

Der Klimawandel in Südtirol und dessen Einfluss auf die Landwirtschaft

Felix Schweigkofler

5AWÖ

Oberschule für Landwirtschaft

2015/2016

Tutor: Günther Erschbaumer

Inhalt:

VORWORT	4
1. VERGANGENE KLIMAÄNDERUNGEN	6
2. KLIMAWANDEL HEUTE ALLGEMEIN	8
3. KLIMA IN SÜDTIROL	9
4. KLIMAWANDEL IN SÜDTIROL	9
5. TEMPERATURERHÖHUNG	10
6. NIEDERSCHLAG	12
7. GLETSCHER UND SCHNEE	13
8. GRUNDWASSER	15
9. EXTREMEREIGNISSE	15
10. VERSCHIEBUNG DER VEGETATIONSZONEN	15
11. NATUR	16
12. WEINBAU	17
13. APFELANBAU	24
14. GRÜNLANDWIRTSCHAFT	28
15. VIEHWIRTSCHAFT	30
16. NISCHENKULTUREN	30
17. ALTERNATIVE KULTUREN	31
17.1. SÜßKIRSCHEN	32
17.2. MARILLEN	33
17.3. BIRNEN	34
17.4. BEEREN	35
17.5. PFIRSICHE	35

17.6. OLIVEN	35
17.7. EXOTEN	36
18. FORSTWIRTSCHAFT	36
MEINUNG	37
DANK	38
QUELLENVERZEICHNIS	39
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	47

VORWORT

Klimawandel ist ein natürliches Phänomen, das in einem derart instabilen System wie unserer Atmosphäre beinahe zwangsläufig auftreten muss, weil sich die Bedingungen ständig ändern. Für alle vergangenen Epochen wurden Klimaschwankungen nachgewiesen, auch für die Zeit, in der der Mensch begann Zivilisationen aufzubauen die also bis heute anhält. Viel was der Mensch erbaute und errichtete wurde erst durch verändertes Klima möglich – oder zerstört. Auch uns könnte letzteres Szenario drohen, denn der Klimawandel den wir zurzeit durchlaufen, ist nicht nur von uns verursacht, sondern auch besonders kritisch wegen der hochkomplexen und fragilen Systeme, die der Mensch errichtet hat, um es sich auf diesem instabilen Planeten gemütlich zu machen. Ebendiese Klimaveränderungen sind zurzeit in aller Munde und das zu recht, wird der Klimawandel doch bereits in naher Zukunft unser aller Leben beeinflussen, je nachdem wo wir leben und was wir tun. Einige Menschen, Gebiete, Wirtschaftsbereiche mögen ihn kaum spüren, die südtiroler Landwirtschaft allerdings zählt nicht dazu. Sie wird sehr stark beeinflusst werden, vor allem da die Alpen vom Klimawandel besonders stark betroffen sind. Auch wenn Pflanzen und vor allem Tiere eine gewisse Toleranz gegenüber Temperaturschwankungen haben, wird diese kaum ausreichen die Erwärmung spurlos vorüberziehen zu lassen. Darum ist eine frühzeitige Beschäftigung mit diesem Thema von großer Bedeutung um die Landwirtschaft an veränderte Umweltbedingungen anzupassen. Denn mit den Methoden des CO²- Vermeidens, die den globalen Ausstoß bisher kaum bremsen konnten, lässt sich der Klimawandel mittelfristig höchstens verlangsamen. Um die Erwärmung zu stoppen oder gar die Temperatur auf vorindustrielles Niveau zu bringen, müssten offensivere Maßnahmen ergriffen werden, die zurzeit noch höchst umstritten sind und deren ernsthafte und effektive Durchführung wahrscheinlich noch ferner Zukunft liegt, sofern sie überhaupt möglich ist. Rechnen wir also mit einer fortgesetzten Erwärmung die einen hohen Grad an Anpassung verlangen wird und zwar mehr, je mehr die Erwärmung voranschreitet. Diese Anpassung wird vor allem die Landwirtschaft tiefgreifend verändern und vom Verschieben der Anbaugrenzen über veränderte Anbaumethoden bis hin zur

Züchtung neuer Sorten reichen. Wenn nicht reagiert wird kommt womöglich eine Krise des Agrarsektors auf uns zu. Das wäre in Südtirol nicht so gravierend wie weltweit, aber die Landwirtschaft, damit die Bauern und dadurch die Kultur würden Einbußen erleiden und dem ganzen Land wirtschaftlichen Schaden zufügen. Dem lässt sich durch frühzeitige Prävention entgegenwirken. Dazu müssen von den Forschungseinrichtungen und den beratenden Organen (Laimburg, EURAC, SBB, Beratungsring) an Erwärmung und andere Folgen des Klimawandels angepasste Alternativen zu den jetzigen Bewirtschaftungsmethoden entwickelt und ihre Anwendung gefördert werden. Überliefertes und bisher bewährtes Wissen, auf das sich viele Bauern stützen, ist durch veränderte Bedingungen nicht mehr ganz richtig und nicht ausreichend. Gut vorbereitet aber müsste ein Land wie Südtirol mit den Konsequenzen des Klimawandels klarkommen ohne dass größere Schäden entstehen. Möglicherweise könnte es sogar profitieren. Voraussetzung dafür ist aber Kenntnis über die zu erwartenden Veränderungen und die damit einhergehenden Notwendigkeit der Umstrukturierung. Und damit befasst sich meine Facharbeit.

1. VERGANGENE KLIMAÄNDERUNGEN

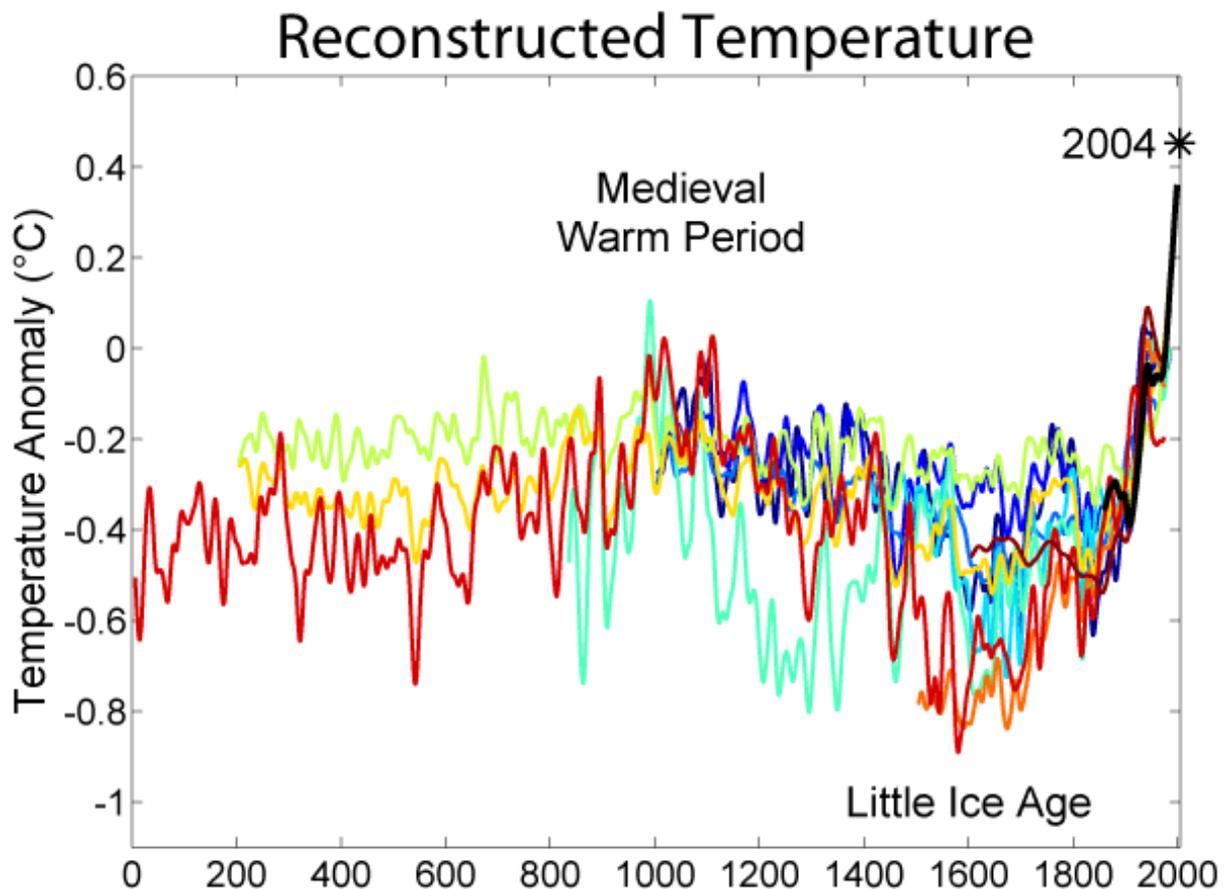


Abb. 1: Rekonstruierter Temperaturverlauf während der letzten 2000 Jahre, Quelle: Wikimedia

Klimawandel gab es auch während der letzten 2000 Jahre, wobei dieser nicht oder kaum vom Menschen beeinflusst war, der menschlichen Geschichte dabei aber unübersehbar seine Stempel aufdrückte. Um Christi Geburt herrschte das Römische Optimum - Blüte der Zivilisation -, auf welches das Pessimum der Völkerwanderungszeit - Niedergang - und das Mittelalterliche Optimum - Hochzeit des Mittelalters - folgten. Anschließend kam die kleine Eiszeit die bis 1850 anhielt und viele kalte Jahre brachte, die der Mensch durch bessere Bewirtschaftungsmethoden nun allmählich besser in den Griff bekam. Probleme gab es in der Vergangenheit hauptsächlich wegen zu niedriger Temperaturen und verregneten Sommern, die dem Getreideanbau schaden. Auch hier in Südtirol hatten die Menschen damit zu kämpfen, während Umweltkatastrophen die unvorbereiteten Menschen besonders hart trafen. Im Gebirge drängten sinkende Temperaturen die Menschen talwärts und hochgelegene Almen wurden wegen Vergletscherung verloren. Zu warmes Klima war selten das Problem, höchstens

einzelne Hitzejahre lösten ähnliche Hungersnöte wie die Kälte aus. Den Missernten hatten die Menschen wenig entgegenzusetzen und so folgten meist Hungerjahre mit überpreuerten Lebensmitteln und mehr oder weniger Toten, je nachdem auch wie streng der anschließende Winter war.

Die vergangenen Klimaperioden lassen sich sowohl über Messungen und Untersuchungen, als auch über Aufzeichnungen von Zeitzeugen dokumentieren und der Wandel belegen und abschätzen. Dabei erkennt man eine Anpassung der Landwirtschaft an das Klima mit dazugehörigem Kulturwechsel und Ausdehnung beziehungsweise Rückgang von Anbaugebieten. Während der nicht ganz unumstrittenen, aber wahrscheinlichen Mittelalterlichen Warmzeit im Hochmittelalter gedieh die weitverbreitete Rebe in England bis Nottingham am 53. Breitengrad, in Deutschland bis an die Ostsee¹⁾ und im Kloster Cluny in Burgund wurde der Wein des laufenden Jahres Mitte August geweiht. Die Bevölkerungszahl stieg stark an, Siedlungen wurden erweitert und unwirtlichere Gegenden erschlossen - so auch in den Alpen, wo Dörfer und Weiler in größerer Höhe entstanden. Mit der kleinen Eiszeit wurden all diese Entwicklungen rückläufig und die Landwirtschaft wich vor allem in klimatischen Grenzlagen auf resistenterere Kulturen aus, wie beispielsweise den Buchweizen, den Roggen und die neue Kartoffel. Heute sind die Anforderungen ganz andere, bedingt zum einen durch die Erwärmung statt Abkühlung und zum anderen durch die unterschiedliche Struktur der Landwirtschaft und Gesellschaft.

