung der Erosion an den meist steilen Reblagen,
- b) der Boden wird je nach Bodenart wenig oder gar nicht verschlemmt,
- c) die lockere Rebkrume bleibt erhalten und bedingt keine zusätzliche Hack- oder Pflugarbeit.

In der Praxis wird mit dem Beregnen begonnen, wenn die Temperatur auf +1° bis 0° C absinkt. Das Beregnen darf erst eingestellt werden, wenn die Außentemperatur auf +2 bis 3° C angestiegen ist, so daß das gebildete Eis von selbst schmilzt und von der Pflanze abfällt.

Zu berücksichtigen ist, daß bei der Frostberegnung zugleich auch die ganze Fläche beregnet werden muß, im Unterschied zur Beregnung gegen Trockenheit. Wasserbedarf, Druckverhältnisse und Wurfweite der Regner stehen in enger Beziehung.

Projektbeschreibung

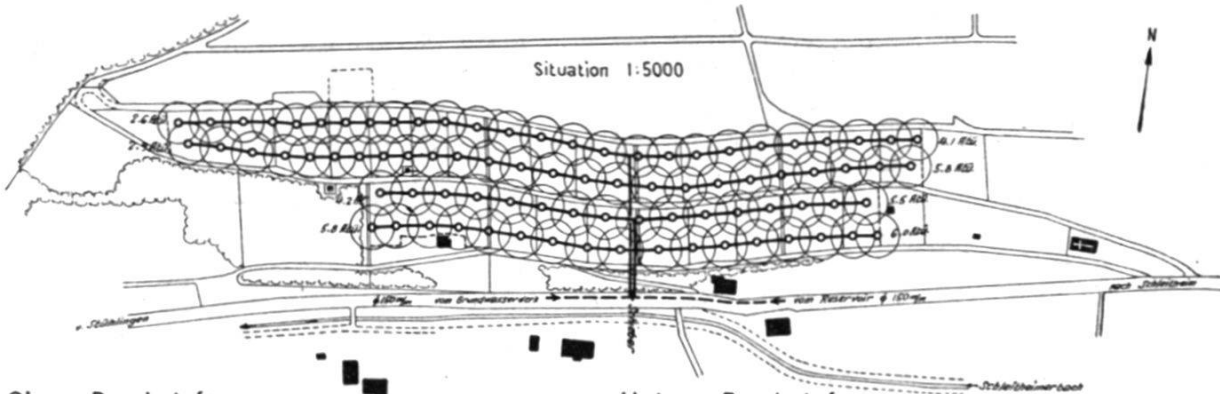
Die Voraussetzung von genügendem Wasser ist in Schleithelm außerordentlich günstig, da eine Gußrohrleitung 150 mm \varnothing der Wasserversorgung Schleithelm das Wasser von der Grundwasserpumpstation nach dem rund 3,2 km entfernten hochgelegenen Dorfhochreservoir befördert. Diese Leitung führt unmittelbar unten am Rebberg vorbei und liegt in der Hauptstraße.

Die Berechnung der Wassermenge und des Druckes mit Einschluß der Druckverluste ergab für die obere Reblage mit natürlichem Zufluß einen zu kleinen Druck. Der höchste Regner liegt auf einer Höhe von 518 m, das Dorfeservoir auf 548 m. Der minimale Betriebsdruck sollte zwischen 2,5 und 4 Atm. liegen. Der gemessene Druck ohne Pumpe im obersten Strang ergab 1,7 Atm.

Im ursprünglichen Projekt war eine Zwischenpumpe vorgesehen, um den notwendigen Betriebsdruck erzeugen zu können. Wir mußten uns aber entschließen, von dieser Lösung infolge der hohen Kosten abzusehen.

Frostschutz - Beregnungsanlage Mühleweg Schleitheim.

Erstellt im Mai 1956



Obere Druckstufe

Zufluss v. Grundwasserwerk Oberwiesen
 Feste Leitung ϕ 125mm 113 m
 Mobile Leitungen ϕ 70mm 1083 m
 Anzahl Regner 51
 Fläche 2,3 ha

Untere Druckstufe

Zufluss vom Gemeindereservoir
 Feste Leitung ϕ 100mm 60 m
 Mobile Leitungen ϕ 70mm 733 m
 Anzahl Regner 33
 Fläche 1,6 ha

Recherli A. G.
 Maschinenfabrik
 Reiden LU

Kantonales Meliorationsamt
 Schaffhausen



Wir behelfen uns dadurch, daß wir in der Hauptleitung einen Schieber einbauten, wobei das Wasser für die obere Reblage mittels der beiden Zentrifugalpumpen im Pumpenhaus Oberwiesen mit einer Leistung von 50 m³ je Stunde bei geschlossenem Schieber in das Leitungsnetz gepumpt wird. Das Wasser für die untere Reblage hat einen freien Zufluß aus dem Dorfnetz und den Druck aus dem Dorfeservoir. Diese Anordnung bedingte die Erstellung von zwei Hauptsträngen in den Rebberg, die mit einem Schieber abgestellt werden können. Wegen der Steilheit und des felsigen Untergrundes wurden Stahlrohre verlegt, und zwar für die obere Lage 125 mm \varnothing ,



Frostberegnungsanlage «Mühleweg» Schleithelm, August 1956

für die untere Lage 100 mm \varnothing . Diese Stränge sind etwa 50 cm tief im Boden verlegt. Von diesen beiden Strängen zweigen je zwei Regnerleitungen parallel zum Hang auf beide Seiten ab, in der untern Lage mit einer maximalen Länge von 196 m auf eine Seite, während in der obern Lage die maximale Länge der Regnerleitungen 337 m beträgt. Diese Regnerleitungen bestehen aus Stahlbandröhren mit Schnellkupplungen von je 6 m Länge, auf denen Flachkupplungen aufgeschweißt sind, um die Langsamregner aufsetzen zu können. Die Röhren sind mit einer sinnvollen Aufhängevorrichtung an den 2,5 bis 3 m langen imprägnierten Holzpfosten befestigt, die einen Abstand von 4 bis 5 m haben. Die Leitung sollte wenn irgend möglich 2 m über dem Boden liegen. Die Firma Aecherli hat die Perrot-Langsamregner, Typ LKA-30, für die Ausführung vorgeschlagen. Diese Regner sind seit längerer Zeit ausprobiert worden. Sie gestatten die bedienungslose Beregnung in der Nacht, bei der nahezu keine Verdunstungsverluste auftreten. Sie verlangen einen Druck von 2 ½ bis 4 Atm. und haben den Vorteil, daß sie selbst nach stundenlanger Beregnung keine Bodenabschwemmungen verursachen. Der Regner ist aus Rotguß hergestellt und arbeitet nach den Angaben der Erstellerfirma

auch bei Temperaturen von -12°C . Die Regner sind im Dreiecksverband mit einem Abstand von 24 bzw. 18 m über die ganze Fläche gleichmäßig verteilt. In der untern Lage sind es 33 Regner, in der obern Lage 51 Regner. Die Regner sind mit einer Düse von 3,7 mm versehen. In den Steillagen dürfen die Regner nicht senkrecht stehen, damit die Wurfweite auf der Talseite nicht zu groß und auf der Hangseite nicht zu klein wird. An Leitungen sind total verlegt worden:

Stahlröhren 100 mm \varnothing , total 60 m,
125 mm \varnothing , total 113 m.

Schnellkupplungsröhren, untere Lage 733 m,
obere Lage 1083 m.

Bei einer maximalen Betriebsdauer von 9 Stunden pro Frostnacht, wobei drei aufeinanderfolgende Frostnächte das Maximum darstellen dürften, beträgt der Wasserbedarf rund 720 m^3 .

Frostwarnung

Durch die Aufstellung eines Thermostaten mit eingebautem Temperaturfühler mit einer Schaltgenauigkeit von $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ist es möglich, eine einfache Frostwarnung zu erhalten. Der Thermostat löst ein Glockensignal aus, das den beauftragten Wasserwart alarmiert, der seinerseits die Pumpen in Betrieb setzen kann.