2. KLIMAWANDEL HEUTE ALLGEMEIN

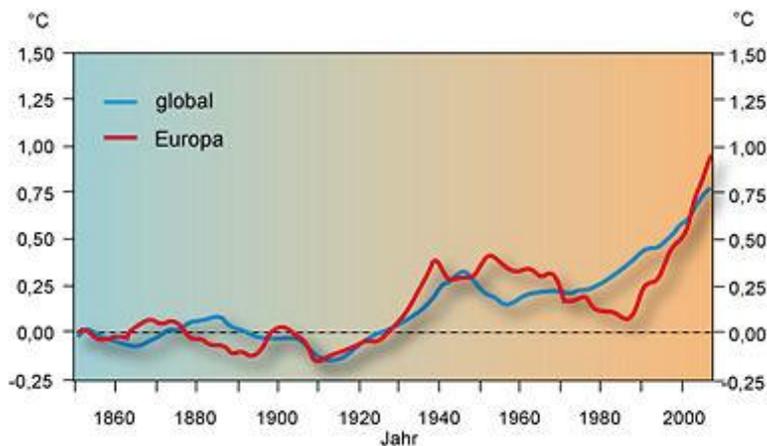


Abb. 2: Mittlere Temperaturveränderung in Europa und global 1850-2007 als Abweichung vom Mittel des Gesamtzeitraumes, Quelle: Bildungsserver Wiki

Zahlreiche Messungen belegen eine Erwärmung des globalen Klimas, die die weltweiten Temperaturen stiegen seit 1906 im Schnitt um $0,74^{\circ}\text{C}$. Diese Erwärmung ist zu einem großen Teil auf den verstärkten Treibhauseffekt zurückzuführen, welchem die Anreicherung der Atmosphäre mit Treibhausgasen zugrunde liegt. Die bedeutendsten Treibhausgase sind Wasserdampf, Kohlendioxid, Methan und Lachgas. Sie reflektieren die Wärmestrahlung, die die Erde in Richtung Weltall verlässt, und sorgen somit für eine notwendige Aufheizung unseres Planeten. Ohne Atmosphäre und somit ohne Treibhauseffekt lägen die Temperaturen bei -18°C^1 . Durch die Erhöhung des CO^2 -Gehalts der Luft durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe durch den Menschen, aber auch durch Vulkanausbrüche verstärkt sich dieser Effekt. Außerdem produziert der Mensch weitere Treibhausgase wie Lachgas und Methan und durch die Erhöhung der Temperatur steigt der Wasserdampfgehalt der Luft an. So warm wie heute war es vermutlich zuletzt während der mittelalterlichen Warmzeit vor 900 Jahren. Und sollte der CO^2 -Ausstoß, nicht drastisch verringert werden, wird sich die Erwärmung nicht nur fortsetzen sondern sogar verstärken. Wir haben zurzeit das bei weitem höchste CO^2 -Niveau seit mindestens 600 000 Jahren (379 ppm im Vergleich zu 280 ppm im langjährigen Mittel), was aller Wahrscheinlichkeit nach niemand anderem als dem Menschen zuzuschreiben ist. In den letzten Jahren hat sich der CO^2 -Ausstoß verstärkt. Dabei liegt die stärkste Änderungsrate in unserer Zeit und laut den Modellen ist künftig sogar eine noch stärkere Änderung zu erwarten.

3. KLIMA IN SÜDTIROL

Südtirol liegt am westlichen Ende der Ostalpen im Zentrum der Alpen durch hohe Gebirgsgruppen von allen Seiten abgeschirmt. Der Alpenhauptkamm schützt vor kalter Nordluft und atlantischen Strömungen¹⁾, hohe Gebirgsgruppen im Osten und Westen schirmen nach Westen und Osten vom Mittelmeerluft, während das Etschtal einen relativ ungehinderten Zufluss meist feuchter Meeresluft gewährleistet. Somit ist Südtirol vor kurzfristigen Wetterphänomenen meist weniger betroffen als andere Regionen Mitteleuropas. Als Folge der Abschirmung gegen Norden liegen die Temperaturen höher als im benachbarten Nordtirol, die Niederschläge infolge der Abschirmung in alle Richtungen aber spürbar tiefer als in den angrenzenden Gebieten. Niederschläge fallen vor allem während der Vegetationsperiode und im Herbst, was ihre geringere Menge aus pflanzenphysiologischer Sicht ausgleicht. Die Niederschlagsmengen reichen von 400-500 mm im Vinschgau bis zu über 1000 mm im Passeiertal, während die Gesamtmenge in tieferen Lagen geringer ist als in Gebirgslagen. Ebenfalls ist durch die geringeren beziehungsweise selteneren Niederschläge in Südtirol die Sonnenscheindauer relativ hoch. Die Vegetation in den südlichen Tälern ist aufgrund der Wärme submediterran, in höheren Lagen und weiter nördlich überwiegen kälteresistente Gesellschaften.

4. KLIMAWANDEL IN SÜDTIROL

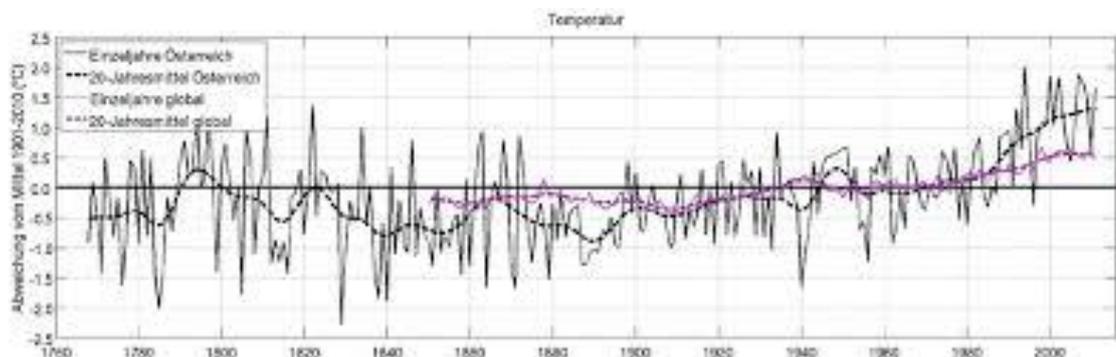


Abb. 3: Temperaturentwicklung im Alpenraum (schwarz) und im globale Mittel (magenta), Quelle: *Das Klima von Tirol-Südtirol-Belluno*, S. 15

In den Alpen kommt der Klimawandel im internationalen Vergleich besonders stark zum Ausdruck. Die Temperaturerhöhung liegt mit 2°C in den vergangenen 100 Jahren um das Doppelte über dem europäischen und 2,7-mal über dem globalen Durchschnitt¹⁾, was mit mehreren Faktoren zusammenhängt. Zum einen ist die Erwärmung über Land generell höher als über Wasser und liegt somit allein deswegen schon höher als im globale Durchschnitt. Zum anderen kommt in den Alpen mit der verstärkten und verfrühten Gletscher- und Schneeschmelze ein Rückkoppelungseffekt zum Tragen, der die Temperaturen durch erhöhte Energieabsorption noch stärker steigen lässt¹⁾. Außerdem unterliegt Südtirol durch die sich polwärts verschiebenden Klimazonen immer stärker dem Einfluss des mediterranen Klimas, während jener des kühlenden atlantischen schwindet³⁾. Vermutlich spielt die Veränderung der globalen atmosphärischen Zirkulation mit der Verlagerung des Subtropischen Hochdruckgürtels nach Norden ebenfalls eine bedeutende Rolle.

5. TEMPERATURERHÖHUNG

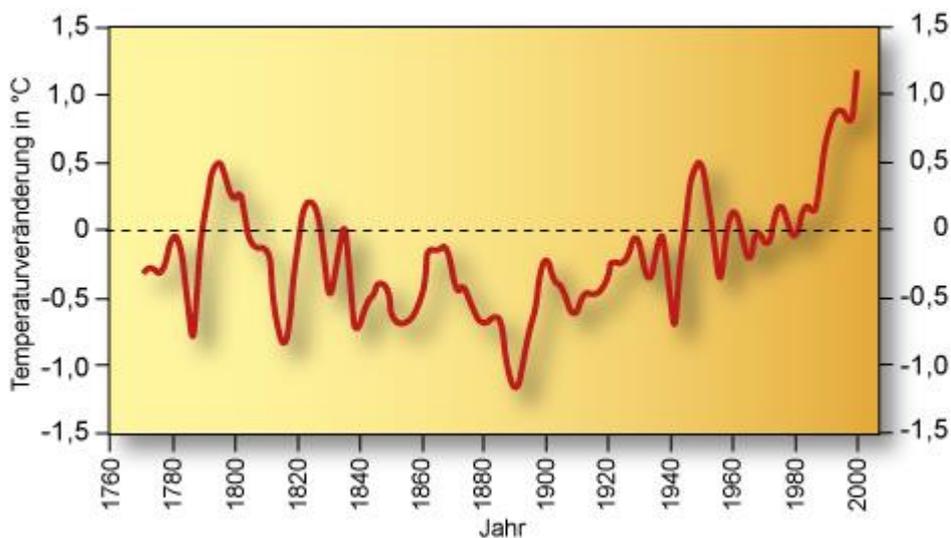


Abb. 4; Temperaturveränderungen in den Alpen relativ zu 1901-2000, Quelle: Bildungsserver Wiki

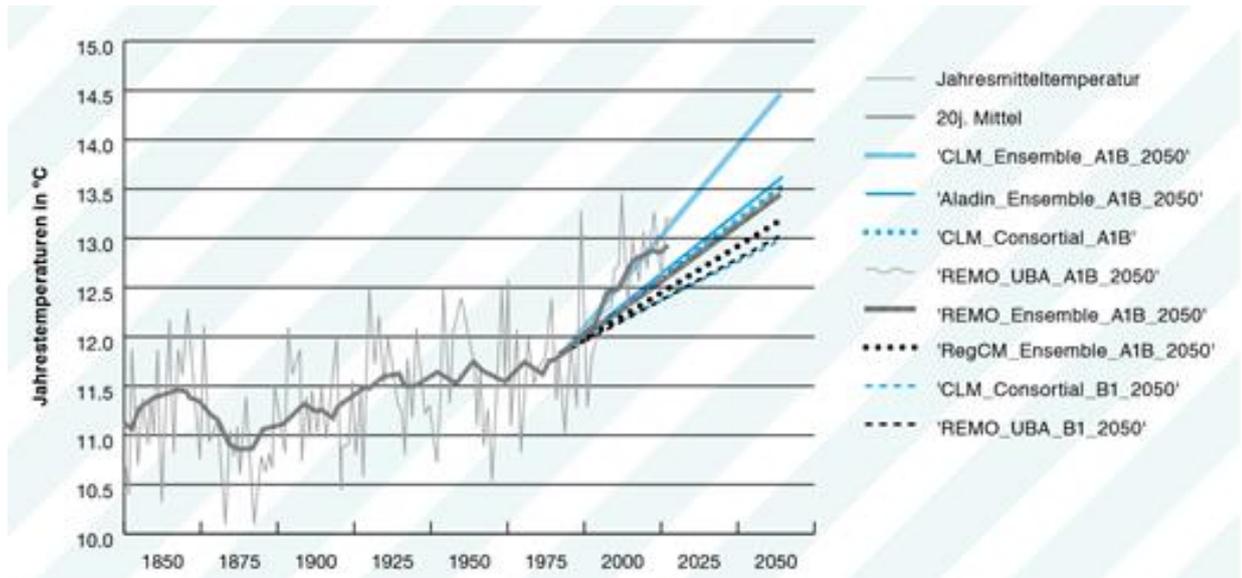


Abb. 5: Anstieg der Jahresmitteltemperatur in Bozen, Quelle: Klimareport

Die Ursprünglichste aller Folgen des CO₂-Anstiegs und die Ursache für alle weiteren Auswirkungen des Klimawandels ist die Erhöhung der Lufttemperatur in den vergangenen 150 Jahren mit einem globalen Schnitt von +0,74°C. Dabei ist zu beobachten, dass der Temperaturanstieg v.a. in den letzten Jahren immer stärker wurde und sich nahezu ungebremst fortsetzen wird, sofern keine der ergriffenen Gegenmaßnahmen greifen. Laut Berechnungen von EURAC-Wissenschaftlern steigen die Temperaturen bis 2050 um +1,2°C bis +2,7°C an. Eine fortgesetzte Erwärmung würde starken Einfluss nehmen auf das globale und lokale Wettergeschehen und die Charakteristik der Standorte und Lebensräume. Mit diesen beiden Begriffen lassen sich alle weiteren Ursachen gut zusammenfassen. Beim Wetter, das ein hochkomplexes, sehr variables System ist, sind fixe Aussagen schwierig zu treffen und können regional sehr stark variieren. Durch höhere Energiezufuhr wird das globale Wetter aber violenter werden. Bei der Charakteristik der Standorte ist die Voraussage einfacher (sofern sie nicht unmittelbar mit dem Wetter zusammenhängt) und für langfristige Auswirkungen auf die Natur meist von größerer Bedeutung. Siehe folgende Kapitel.

6. NIEDERSCHLAG

Die Änderungen den Niederschlag betreffend sind schwer zu erfassen, Trends kaum auszumachen, sowohl für Südtirol, als auch für den restlichen Alpenraum, auch wegen der großen regionalen Unterschiede. Laut ZAMG wird die Trockenheit im südlichen Europa künftig zunehmen, Berggebiete sind davon tendenziell aber weniger betroffen als das Alpenumland¹⁾.

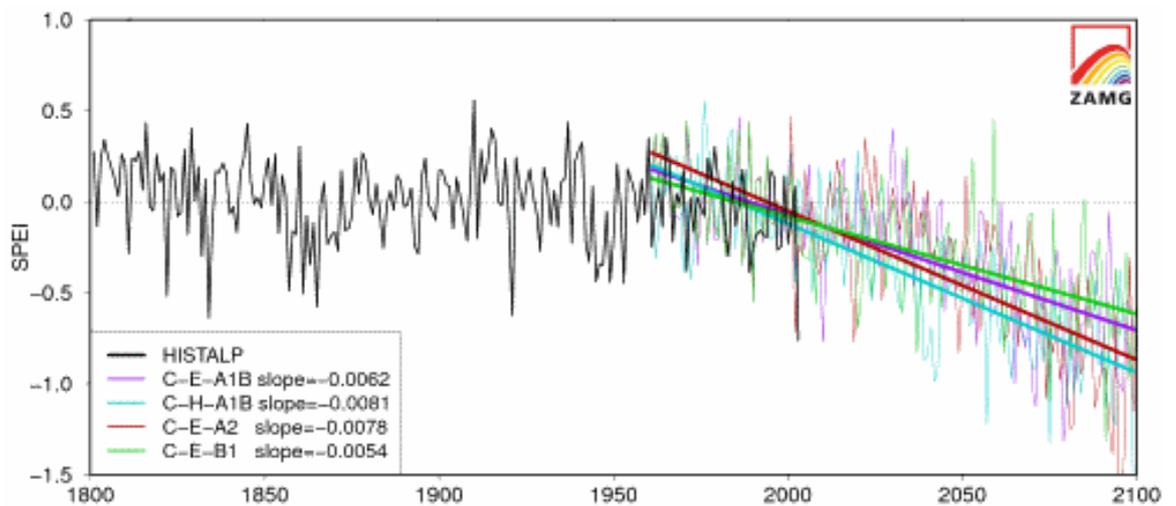


Abb. 6: Trockenheitsindex für den erweiterten Alpenraum (Alpen, Süddeutschland, Norditalien, Ostfrankreich, Westungarn), Quelle: ZAMG

Messungen und Modelle in Südtirol lassen keine eindeutigen Trends bezüglich der Gesamtmenge der Niederschläge feststellen

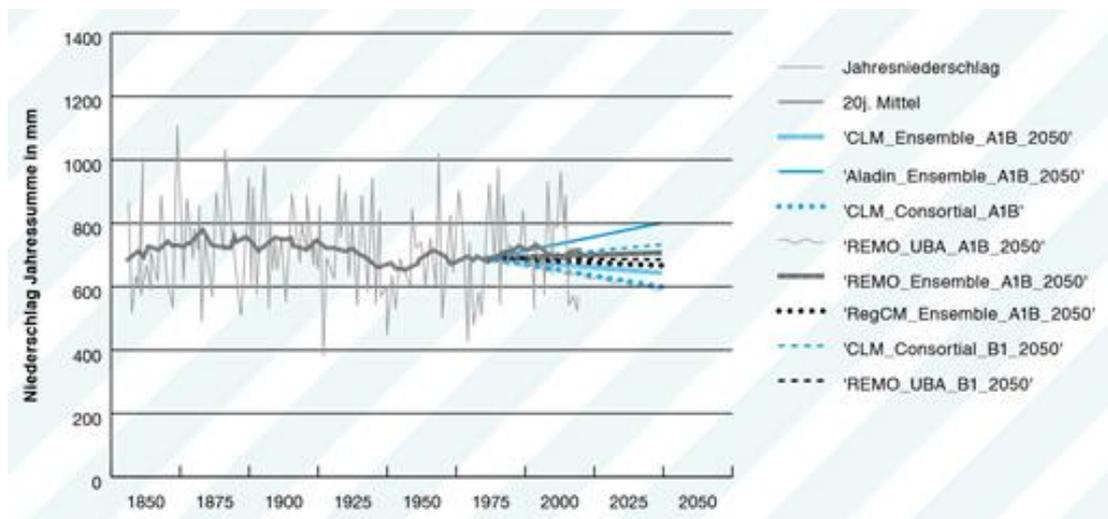


Abb. 7: Entwicklung der Jahresniederschläge in Bozen, Quelle: Klimareport

Einige Modelle sehen eine Zunahme, einige eine Abnahme, am wahrscheinlichsten ist aber eine vergleichsweise stabile Entwicklung, die einen relativ geringen Einfluss auf die Trockenheit haben wird. Diese wird nämlich ebenfalls von der Verteilung der Niederschläge und der erhöhten Verdunstung durch Hitze beeinflusst. Vermutlich kommt es zu einer saisonalen Umverteilung und Annäherung an das mediterrane Klima mit Trockenheit im Sommer und Feuchtigkeit im Herbst oder Winter, was negativ für die Flora Südtirols wäre. Bedeutsam ist zudem, dass Niederschläge im Winter aufgrund der erhöhten Temperatur vermehrt als Regen fallen werden. Kommt es außerdem zu den vermuteten längeren Trockenperioden und Starkregenereignissen, so haben die Pflanzen insgesamt weniger Wasser zur Verfügung, weil es schlechter gespeichert und genutzt werden kann: Es fließt noch während des Unwetters oberflächlich ab (Erosion), gelangt schnell in tiefere Bodenschichten (das führt zu Nährstoffauswaschung) und übersteigt oft die Feldkapazität, sodass es ohnehin nicht nutzbar wäre. Will oder muss man dennoch eine zumindest ausreichende Feuchtigkeit garantieren, so wird der Bewässerungsbedarf steigen. Engpässen während der Spitzenzeiten sind sehr wahrscheinlich; es wird ein verbessertes Bewässerungssystem brauchen. Damit ist sowohl eine verbesserte Koordination der Bewässerung gemeint, als auch eine Erhöhung der Wasserspeicherung, eine Anpassung der Verteilungsinfrastrukturen und der Beregnungsanlagen, die künftig eine Tropfbewässerung aufweisen sollten. Vereinbarungen mit Wasserkraftwerken zur Verwendung von Wasser in Spitzenzeiten sind sinnvoll und werden lokal bereits angestrebt. Langfristige Gegenmaßnahmen sind die Pflanzung weniger wasserbedürftiger Sorten und Unterlagen oder gar der Umstieg auf andere Kulturen.

7. GLETSCHER UND SCHNEE

Ein weiterer Effekt steigender Temperaturen ist Abschmelzen der Gletscher, bedingt durch die höheren Schmelzverluste bei sinkendem Nachschub an Schnee. Ein Rückgang des Eisvolumens ist seit 1850 zu verzeichnen, nachdem ihr Umfang in den vergangenen 500 Jahren seit dem Mittelalterlichen Optimum stark zugenommen hatte. Während dieser sogenannten Kleinen Eiszeit mussten

höhergelegene Almen und Siedlungen aufgelassen werden, die während der Warmzeit des Hochmittelalters weit unterhalb der Gletscherränder gelegen hatten. Einen negativen Wachstumssaldo kann man erst seit 150 Jahren feststellen, und doch sind ihm in dieser relativ kurzen Zeit große Teile der Gletscher zum Opfer gefallen, es handelt sich um etwa 50%. Dabei erhöht sich der Verlust an Eis seit den 1980ern stark, sodass man von einem völligen Verschwinden kleinerer und mittlerer Gletscher bis zur Mitte unseres Jahrhunderts ausgeht¹⁾. Zudem werden Winterniederschläge vermehrt als Regen fallen. Die Schneebedeckung wird somit, sowohl in der zeitlichen, als auch in der räumlichen Ausdehnung, zurückgehen, und das womöglich sehr stark. Dies hätte einen signifikanten Einfluss sowohl auf die Albedo als auch auf das Wasserspeichervermögen der Alpen. Durch die geringere Reflexion des Sonnenlichts würde sich die Temperatur noch stärker erhöhen, was kaum globale Auswirkungen hätte, aber das Mikroklima beeinflussen würde. Die nun vermehrt sichtbaren schmutzig-grauen Gletscher würden weit schneller schmelzen, als die zuvor durch weißen Schnee bedeckten. Dadurch wird die Erwärmung in diesen Höhenlagen beschleunigt. Das verminderte Wasserspeichervermögen wegen rückläufigen Schnee- und Gletscherwassers ist es aber, was als die bedeutsamste Folge für die Landwirtschaft zu betrachten ist, da die überaus wichtige Funktion der Flusspeisung in Frühling und Sommer gestört würde. Bei völlig verschwundenen Gletschern und stark reduzierter Schneemenge würde das Schmelzwasser des Sommers so gut wie komplett, jenes des Frühlings zu einem großen Teil wegfallen, da schlicht kaum noch etwas schmelzen kann, wenn die Niederschläge im Winter zu einem großen Teil als Regen gefallen sind und schon längst abgeflossen sind. Die gestiegene Wasserführung bringt für die Landwirtschaft keine Vorteile. Die Bewässerungskulturen können so in kritischen Momenten in Engpässe kommen. In höheren Lagen, in die sich die Grenzen der intensiven Landwirtschaft verschieben werden, ist der Zugriff auf ausreichend Wasser etwas schwieriger, weil der gesamte Wasserhaushalt instabiler ist. Es müsste versucht werden Winterniederschläge zu speichern, wenn sie schon nicht mehr in Form von Schnee zurückgehalten werden, um sie verwenden zu können.

8. GRUNDWASSER

Ein Rückgang des Grundwasserpegels, der in Zusammenhang mit dem Klimawandel steht, konnte für Südtirol nicht beobachtet werden. Während der trockenen Jahre zwischen 2003 und 2006 sank der Pegel, stieg während der folgenden Jahre aber wieder an und ist heute wieder auf Normalhöhe. Da für die Gesamtmenge der Niederschläge, die das ausschlaggebende Maß für die Füllmenge des Grundwasserspeichers sind, für Südtirol klar negative Tendenzen weder beobachtet noch modelliert werden, wird der Pegel voraussichtlich stabil bleiben, sofern die Nutzung nicht zu stark zunimmt. Geringfügige Engpässe in der Wasserversorgung können also durch Grundwasser ausgeglichen werden. Dabei muss aber immer beachtet werden, die Reserven nicht überzustrapazieren.

9. EXTREMEREIGNISSE

Die wesentlichen Veränderungen, für die sich nach jetzigem Stand Voraussagen treffen lassen, hängen hier mit den erhöhten Temperaturen zusammen. Es wird vermehrt zu Tropennächten und –tagen kommen, aber auch ganze Monate können überdurchschnittlich heiß ausfallen. Vermutlich kommt es im Sommer durch mehr Hitzetage vermehrt zu Starkregenereignissen, was bereits jetzt statistisch nachweisbar ist, aber für andere Wetterextreme (darunter auch Hagel) lassen sich keine Trends beobachten. Vermutet wird, dass höhere Verdunstungsraten im Mittelmeer Unwetter zunehmen lassen.