Weitere Verwendungsmöglichkeiten

Die Frostberegnungsanlage kann in trockenen Sommern ohne weiteres als Beregnungsanlage verwendet werden. Dadurch erreicht die Anlage im Kampfe gegen den Frost und die Dürre eine hohe Wirtschaftlichkeit. Versuche im letzten Herbst haben auch gezeigt, daß die Anlage gegen den Frühfrost im Herbst zur Erhaltung der notwendigen Saftzufuhr ebenfalls verwendet werden kann, was wiederum dazu mithilft, den Grad der erzeugten Qualität des Traubengutes zu heben. Um auf die Wasserversorgung Rücksicht zu nehmen, besteht die Möglichkeit, für die Beregnung gegen Trockenheit die untere und obere Druckstufe getrennt in Betrieb zu setzen.

Kosten und Finanzierung

Dank dem Umstand, daß das Wasser der Dorfwasserversorgung entnommen werden kann und daß keine Zwischenpumpe notwendig ist, fallen die Kosten für die Wasserbeschaffung dahin. Die Kosten für das Leitungsnetz und die Regner belaufen sich auf rund 22000 Franken. Hiezu kommen noch Kosten im Betrage von rund 8000 Franken für das Versetzen der Leitungen, für die Pfahllieferungen usw., so daß die Anlage mit 30000 Franken abgerechnet werden konnte. Dies entspricht einer Flächenbelastung von rund 7500 Franken pro ha, was als ziemlich bescheiden bezeichnet werden darf. An den Kosten haben sich Bund und Kanton

mit einem Beitrag von je 25 %, die Gemeinde Schleithelm mit einem Beitrag von 10 % beteiligt. Somit haben die Eigentümer noch mit einer Belastung von rund 30 Franken pro Are zu rechnen. Die Spar- und Leihkasse Schleithelm hat ein zinsfreies Darlehen zur Verfügung gestellt, so daß die Kostentragung auf längere Frist verteilt werden kann. Die Betriebs- und Unterhaltskosten sind verhältnismäßig gering. Die Gemeinde Schleithelm ist bereit, das Wasser zum Tarif für Großabnehmer abzugeben. Rechnen wir mit einer Frostnacht, so kommt der Kubikmeter auf 18 Rappen zu stehen, bei zwei Frostnächten auf 15 Rappen, was für zwei Nächte einen Betrag von rund 225 Franken ausmacht.

Zum Vergleich seien noch die Erträge im Rebberg «Mühleweg» angeführt:

1948 = 520 hl,

1949 = 416 hl,

1950 = 603 hl,

1951 = 488 hl,

1952 = 470 hl.

1953 wurde die Ernte durch Frühfrost ganz vernichtet. Es kommt dies einem Ertragsausfall von 40000 bis 50000 Franken gleich.

Nachstehend zum Vergleich die Kosten für die Anlage Ingelfingen in Württemberg:

Ausdehnung 38 ha,

künstliches Wasserreservoir von 25 000 m³ genügend für drei Frostnächte,
400 Regner laufen gleichzeitig,

1953 betrug der Totalschaden wegen Frost 400 000 DM oder pro ha 10 500 DM.

Durch die Abwehr zweier Frostnächte kann die ganze Anlage bezahlt werden. Dabei entfallen auf Wasserbeschaffung und Reservoirraum rund 220 000 DM.

Daraus ist ersichtlich, daß die äußerst günstigen Wasserbeschaffungsverhältnisse in Schleithelm die Anlage wirtschaftlich gestalten. Aber auch wenn wir mit Normalkosten von 12 000/16 000 Franken rechnen, ist eine solche Anlage in frostgefährdeten Lagen zu empfehlen.