10. VERSCHIEBUNG DER VEGETATIONSZONEN

Eine Klimaerwärmung geht mit einer Verschiebung der Vegetationszonen in kältere Regionen einher; pro Grad Erwärmung um 100 bis 200 km polwärts und 200 m nach oben im Gebirge. Untersuchungen zeigen, dass die Waldgrenze um 100 bis 150 Meter höher liegt als Mitte des 19. Jahrhunderts¹⁾. Einflüsse auf die Landwirtschaft sind vor allem in tieferen Lagen zu spüren, wo sensible Intensivkulturen auf veränderte Bedingungen treffen werden, die so in Südtirol bisher kaum vorkamen. In Höhenlagen werden Kulturen kaum geschädigt schiebt sich die Anbaugrenze nach

oben. Weinbau und Obstbau wären je Grad Erwärmung ca. 150 Meter weiter in der Höhe möglich

11. NATUR

Auf die sich verschiebenden Klimazonen folgt das Ausweichen der nicht wärmeliebenden Individuen in die Höhe, während sich im wärmeren Tal neue Arten oder gar Gesellschaften aus dem Süden ausbreiten. Für die Alpen ist diese besonders kritisch, da sich manche Pflanzen und Tiere sehr stark an ihren (teilweise extremen) Lebensraum angepasst haben. Das nach oben wandern ist für viele Arten nicht so einfach, die Bodenschicht ist dünner, trockener, die Humusschicht ebenfalls geringer, es gibt weniger Quellen und generell weniger Platz. Manche Arten sind flexibler und werden die Änderungen leichter überstehen, manche werden aussterben. Besonders kritisch wird es für jene Pflanzen und Tiere deren Lebensraum verändert wird, für die aber kein neuer entsteht, so beispielsweise für Insekten die in Bergquellen leben, an denen in großer Höhe ein Mangel herrscht, und für Pflanzen, die bereits ganz oben leben und nicht ausweichen können. In Bayern wird ein Rückgang der einheimischen Arten um 5 – 30% erwartet. Dafür werden Arten aus südlicheren Gebieten zuwandern¹⁾.

Die Waldzusammensetzung wird sich aufgrund neuer Arten und veränderter Bedingungen ebenfalls ändern. In den letzten 150 Jahren hat man eine Verdichtung des Waldbestandes festgestellt. Fichtenmonokulturen und ähnlich anfällige Bäume werden unter der Ausbreitung von Schädlingen leiden und nicht wärmeliebenden Pflanzen müssen wandern, was bei Bäumen ein langwieriger Prozess ist. Dadurch könnten sich die Ökosysteme in den Grenzlagen stark ändern. Das Problem liegt für Pflanzen vor allem in der schnellen Erwärmung, auf die sich die Natur nur schwer einstellen kann. Für Umbrüche in dieser Art und Geschwindigkeit sind die meisten Arten nicht ausgelegt.

12. WEINBAU

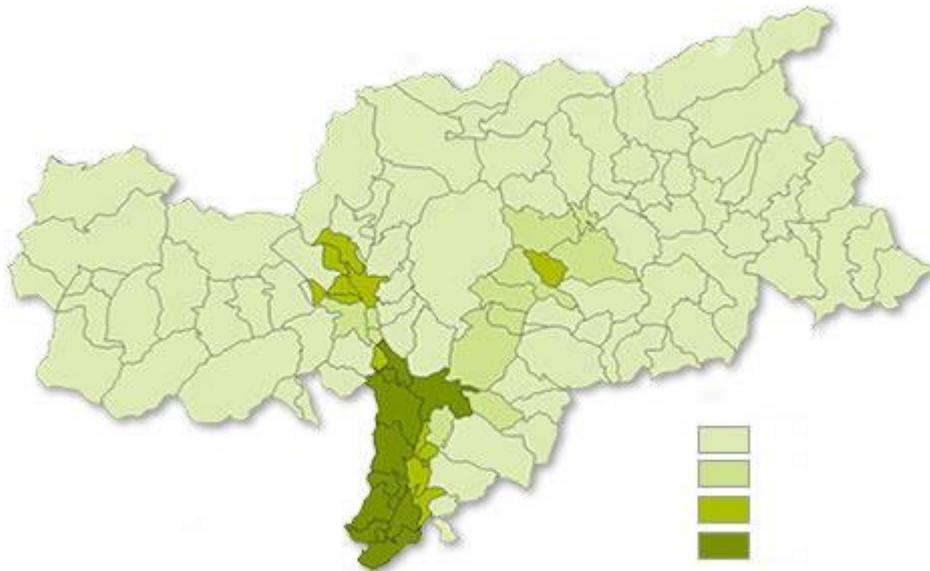


Abb. 8: Anteil des Weinbaus an der landwirtschaftlichen Gesamtfläche, von hell zu dunkel steigend: 0%, 1%, 2-7%, 8-47%, Quelle: Roter Hahn

Der Weinbau ist eine wichtige Stütze der Landwirtschaft Südtirols und vor allem im südlichen Landesteil maßgeblich für das touristische Bild. Die 5300 ha südtiroler Weinbau stehen an sehr unterschiedlichen Standorten¹⁾ und die folgenden Aussagen gelten daher nicht für alle gleich. Sie sollen einen Überblick geben über wahrscheinliche Entwicklungen in unserem Gebiet und Gegenmaßnahmen auflisten.



Abb. 9: Blick auf den Kalterer See, Quelle: ÖWS

Durch die Erwärmung ändern sich die Lebensumstände der Pflanzen, auf die sie in der jeweiligen Gegend angepasst waren, und dies hat Einfluss auf die Rebphänologie. Die Rebe reagiert auf das Klima sehr sensibel und wird daher sogar als Indikator für eine Klimazone und die Anbaueignung anderer Pflanzen verwendet²⁾. Global wird eine Verlagerung des Weinbaus polwärts erwartet, mit Rückgängen in südlichen Weinbauländern. Zum Problem werden traditionelle geographische Ursprungsbezeichnungen werden, falls diese einen bestimmten

Sortenspiegel vorschreiben, der aber durch den Klimawandel nicht mehr in diese Gegend passt³⁾. Dieses Problem ist in Südtirol aber geringer, da weniger auf solche strikte Bezeichnungen aufgebaut wird.

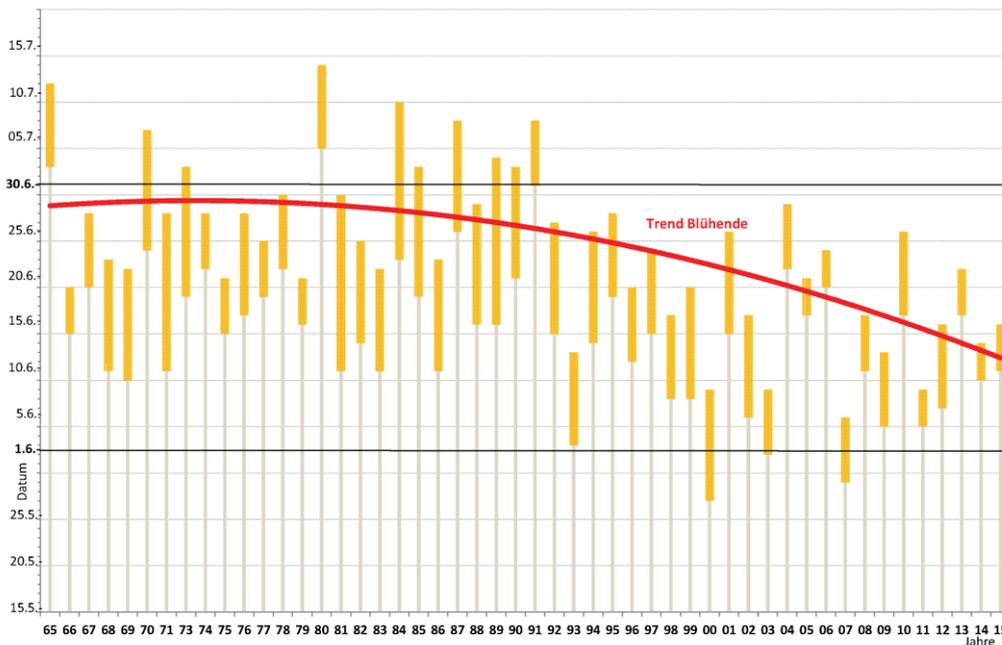


Abb. 10: Reblüte der Rebsorte Grüner Veltliner (Weinbauschule Krems, Sandgrube), Quelle: Wikimedia

Durch höhere Temperaturen hat sich der Austrieb in den letzten Jahrzehnten um einige Tage verfrüht, allerdings sehr unterschiedlich je nach Lage und Sorte. Die Auswirkungen auf den Vegetationszyklus sind aber gering, da der Blühbeginn vom Austriebszeitpunkt unabhängig ist. Nichtsdestotrotz findet sich auch beim Blühende, auf den die folgenden Entwicklungen und natürlich auch der Reifebeginn ausgerichtet sind, eine deutliche Verfrühung. Dadurch kann sich die Reifungsperiode verlängern, was bei spätreifenden Sorten positiv sein kann, da mehr Zeit für Zucker- und Extrakteinlagerung bleibt. Nicht alle Sorten nutzen die verlängerte Periode (z.B. Müller Thurgau) sondern schließen die Reife früher ab, wodurch diese in einen heißeren Zeitpunkt fällt, was negative Folgen bezüglich der Inhaltsstoffe haben kann. Spätreifende Sorten können die Zeit besser nutzen, um auszureifen, was vor allem dem Rotweinanbau in Grenzlagen zugutekommt.

Durch die höheren Temperaturen steigt zunächst die Nettophotosyntheseleistung an und bleibt bis ca. 35°C hoch, fällt dann aber sehr rasch ab und erreicht bei 40°C

nur mehr in Fünftel des Wertes bei 35°C. Ein weiterer Faktor ist die CO²-Düngung, die keine sehr großen Auswirkungen haben wird, aber dennoch die Photosyntheseleistung der Blätter erhöhen wird, sodass eine etwas geringere Laubwand künftig die gleichen Assimilationswerte haben wie der Durchschnitt heute.

Für die Temperatur ist vor allem an heißen Tagen auch die Zeilenausrichtung bedeutend. Ein Versuch der Laimburg zeigte Temperaturunterschiede von bis zu 10°C zwischen Ost-West und Nord-Süd-Ausrichtung. Erstere ist hat geringere Maximaltemperaturen (Apfelsäureabbau), ist gleichmäßiger warm und weniger sonnbrandgefährdet, dafür aber früher reif und inhomogener. Die Nord-Süd-Richtung verringert hingegen den Wasserverbrauch der Reben, nicht aber jenen der Begrünung⁴). Zu empfehlen ist also eher die Nord-Süd-Ausrichtung bei ausreichender Beschattung der Trauben, wenn man die Reife verzögern will. Häufig ist die Ausrichtung aber standortbedingt.

Das Geschmacksbild der Weine wird sich aus verschiedenen Gründen ändern. Sowohl durch höhere Gesamttemperaturen (über 40°C sehr stark), aber vor allem durch eine verfrühte Reife bei somit höheren Temperaturen wird der Abbau der Apfelsäure verstärkt, die wichtig für die frische Erscheinung des Weines ist. Sensible Sorten können von hohen Temperaturen kaum profitieren und ihre Reife wird durch Pflanzung in kühlere Lagen oder Pflegemaßnahmen verzögert werden müssen, weil der physiologische Trend in Richtung säurearmer Weine durch die höhere Temperatur geht. Frische, säurebetonte Weine sind aber modern und beliebt und daher werden Weine auch in Südtirol gerne auf diese Weise ausgebaut, wofür gegen die sich immer stärker abzeichnenden physiologischen Tendenzen angekämpft werden muss. Die Aromaausbildung kann wegen der zu schnellen Reifung verringert sein. Die Weine weisen zudem erhöhte Gehalte an Gerbstoffen auf, die zum Schutz vor Extremtemperaturen und Trockenheit eingelagert werden. Davon profitieren vor allem (schwere) Rotweine in ihren Grenzlagen, die oft unter einem Mangel an Gerbstoffen leiden. Durch überhöhte Temperaturen kann auch die Anthozyanbildung gehemmt werden, was zu weniger Farbe und schlechterer Aromatik führt⁵). Wie sich die CO²-Düngung auf den Geschmack auswirken wird, ist

noch unklar⁶⁾. Aber auch sie wird, wie viele andere nicht erwähnte Faktoren, einen Einfluss haben, der den Wein der Zukunft prägt.

In allen europäischen Weinbaugebieten ist eine leichte Erhöhung des Huglin-Index` zu bemerken. Dadurch wandert das gesamte potentielle Anbaugebiet nördlich und vor allem frühreifende frische Weine werden gezwungen in kühlere Lagen auszuweichen. Da Weinbaulagen normalerweise klimatisch begünstigt sind, ist eine Verlagerung oder Ausdehnung auf ungünstigere kühlere (nordseitige, windige) Gebiete in derselbe Gegend, sofern vorhanden, möglich, während in den ursprünglichen Lagen wärmeliebendere Sorten gepflanzt werden können. Darin sehe ich insbesondere für Südtirol eine Option, falls der Absatzmarkt die zusätzlichen Mengen aufnimmt. Laut Klimamodellen droht das Gebiet um die die Laimburg von der ‚warmen‘ in die ‚heiße‘ Zone zu fallen, was sich negativ auf den Anbau traditioneller Sorten auswirken kann, wenn diese bereits an ihrer Toleranzgrenze sind. Andererseits ist eine Verschiebung der Weinbaugrenze nach oben und nach Norden möglich. Die Steigerung liegt dabei zwischen 100 und 200 Meter in die Höher, was keine großen Zuwächse verspricht, vor allem da auch unterdurchschnittlich kühle Jahre zu erwarten sind, die dem Grenzlagenweinbau stark zusetzen würden. Intensiver Anbau auf über 1000 Meter ist also möglich, aber ökonomisch wahrscheinlich zu riskant. Ausgedehnte Flächen sind eher nicht zu erwarten, auch nicht mit Müller Thurgau oder Solaris, aber als Nebenerwerb für die Berglandwirtschaft ist Weinbau durchaus eine Möglichkeit.

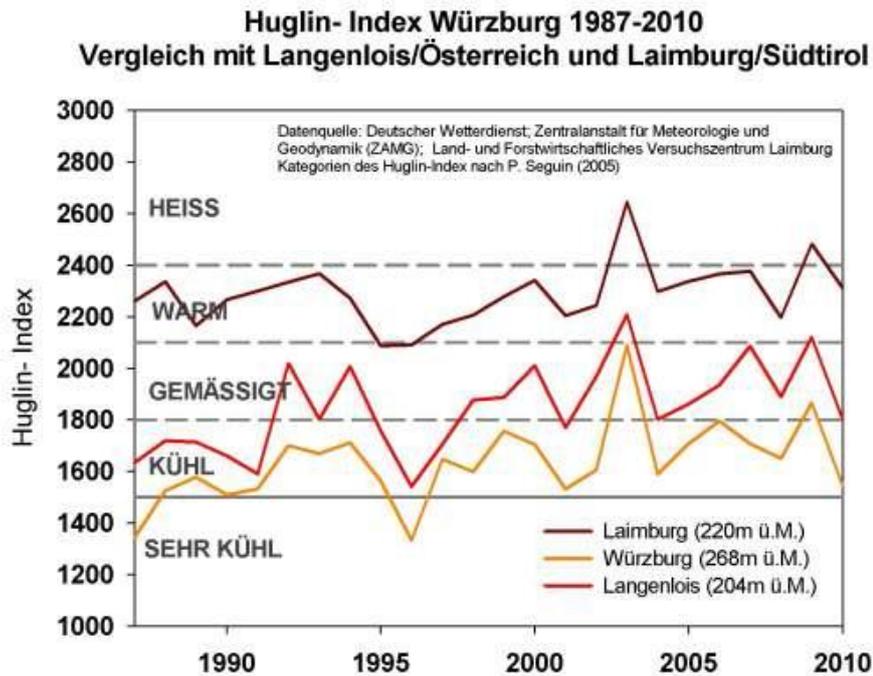


Abb. 11: Entwicklung des Huglin-Index' an der Laimburg, Quelle: Das deutsche Weinmagazin 10/2011

Die unnatürlich hohen Temperaturen (Tropentage) erhöhen die Gefahr eines Sonnenbrandes, der durch zu schnelle Frühlingsentwicklung, die ebenfalls wahrscheinlicher wird, erleichtert wird. Frühzeitiges Auslauben fördert den Eigenschutz der jungen Beeren. Zugleich sollte aber auf eine ausreichende Beschattung geachtet werden, auch damit später die reifenden Beeren nicht wegen mangelndem Sonnenschutz zu stark erhitzt werden, was sich negativ auf die Inhaltsstoffe auswirkt.

Die Versorgung der Rebe mit Wasser wird sich künftig etwas schwieriger gestalten als bisher, wenngleich die Gesamtniederschlagsmenge gleich bleiben wird. Heftigere Niederschläge, die die Feldkapazität übersteigen, werden längeren Trockenperioden gegenüberstehen. Durch höhere Verdunstungsraten gesteigerter Verbrauch muss zur aber zur Verfügung gestellt werden, wofür in Südtirol die nötige Infrastruktur und Know-how bereits vorhanden sind. Negativ für Südtirol ist, dass zahlreiche Anlagen auf schwachen Unterlagen stehen, die weniger trockenheitsresistent sind, und die landesübliche Dauerbegrünung den Wasserverbrauch steigert. Mittelstarke Unterlagen vertragen die Trockenheit weit besser und sind daher weniger anfällig.

Beim Erziehungssystem wird von einigen ein Wiedererstarken der Pergel wegen ihrer positiven Eigenschaften in Hinblick auf die veränderten Bedingungen erwartet, während Hansjörg Palla auf den erhöhten Arbeitsaufwand verweist. Eine Renaissance der Pergel ohne verbesserte Mechanisierbarkeit ist unwahrscheinlich.

Ein hoher Humusgehalt der südtiroler Weinbauböden von 4-5%, der auf die Dauerbegrünung zurückzuführen ist, steigert die Feldkapazität des Bodens. Dafür muss es zumindest Teilzeitbegrünung geben, eventuell in Kombination mit einer Einsaat, um den Gehalt hoch zu halten. Realistischer ist aber weiterhin die Dauerbegrünung, auch um Erosionsschäden in Hanglagen zu vermeiden⁷⁾. Weiters kann durch Ersetzen der Überkronenbewässerung mit Tropfbewässerung der Humusabbau verringert werden. Der Einsatz der PRD-Technik (Partial rootzone drying) ermöglicht weitere Wassereinsparungen und belässt die Rebe zudem in permanentem Trockenstress, ohne sie zu schädigen. Die Auswirkungen auf Wachstum und Qualität sind dem echten Trockenstress ähnlich und führen zu verringertem Wachstum⁸⁾. Dadurch könnte auch Traubenwelke reduziert werden⁹⁾, was in Zukunft wegen der zunehmend unregelmäßigen Wasserversorgung durch Niederschlag an Wichtigkeit gewinnen kann. Womöglich ist ein stellenweiser Ausbau des Bewässerungsnetzes nötig, um auf die drohenden Bewässerungsspitzen in sehr heißen und trockenen Zeiträumen reagieren zu können.

Ansässige Schadorganismen, die durch Kälte oft gehemmt werden, werden in ihrer Entwicklung begünstigt und können teilweise mehr Generationen ausbilden, wie z.B. der Traubenwickler mit zwei, in warmen Jahren aber auch drei Generationen. Da Südtirol aber bereits im warmen Klima liegt, können ansässige Schädlinge durch noch höhere Temperaturen auch gehemmt werden, wie beispielsweise die Kirschessigfliege mit bis zu 13 Generationen¹¹⁾ pro Jahr, die zwar durch warme Winter begünstigt wird aber unter zu heißen Sommern leidet. Neue Schadorganismen, wie beispielsweise die Büffelzikade, können (verstärkt) aus südlicheren Weinbaugebieten zuwandern. Die Goldgelbe Vergilbung und die Schwarzholzkrankheit verbreiten sich in den letzten Jahren, was auch auf die Förderung ihrer wärmeliebenden Vektoren (Zikaden) zurückzuführen ist^{11) 12)}.

Von der Verlagerung der Reife in einen wärme Zeitpunkt profitieren Botrytis und Grünfäule¹³). Botrytis entwickelt sich nämlich bei höheren Temperaturen und ausreichender Feuchtigkeit weit stärker, weswegen eine lockere Traubenstruktur und Laubwand wichtiger, sowie eventuell mehr Spritzungen nötig werden. Weil Botrytis aber auch kurz vor der Reifung noch ein Problem darstellt, ist ein ausreichender Schutz durch Spritzungen allein kaum gegeben.

Trotz des verfrühten Austriebs wird das Spätfrostrisiko im Weinbau wenig steigen und auch beim Hagel ist keine statistische Häufung erkennbar, da beide durch den Klimawandel kaum beeinflusst werden.

Untersuchungen der Laimburg zur Reifeverzögerung zeigten gewisse Erfolge, die künftig Eingang in die alltägliche Praxis halten werden, wenn es darum geht die Reifung mit Pflegemaßnahmen zu verzögern. Eine um 40% verringerte Laubwand brachte einen Reifeunterschied um 1°KMW. Qualitätseinbußen konnten durch verlängerte Reifezeit kompensiert werden. Konsequentes Entfernen der Geiztriebe reduzierte den Zuckergehalt um immerhin 0,3°KMW, bei verbessertem Mikroklima und dadurch besserer Gesundheit der Traube. Dreht man die Triebe am letzten Heftdrahtpaar ein, so ergibt sich eine geringe Verzögerung¹⁴). Denkbar wäre auch eine Kombination der Methoden, sollte eine starke Verspätung gewünscht sein. Weiters ist es möglich den Reifezeitpunkt mit der Unterlage zu steuern. Die zurzeit noch viel verwendeten schwachwüchsigen Unterlagen *Vitis berlandieri* x *Vitis riparia* wirken eher reifebeschleunigend, während die mittelstarken *Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*-Kreuzungen Richter, Paulsen und Ruggeri reifeverzögernd wirken. Negativ sind stärkere Unterlagen auf fruchtbaren Böden wegen des verstärkten Wachstums. Veredelungen mit diesen Unterlagen sind aber dennoch künftig eine empfehlenswerte Wahl, wenn man bedenkt, dass jetzt neu anzulegende Rebanlage wahrscheinlich erst nach 2050 wieder umgestellt wird.

All diese Änderungen werden von den Bauern mehr Flexibilität und Können verlangen, die Pflegemaßnahmen müssen gut auf das jeweilige Jahr angepasst werden, mehr als es heute der Fall ist. Langfristige Eingriffe müssen mit einem Auge auf dem Klimawandel durchgeführt werden, Neuerstellungen und Bewässerungsanlagen insbesondere. Ob der Sortenspiegel angepasst werden und

der Weinbau verlagert werden sollte, darüber herrscht noch Uneinigkeit, Hansjörg Hafner rät zu Gelassenheit. Es sollte nicht überreagiert werden, aber nichtsdestotrotz ist rechtzeitiges Handeln nötig.

13. APFELANBAU

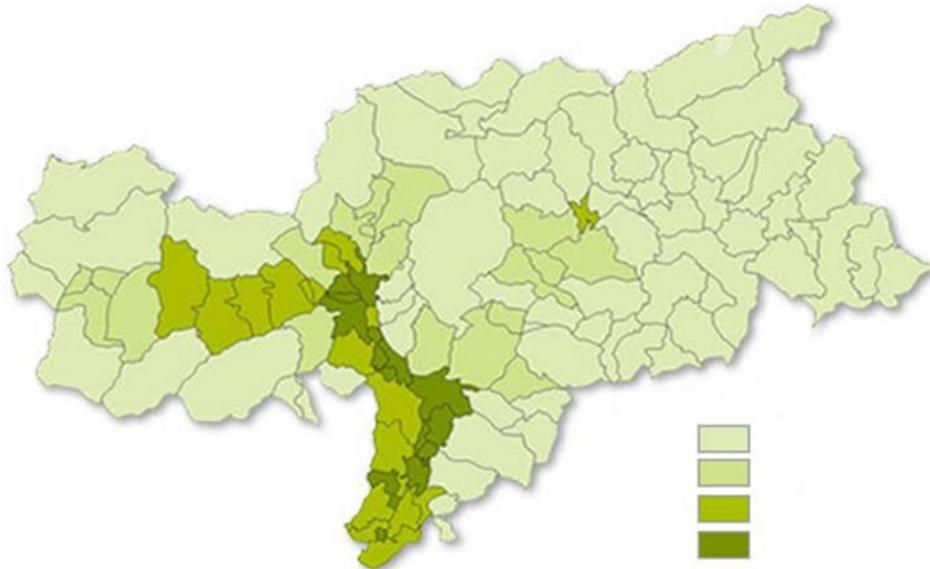


Abb. 12: Anteil der Ostfläche (die zu beinahe 100% mit Äpfeln bepflanzt ist) an der landwirtschaftlichen Gesamtfläche, von hell zu dunkel steigend: 0%, 1-9%, 10-29%, 31-74%, Quelle: Roter Hahn

Die 18000 ha südtiroler Apfelanlagen stehen hauptsächlich in der Etschtalsole, aber auch in Höhenlagen bis 1000 Meter. Die durchschnittliche Betriebsgröße beträgt 2,5 Hektar und wird oft von der Familie bewirtschaftet, was die Risikofreudigkeit und die Möglichkeiten der einzelnen Betriebe einschränkt. Experimente werden nicht leicht gewagt, wenn da Einkommen davon abhängt.