Erfahrungen

Bereits in der Nacht auf den Pfingstmontag mußte die Anlage in Betrieb gesetzt werden, weil die Temperatur auf 0° C abgesunken war. In der Nacht vom 8. auf den 9. Oktober 1956 sind bereits die ersten Herbstfröste aufgetreten. Es stellte sich fast über Nacht die Frage, ob die Anlage auch im Herbst das Blattwerk und das Traubengut vor Frost schützen könne. Die Ansichten darüber gingen stark auseinander. Auch die deutschen Nachbarn konnten keine definitive Antwort erteilen. So wurde die Anlage am 8. Oktober 1956 nachts 23.30 Uhr, als das Thermometer bereits auf —1,5° C gesunken war, in Betrieb gesetzt. Die Anlage wurde im nassen Sommer nicht gebraucht, so daß sich einige kleinere Betriebsstörungen (Nichtfunktionieren von 2 bis 3 Regnern) bemerkbar machten. Im übrigen blieb die Anlage die ganze Nacht in Betrieb.

Morgens 7 Uhr glitzerten die Rebblätter in der Sonne. 15 bis 20 cm lange Eiszapfen an allen Trieben und Blättern zeigten eine märchenhafte Eislandschaft. Die Temperatur betrug um diese Zeit noch -2°C ; in der Nacht schwankte die Temperatur zwischen -4° und -7°C .

Es gab leider keine Trauben zu schützen, da diese durch den starken Winterfrost im Februar 1956 bereits vernichtet worden waren. Wichtig war es aber, das Laub gesund zu erhalten, damit das notwendige Holz gut ausreifen konnte. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß dies vollumfänglich möglich war.

Um 9 Uhr hatten wir $+2^{\circ}\text{C}$. Auf der Sonnenseite begann der Eispanzer langsam zu schmelzen. Erst um 10.30 Uhr waren die Reben auch auf der Schattenseite wieder eisfrei.

Blätter und Triebe blieben unter der Eisdecke sehr schön grün. Eine kleine Parzelle, die außerhalb des Beregnungskreises lag, hatte vollständig braune und eingerollte Blätter. Eine eingehende Kontrolle zeigte, daß dort, wo die Beregnung ohne Unterbruch und ohne Störung verlaufen ist, die Blätter gesund und wohlerhalten blieben. Stichelbruch war fast nirgends zu sehen. Der Frostschutz war also vollkommen. Wo die Regner mit längeren oder kürzeren Unterbrüchen nicht funktionierten, sind leichte bis starke Blattschäden aufgetreten. Schon ein halbstündiger Unterbruch in der Nacht hat einen deutlichen Unterschied in der Schutzwirkung zur Folge gehabt. Auch dort, wo die Eisbildung zwischen den Regnern schwach war, ist der Erfolg geringer als im engen Umkreis. Dies zeigt, daß man die Entfernungen zwischen den Regnern nicht zu groß wählen darf.

Der Wasserverbrauch für die ganze 4 ha große Rebfläche wurde mit den Wassermessern bei einer 10stündigen Beregnung mit 700 m^3 registriert, also nicht ganz 2 mm Niederschlag. Auch die Verschlemmung des Bodens war nicht sehr groß. Nur dort, wo der eine oder andere Regner für kurze Zeit nicht funktioniert hat, wurden Abschwemmungen festgestellt.

Die bereits gemachten Erfahrungen zeigen, daß es ohne weiteres möglich ist, durch Beregnung auch die Reben vor Frost zu schützen. In den Beeren- und Obstkulturen im Wallis, wie auch in Gemüsegegnereien, wurde diese Methode bereits in den letzten Jahren ebenfalls mit Erfolg angewendet.

Der Dreiecksverband muß genau eingehalten werden, damit die Überschneidung der Beregnungskreise vollständig ist. Dort, wo mit Wind gerechnet werden muß, muß dieser bei der Projektierung gebührend berücksichtigt werden. Wenn einerseits der Ertrag durch die Frostberegnung gesichert und andererseits durch die Beregnung im Sommer die Qualität verbessert werden kann, dann ist auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage bei nicht allzu extremen Wasserbezugsarten gesichert.