Der südtiroler Apfelanbau erwirtschaftet mit 350 Millionen Euro die Hälfte der Wertschöpfung der Südtiroler Landwirtschaft, ist also ein Faktor, der sehr bedeutend ist. Direkt von der Landwirtschaft abhängig sind in erster Linie die 7000 Betriebe, außerdem die 2000 Angestellten der Obstgenossenschaften und Saisonsarbeitskräfte. Zudem sind zahlreiche andere Wirtschaftsbereiche mit dem Apfelanbau verbunden. Negative Veränderungen können fatale Folgen haben und

bedrohen die Rentabilität eines ganzen Wirtschaftszweiges, mit im Extremfall dramatischen Auswirkungen¹⁾.

Die Ausgangsbedingungen Südtirols als Apfelland haben sich seit 1965, also dem Beginn der industriell-kommerziellen Anbaus geändert. Die Jahresdurchschnittstemperatur stieg an der Laimburg um 0,6°C, wobei die Differenz mit zunehmender Höhe stärker wird. Wichtiger für den Apfelanbau und auch stärker ausgeprägt als der Jahresgesamtwert ist aber der Anstieg der Nachttemperaturen, der zu einer geringeren Tag-Nacht-Differenz führte, vor allem bedeutsam im April und August, also nach der Blüte und vor der Reife. Höhere Nachttemperaturen während der Anfangsphase der Fruchtentwicklung (seit 1965 +1°C an der Laimburg, Latsch +4,2°C) führen zu einem stärkeren Fruchtwachstum und schnelleren Abbau der Gibberelline, die normalerweise für eine ausreichend lange Zellteilungsphase sorgen. Dadurch sinkt die Zahl der Zellen pro cm³, nicht aber die Fruchtgröße, weswegen das Fruchtfleisch zu locker wird, die Schale zu dünn so und die Gefahr der Fruchtberostung steigt. Es kommt zu mehr übergroßen und weichen Früchten. Für andere Anbauggebiete wurde ebenfalls der Trend zu mehligeren und süßeren Früchten beobachtet²⁾. Vor der Reife führen höhere Nachttemperaturen (+1,8°C an der Laimburg) zu einer erhöhten Atmungsaktivität und Zuckerverbrauch des Apfels mit höherer Ethylenausschüttung, dadurch beschleunigter Reife, raschem Chlorophyll-, Fruchtsäure- und Aromenabbau, geringerer Deckfärbung und natürlich einem kürzeren Erntefenster. Nicht wärmeliebende Sorten werden einen schwierigeren Stand haben und womöglich nicht mehr ausreichende Qualitäten liefern. Für Konsumenten ist der Wandel, da er sich doch eher langsam vollzieht, aber nicht so leicht nachvollziehbar³⁾. Qualitätsminderung wirkt sich also nicht zu 100% auf das Empfinden und die Beliebtheit aus, sofern sie nicht drastisch und schnell ist.

Eine klimabedingte Steigerung der Hagelmenge lässt sich kaum meteorologische belegen, weder in Südtirol noch in anderen Gegenden Europas, wengleich laut Daten der Laimburg die verhagelte Fläche von 1969 bis 2010 von 13% auf 20% gestiegen ist. Dies rührt aber vermutlich daher, dass nur gemeldete Flächen in diese Zahlen einfließen. Die Erstellung weiterer Hagelnetze ist aber dennoch sinnvoll, da

diese auch vor Sonnenbrand schützen, der durch erhöhte Globalstrahlung ebenfalls im Steigen begriffen ist.

Bienen werden vom Klimawandel auch gestört, wenngleich bislang noch nicht belegt ist, in welchem Umfang⁴⁾. Der auf Bestäubung angewiesene Obstbau sollte dennoch versuchen Bienen von seiner Seite soweit als möglich zu schonen, da sie ohnehin schon belastet sind und die Kosten bei großen Ausfällen hoch liegen können.

Es steigt die Zahl der Tage mit starken Niederschlägen ($> 30/d$ mm) und es sinkt jene mit den geringen Niederschlägen ($< 10/d$ mm), sprich es gibt mehr Starkregen, was weniger verfügbares Wasser bedeuten. Zudem erhöht sich die Verdunstung der Bäume, was mehr Bewässerung zwingend macht. Um Wasser zu sparen, sollte dies mittels Tropfbewässerung geschehen. Die Grundwasserreserven, die über Tiefbrunnen eine wichtige Wasserquelle des Apfelanbaus darstellen, sollten nicht zu viel beansprucht werden, weshalb längerfristig bei neuen Sorten und Klonen nicht nur auf Kundenfreundlichkeit und eventuelle Krankheitsresistenz geachtet werden sollte, sondern auch auf Trockenheitsresistenz.

Die Gefahr von Frostschäden wird bleiben und in Höhenlagen auch noch steigen, da dort Spätfrost normalerweise durch späten Austrieb vermieden wird, sich dieser nun aber verfrüht und somit vor allem bei stark verfrühter Knospung in den kritischen Bereich fallen wird. Die Spätfrosthäufigkeit selbst wird durch die Erwärmung kaum beeinflusst.

Befürchtet wird eine Annäherung der Fruchtqualität der Tallagen an jene der Poebene, da sich der Klimaverhältnisse an jene des Veroneser Raumes annähern. Damit wäre die Rentabilität des Apfelanbaus gefährdet, wie der Südtiroler Bauernbund wegen bereits jetzt sinkender Auszahlungspreise bei gleichbleibenden Kosten befürchtet⁵⁾. Ein Sortentrend zur Minderung des Qualitätsrückganges wird in Richtung spätreifender Apfelsorten gehen, um die nötige Temperaturdifferenz erreichen zu können. Golden Delicious bekommt in Tallagen immer mehr Probleme und sollte teilweise durch andere Sorten ersetzt werden, auch um das Sortiment und damit das Risiko zu streuen. Höhenlagen allgemein und insbesondere der Golden-Anbau in Höhenlagen hingegen profitieren vom Klimawandel, da die Erträge steigen

und die Qualität durch nach wie vor ausreichende Tag-Nacht-Schwankungen konstant bleibt. Es wird einen weiteren Ausbau des Anbaus in den Randzonen geben, da die Anbaueignungsgrenze steigt⁶⁾. Durch den ebenfalls festgestellten Anstieg der Jahresminimumtemperatur um 3°C werden viele Schädlinge und Erreger des Apfelbaums gefördert. Durch höhere Frühjahrsmindesttemperaturen steigen die Populationen der Blattsauger und Läuse, die auch durch höhere Minimalwerte im Winter gefördert werden. Der Apfelwickler kann in warmen Jahren eine dritte Generation aufbauen. Mildere Wintertemperaturen fördern auch Bakterienkrankheiten, den Besenwuchs und den Obstbaumkrebs. Für Pilzkrankheiten ist eine solch klare proportionale Zunahme nicht beobachtet worden⁷⁾. Es gibt noch zu wenige Untersuchungen der genauen Auswirkungen auf Schadorganismen.

Bekämpfungsmaßnahmen gegen die profitierenden Schädlinge und Erreger werden also verstärkt werden müssen, da den steigenden Temperaturen nicht vorgebeugt werden kann. Eine reine Steigerung des Pflanzenschutzaufwandes ist auch für den Fall, dass es effektiv genug wäre, nicht sinnvoll, da dies zum einen die Produktionskosten erhöht und zum anderen auch umweltbelastend ist.

Resistentere Sorten wären eine notwendige Alternative, deren Züchtung aber lange dauern kann. Das Augenmerk sollte dabei auch auf spätere Reifezeiten und verbesserte Fruchteigenschaften (Fruchtfleischfestigkeit, Färbung, Haltbarkeit) gelegt werden, damit die Qualität der Früchte gewahrt werden kann. Dies ist sehr wichtig um langfristig das Überleben des Anbaus in den Tallagen zu gewährleisten, da ohne die entsprechende Qualität der Anbau gegebenenfalls nicht mehr rentabel ist.

Auch künftig wird der Apfelanbau in Südtirol eine wichtige Rolle spielen, da er gut etabliert ist und sehr große Flächen bedeckt, die sich nicht so einfach auf eine andere Kultur umstellen lassen, zumal für große Mengen an anderen Produkten erst einmal Absatzmärkte gefunden werden müssen. So werden zwar einige Flächen von Marillen und Kirschen, einige womöglich auch von Weinbau und anderen Kulturen verdrängt werden, aber für eine großflächige Umstellung fehlen mittelfristig und womöglich auch langfristig die Grundlagen. Alternative Kulturen, die den

Apfelanbau ersetzen können kaum vorstellbar. Der Apfel wird sich also an die neuen Bedingungen anpassen müssen und dafür hat die Entwicklung an den Klimawandel angepasster Sorten oberste Priorität.

14. GRÜNLANDWIRTSCHAFT

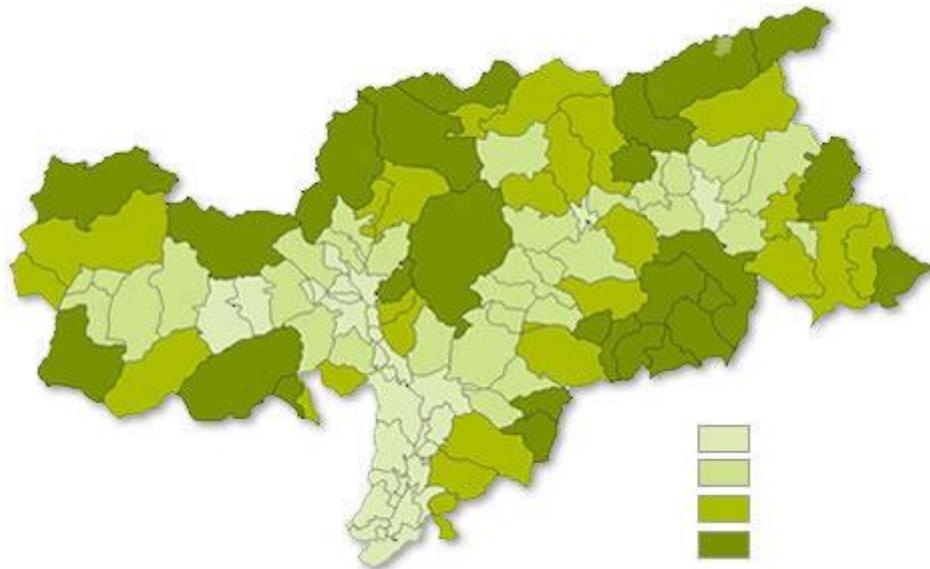


Abb. 13: Anteil von Dauerwiesen und Weiden an der landwirtschaftlichen Gesamtfläche, von hell zu dunkel steigend: 0-61%, 64-96%, 97-99%, 100% Quelle: Roter Hahn

In der Grünlandwirtschaft werden bereits heute viele Flächen bewässert¹⁾, wenn die Trockenheit kritisch wird. Es handelt sich dabei je nach Gebiet vor allem um Flächen in der Nähe des Hofes oder des Dorfes oder aber um ganze Talabschnitte, die beinahe durchgängig bewässerbar sind. Das Wasser für diese Bewässerungen kommt entweder aus Rückhaltebecken, die von Regen, Schnee oder Bächen gespeist werden, von Brunnen, die in Höhenlagen teilweise auch von unterirdischen Flussläufen (Wasseradern) gespeist werden, oder aus Bächen. Entnahme aus Bächen zur unmittelbaren Verwendung ist in größeren Höhen aufgrund der zu geringen Wasserführung oft kaum möglich, deshalb wird auf Quellen zurückgegriffen oder geringe Mengen an Wasser kontinuierlich in einen Speicher eingespeist. Hier wird die verstärkte Investition in Speicher und Verteilersysteme erforderlich sein um dieselbe Schnittmenge wie heute zu erzielen. Die Niederschläge des Winters, die nun vermehrt als Regen fallen werden, müssen

unverzüglich aufgefangen werden, will man sie für kritische Momente während trockener Zeiten oder im Sommer zur Verfügung haben. Für entlegene Gebiete und schwer zugängliche Almen wird sich dieser Aufwand vermutlich nicht lohnen. Dort ist womöglich mit Einbußen an Qualität, vor allem aber an Menge zu rechnen, wie es in den vergangenen Trockenjahren bereits einige Male der Fall war.

Untersuchungen der Laimburg belegen eine Erhöhung des Ertrages bei Bewässerung, ebenso wie eine geringfügige Änderung der Inhaltsstoffe. Der Rohfaser-; NDF (Gerüstsubstanzen)- und ADF (hauptsächlich Lignin)- gehalt haben zugenommen, während das Rohprotein und der Phosphor, sowie die NEL (Netto-Energie-Laktation, Energie für Milchproduktion) abgenommen haben. Beregnung wirkt sich auf Qualität und Verdaulichkeit also negativ aus, wenn auch nur geringfügig. Wird die Beregnung als Kompensation für Trockenheit verwendet, ist die Qualitätsminderung nicht relevant.

Am effektivsten zeigte sich die Bewässerung nach Bedarf, was kontinuierliche Messungen voraussetzt, für die Zukunft aber sicher die wassersparendste und effizienteste Methode wäre. Da dies aber aufwendig ist, kann auch wöchentlich oder bei Trockenheit bewässert werden, zu häufige und zu umfangreiche Bewässerung (laut Versuch über 25mm/Quadratmeter und Woche) ist aber negativ.

Auf nicht bewässerbaren Flächen, die unter längerdauernder Trockenheit leiden, wird sich vermutlich eine leichte Verschiebung der botanischen Zusammensetzung in Richtung trockenheitsresistenterer Pflanzen zeigen, klar ersichtliche Tendenzen gibt es kaum. Die bei Nichtbewässerung zu erwartende Abnahme des Ertrages wird den Bauern zu verstärktem Zukauf von Futtermitteln zwingen.

Für unbewachsene oder unbefestigte Flächen ist mit vermehrter Erosion zu rechnen, sobald der Niederschlag auch im Winter in überwiegend flüssiger Form fällt. Ein durchgehender Bewuchs und eine nicht zu starke Beschädigung der Grasnarbe werden noch wichtiger.

Hoch gelegene Wiesen werden wegen der verlängerten Vegetationsperiode produktiver, sofern sie genügend Wasser erhalten.³⁾

15. VIEHWIRTSCHAFT

Die Tiere, in Südtirol hauptsächlich Milchkühe, werden vor allem von steigenden Temperaturen negativ beeinflusst. Hitzestress, der bereits bei 21°C Stalltemperatur beginnt, vermindert die Tiergesundheit und ab 25°C auch die Milchleistung¹⁾. Hitze belastet das Herz-Kreislaufsystem und die Atemwege der Tiere. Krankheitserreger und ihre Vektoren finden bei erhöhter Temperatur verbesserte Bedingungen vor, neue Erreger können zuwandern²⁾. Eine Kühlung der Ställe ist über Belüftung, Ventilatoren und Sprinkleranlagen möglich. Ein innovativer Vorschlag ist die Bepflanzung des Daches, was eine Temperaturdifferenz von 5°C mit sich bringt. Um die Tiere im Freiland zu schonen, wird die Alping künftig in immer höheren Lagen stattfinden³⁾. Durch erhöhte Produktionskosten bei der Futtermittelherstellung können auch die Kosten für die Viehhaltung steigen, was bei weiterhin tiefen oder gar sinkenden Milchpreisen problematisch wird.

16. NISCHENKULTUREN

Nischenkulturen sind in Südtirol sehr intensive Kulturen auf kleinen Flächen mit einer hohen Wertschöpfung pro Hektar. Standortbedingte Hindernisse (Höhe, Hangneigung, wenig maschinell, kleine Flächen) werden durch Vorteile (gute Qualität, Flexibilität, Innovativität und Authentizität, bei manchen Kulturen ein späteres Ernte- und Verkaufszeitfenster wegen Höhenlage) kompensiert, sodass der Gewinn/Hektar ähnlich wie beim Obstbau und deutlich höher als in der Grünlandwirtschaft ausfällt. Nischenkulturen sind sehr anfällig und sensibel und werden daher vor allem unter Extremereignissen wie längeren Trockenperioden und großer Hitze leiden. Eine Schädigung der Pflanzen kann fatale Folgen haben, weil die Produktion kostenintensiv und somit riskant ist.

Meiner Meinung nach wird die Anbauentwicklung der derzeitigen Nischenkulturen allerdings mehr durch die Marktlage, die Innovations- und Investitionsfreudigkeit der Südtiroler Bauern als durch den Klimawandel beeinflusst werden. Auswirkungen sind vor allem durch zunehmende Extremereignisse wie Unwetter, Trockenheit und

Hitze gegeben und nicht so sehr durch die klimatischen Veränderungen von Temperatur und Niederschlag.

17. ALTERNATIVE KULTUREN

Mit der Erwärmung und der Verschiebung der Vegetationszonen sinkt die Eignung gewisser Anbauggebiete für die aktuellen Kulturen und erhöht sich für andere. In unserem Fall handelt es sich dabei bei letzteren um Kulturen aus dem nördlichen Mittelmeerraum, die durch die mindestens erwarteten 1,2°C Erwärmung bis 2050 verbesserte Temperaturbedingungen vorfinden, während die leidenden Hauptkulturen Apfelanbau und Weinbau sind. Der Weinbau kann auf andere Sorten und Unterlage wechseln und andere physiologische Maßnahmen ergreifen um sich anzupassen. Eine starke Qualitätsminderung kann durchaus vermieden werden. Der Apfelanbau wird aber in den derzeitigen und somit traditionellen Lagen ohne Eingreifen schlechtere Qualitäten erzeugen und geringere Auszahlungspreise erzielen, was im schlimmsten Fall eine Krise des Apfelsektors bedeuten könnte. Erhaltung der Qualität ist hier schwieriger, auch weil der Apfel weniger wärmeliebend ist und der Anspruch an eine perfekte Frucht höher. In Tallagen könnte ein Umstieg auf andere Apfelsorten nötig werden. Womöglich kommt es auch zu Umstellungen auf andere Kulturen, die dem wärmeren Klima gut angepasst sind.

Bei einem Umstieg auf andere Kulturen ist auf einen ausreichenden Absatzmarkt zu achten, vor allem wenn sich viele Betriebe für dieselbe Kultur entscheiden sollten. Außerdem ist auf die finanzielle Rentabilität zu achten, die in Südtirol nur durch intensive Produktion qualitativ hochwertiger Lebensmittel mit einem hohen Umsatz pro Hektar zu gewährleisten ist, da die Betriebe vergleichsweise klein, dafür aber bestens auf dieses Modell ausgerichtet sind. Es empfiehlt sich daher bei einem eventuellen Umstieg der Anbau anderer Obstgehölze, wie etwa Pfirsiche, Marillen oder Kirschen. Für den intensiven Marillen und Kirschenanbau gibt es bereits Erfahrungen für Südtirol. Ansonsten ist es aber schwierig alternative Sorten zu finden, da es kaum bis keine Erfahrungen mit dem Anbau und der Anbaueignung

gibt, da auch Kulturen und Systeme nicht einfach aus südlichen Gebieten übernommen werden können¹⁾, vor allem weil auch die Rentabilität großen Einfluss auf den kommerziellen Anbau hat. Auch wenn die meisten Kulturen nicht für einen profitablen Anbau infrage kommen, sollte man sich doch stets eine Möglichkeit offenlassen und auf alles vorbereitet sein. Die Zukunft ist schwer vorherzusehen und kann sich völlig anders entwickeln als erwartet.

17.1. SÜBKIRSCHEN werden in ganz Südtirol verteilt angebaut, meist in Höhenlagen zwischen 800 und 1200 Metern, wodurch sich eine Verzögerung der Reife weiter in den Sommer hinein ergibt. Dies öffnet eine Marktlücke, da während dieser Zeit ein großer Teil der italienischen Kirschen bereits verkauft ist. Vermarktet werden Kirschen teilweise direkt, zum größeren aber Teil von der Erzeugergenossenschaft MEG, die auch ein Pilotprojekt gestartet hat. Die Anbaufläche liegt größtenteils im Vinschgau und belief sich 2006 auf 30 Hektar, 2010 gab es bereits 60 Hektar.

Der Durchschnittsertrag liegt mit durchschnittlich 20 Tonnen/Hektar weit höher als beispielsweise der deutsche mit 5,8 Tonnen/Hektar¹⁾, da der südtiroler Anbau intensiver ist und der Baumbestand weit höher ist. Kirschen werden in Südtirol meist in Anlagen mit Drahtrahmen gezogen und werden oft durch Folien vor Regen, Sonnenbrand und Insekten geschützt, was sie sehr teuer macht. Für den intensiven Qualitätsanbau im relativ regenreichen Südtirol sind sie aber praktisch unumgänglich. Die jährlichen Kosten von etwa 37.000 €/Hektar müssen durch gute Preise kompensiert werden, die nur durch die Produktion 1. Qualität und verspätete Ernte möglich sind.

Ein weiterer Ausbau des Kirschanbaus ist möglich und wahrscheinlich, wird doch der Anbau unter Bergbauern immer populärer, da er höhere Umsätze als die Grünlandwirtschaft verspricht. Das Klima in Südtirol ist günstig und auch die Verlagerung des Anbaus in die Höhe ist denkbar. Bis 1200 Meter gibt es gute Erfahrungen mit landwirtschaftlichem Anbau, Kirschenbäume wachsen aber auch bis 1500 Meter. Ertragsrückgänge in größerer Höhe lassen sich durch geeignete Sortenwahl unterbinden.

Das sehr problematische Aufplatzen durch Feuchtigkeit wird durch häufige Niederschläge mehr gefördert als durch starke, somit wird sich dieses Problem künftig tendenziell ein wenig abschwächen, aber da intensive Qualitätsanlagen ohnehin oft unter Folienabdeckung stehen, ist das nicht so bedeutsam. Außerdem wird es durchaus Jahre geben, die dem Trend entgegenlaufen und überdurchschnittlich nass sind. Ohne Folienschutz können solche Jahre gefährlich werden.

Das Steigen der Minimaltemperaturen im Winter begünstigt den sehr winterfrostopfindlichen Kirschbaum und ermöglicht den intensiven Anbau in immer höheren Lagen. Spätfröste, die in etwa gleich bleiben werden, können nur mit Überkronenbewässerung bekämpft werden.

Problematisch kann sich der Verkauf gestalten, da zurzeit hauptsächlich der lokale Markt bedient wird, der nur begrenzt aufnahmefähig ist. Die Direktvermarktung wird nicht mehr ausreichen, um die Ernte zu verkaufen. Dadurch wird die Rolle der Genossenschaften wichtig, um die Kirschen auch zu anderen Märkten zu bringen.

17.2. **MARILLEN** werden in Südtirol hauptsächlich im Vinschgau bis 1000 Meter Meereshöhe in für Obstbau ungeeigneten Lagen extensiv als Nebenkultur angebaut. Die seit 1965 kontinuierlich zurückgegangene Erntemenge an Marillen erlebt seit 2000 einen Aufschwung und liegt bei 313 Tonnen pro Jahr (Stand 2009). Die Anbaufläche liegt bei 75 Hektar, wobei jeder Bauer im Schnitt nur 0,625 Hektar bearbeitet, die dazu noch meist extensiv bewirtschaftet werden. Intensive Marillenanlagen mit 3000 Bäumen/Hektar gibt es nur wenige. Die im Verhältnis zum Apfelanbau geringe Arbeitszeit pro Hektar von knapp 300 Stunden bei extensiven Anlagen wird von der Familie aufgebracht. Beim intensiven Anbau sind aber ebenfalls Fremdarbeitskräfte erforderlich.

Der Marillenanbau ist derzeit sogar rentabler als der Apfelanbau und wegen des zunehmenden Preisverfalls beim Apfel wird ein Umstieg auf Marillen, die derzeit als Marillen aus dem Vinschgau vermarktet werden, lukrativer.

Die vorherrschenden Klimabedingungen im Vinschgau sind wegen der Trockenheit, die das Platzen der Früchte verhindert, ideal für den Marillenanbau und werden sich auch durch den Klimawandel nicht so stark ändern, dass der Anbau negativ betroffen wäre. Allerdings ist eine bessere Anbaueignung der übrigen Landesteile, vor allem des restlichen Etschtales, kaum zu erwarten, da diese auch stark von den Böden abhängt und die notwendige Niederschlagsarmut nicht erreicht werden. Marillen treiben früher aus als Äpfel und sind daher durch Kälterückschläge eher gefährdet, was künftig relevanter werden wird.

Fraglich bleibt welche Menge der Absatzmarkt noch verträgt, da Marillen ja ohnehin eine Randerscheinung sind und hauptsächlich in der Umgebung verkauft werden. Eine Schätzung geht davon aus, dass der Markt 500 Tonnen ohne Preisverfall aushalten könnte, was in absoluten Zahlen eine geringe Steigerung bedeuten würde. Im Falle der Erschließung neuer Märkte wie das Pustertal, Trentino, Tirol oder gar Süddeutschland, könnte es eine weitere Produktionserhöhung geben. Die zusätzlichen Flächen sind aber viel zu gering, um den Apfelanbau zu ersetzen, vielmehr wäre der Marillenanbau dann immer noch eine Nebenkultur, wenn auch definitiv bedeutender als heute. Es wäre möglich eine gewisse Sicherheit für Apfelbaubetriebe im Vinschgau zu schaffen und zugleich den Apfelmarkt ein wenig zu entlasten. Eine Ausbreitung des Marillenanbaus wird aber vermutlich auf den Vinschgau begrenzt bleiben, auch da hier Tradition, Bekanntheit und ein Vermarktungsverband gegeben sind.

17.3. BIRNEN wurden in Südtirol parallel zum Apfel angebaut, wurden dann aber durch die Spezialisierung auf den Apfelanbau verdrängt. Zurzeit spielen sie kaum mehr eine Rolle, es gibt nur mehr etwa 59 Hektar Birnen¹⁾ Diese liefern geringere Erträge, die dafür besser bezahlt werden.

Birnen sind wahrscheinlich etwas weniger leistungsgezüchtet, bringen aber höhere Preise, etwas problematischer als beim Apfel ist der Feuerbrand

17.4. **BEEREN** werden in Südtirol hauptsächlich in Höhenlagen angebaut, viele Flächen liegen dabei im Vinschgau. Intensive Handarbeit ist hierbei ein großer Kostenfaktor.

Erdbeeren können im Martelltal, dem Hauptproduktionsgebiet, wegen des trockenen und milden Klimas potentiell bis 1800 Meter angebaut werden¹⁾, wobei je 100 Meter eine Reifeverzögerung von 3 bis 5 Tagen beobachtet wird. Diese spielt ebenfalls bei der Vermarktung eine Rolle. Problematisch sind hier vor allem die sehr intensive Bewirtschaftungsform unter Zuhilfenahme von Arbeitskräften, die Notwendigkeit schnellen Vertriebs und der überschaubare Absatzmarkt.

Himbeeren können bis 2000 Meter Meereshöhe angebaut werden und sind dabei wegen geringeren Arbeitsaufwandes mindestens ebenso lukrativ.

Andere Beeren sind noch seltener vertreten und lohnen sich kaum für den intensiven Anbau in Südtirol. Italien produziert beispielsweise genügend Johannisbeeren, sodass der Markt hier umkämpft ist.

17.5. **PFIRSICHE** sind eine wärmeliebende Obstkultur, die in Italien bereits produziert wird. Schwere Böden wie in der Etschtalsole, also dort wo es Ersatz bräuchte, sind nicht gut geeignet¹⁾. Unser Anbaugebiet würde sich durch den Klimawandel besser eignen, allerdings ist der ohnehin nicht so große Markt zurzeit übersättigt²⁾. Zudem ist die Rentabilität des Anbaus in Südtirol fraglich.

17.6. **OLIVEN** Während der mittelalterlichen Warmzeit gab es Olivenanbau in Südtirol¹⁾, der später verschwand und erst jetzt wieder bei uns Fuß fassen kann, nachdem er sich zuletzt in Norditalien ausgebreitet hatte. Zunächst nur für den Eigengebrauch gepflanzt, gibt es immer mehr Bemühungen den kälteresistenteren Ölolivenanbau in Südtirol zu etablieren²⁾. Ob er jemals konkurrenzfähig wird, bleibt fraglich, da der Arbeitsaufwand im Verhältnis zum Ertrag zu groß ist. Ein Baum liefert 5-10 Liter Öl³⁾, was ihn nur als Randreihe oder an ungenutzten Flächen wirtschaftlich vertretbar macht. Großflächiger Anbau wird vermutlich eine Seltenheit bleiben, obwohl Südtiroler Olivenöl gute Qualität hat⁴⁾.

17.7. EXOTEN werden nicht die heimischen Pflanzen ersetzen. Zwar verbessern sich die Anbaubedingungen für viele südliche Pflanzen, aber deswegen ist keine radikale Entwicklung im Anbau dieser Kulturen zu erwarten. Die Annäherung an das Klima der Poebene (für die Etschtalsole) lässt keinen sehr großen Spielraum für den kommerziellen Anbau exotischer Pflanzen. Beispielsweise wird Südtirol trotz des Klimawandels kaum für den Anbau von Zitrusfrüchten geeignet sein.

18s. FORSTWIRTSCHAFT

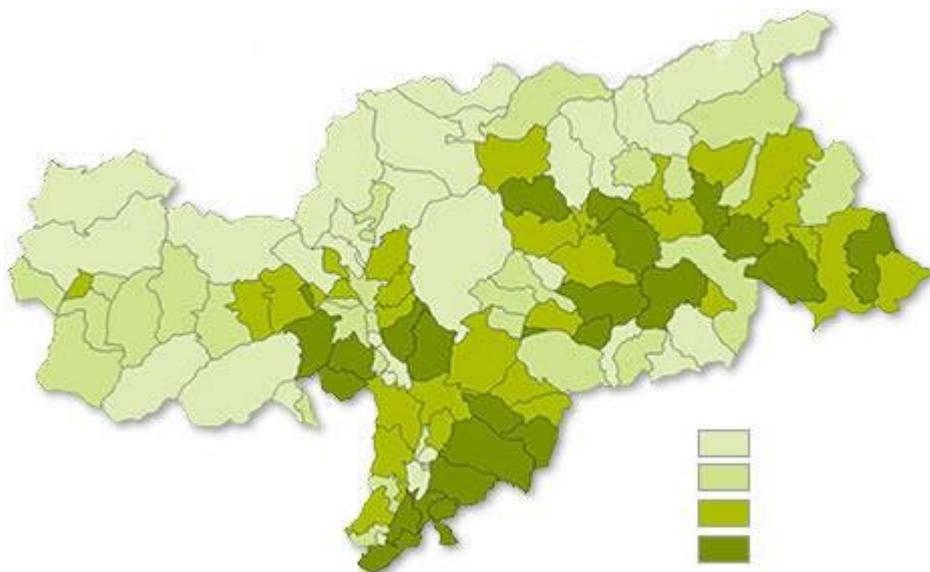


Abb. 14: Anteil des Waldes an der Gesamtfläche, von hell zu dunkel steigend: 1-41%, 42-51%, 52-61%, 62-80, Quelle Roter Hahn

In der Forstwirtschaft ist es in den vergangenen Jahren bereits zu einem Umdenken gekommen und es wird vermehrt auf ausgeglichene Nutzung und Vegetation geachtet, anstatt einseitig auf die produktive Fichtenmonokultur zu setzen. Da die Fichte, die 61% des Bestandes ausmacht¹⁾, aber auch natürlich weitverbreitet ist wird sie nicht wegen verringerter Förderung verschwinden. Allerdings wurde in den vergangenen Jahren eine verstärkte Aktivität des Borkenkäfers festgestellt²⁾, der durch höhere Temperaturen begünstigt wird und sich folglich künftig stärker ausbreiten wird³⁾. Dies wird wahrscheinlich zu einem Problem auch für die Fichtenbestände in derzeit kalten Lagen werden.

Vor allem in den tieferen Lagen werden die bisherigen Gesellschaften Konkurrenz durch wärmeliebendere Arten bekommen, die von südlicheren Gebieten nachrücken. So wurden beispielsweise bereits einige wildwachsende Olivenbäume in wärmeren Landesteilen gefunden. Allerdings ist eine Anpassung für den Wald stellenweise nicht so leicht und sollte durch die Wahl der passenden Gehölze gefördert werden. Mischwälder sind resistenter und stabiler, was künftig wichtiger werden wird⁴⁾.

Die Schutzfunktion des Waldes wird künftig noch wichtiger werden um Erosion durch Starkniedreschläge, Bergrutsche durch auftauenden Permafrost und Lawinen zu verhindern und um als Wasserspeicher zu fungieren. Bei mehr abwechselnd Trockenheit und heftigen Niederschlägen kommt dieser Funktion hohe Bedeutung zu, da die Wassermengen in den Quellen und Bächen gleichmäßig gehalten werden, was für Kraftwerke und landwirtschaftliche Bewässerung vorteilhaft ist und bei künftig erhöhtem Bedarf vor allem für Bewässerung in hohen Lagen entscheidend sein kann. Durch die Pufferung kurzzeitiger Wasserüberangebote werden auch Überschwemmungen verhindert oder zumindest in ihrem Ausmaß verringert.

MEINUNG

Der Klimawandel ist sicher eines der größten, wenn nicht das größte Problem, das wir künftig zu meistern haben. Von dem Können der Bauern hängt dabei sehr viel ab, denn sie sind es letztlich, die die besten Lösungen in die Tat umsetzen und sie sind es, die das meiste Risiko tragen. Davon, sie sich heute entscheiden, hängt die Zukunft ab. Sie geben der Landwirtschaft und damit der Landschaft und dem Land ein Gesicht. Aber sie sollten nicht allein im Regen stehen gelassen werden, sondern von beratender Seite unterstützt werden so gut es geht. Einrichtungen wie der Beratungsring, die Laimburg und der Südtiroler Bauernbund werden in Zukunft vermehrt mit klimabedingten Problemen konfrontiert werden, sollten sich also darauf vorbereiten. Wenn man zu lenken versteht, kann man die Landwirtschaft einigermaßen sicher um die Klippen schiffen, ohne dass allzu viel zu Bruch geht.

DANK

Danken möchte ich in erster Linie meinen Professoren Günther Erschbaumer und Hansjörg Palla, sowie den EURAC-Forschern Marc Zebisch und Georg Niedrist, die mir beim Vermitteln von Grundlagen, Zusammentragen von Informationen und stopfen von Wissenslücken sehr geholfen haben. Ohne sie wäre diese Facharbeit weit schwerer zustande gekommen. Außerdem haben mich noch Giovanni Perathoner und Martin Thalheimer bei einigen Fragen unterstützt. Vielen Dank.

QUELLENVERZEICHNIS

Aus nummerierten Quellen wurden explizite Daten für die jeweilige Stelle entnommen. Unnummerierte Quellen dienten als Grundlage für größere Teile des Kapitels

Alle Internetquellen wurden am 1.5.2016 zuletzt abgerufen.

1. KLIMAWANDEL FRÜHER

¹⁾http://www.pik-potsdam.de/~stock/paper/weinbau&klima_dkt2003.pdf

Schäfer, Achim Th. Jeder redet vom Wetter

2. KLIMAWANDEL HEUTE ALLGEMEIN

¹⁾<https://de.wikipedia.org/wiki/Treibhauseffekt>

3. KLIMA IN SÜDTIROL

¹⁾<http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/download/WNPL-Teil1.pdf>

http://wetter.bz.it/klima_suedtirol.html

4. KLIMAWANDEL IN SÜDTIROL

²⁾<http://www.cipra.org/de/cipra/international/projekte/abgeschlossen/cc-alps/ueber-ccalps/klimawandel-alpen>

¹⁾³⁾Klimareport Südtirol, Marc Zebisch:

<http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/download/Klimareport.pdf>

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klima%C3%A4nderungen_in_den_Alpen

5. TEMPERATURERHÖHUNG

<http://www.cipra.org/de/cipra/international/projekte/abgeschlossen/cc-alps/ueber-ccalps/klimawandel-alpen>

Klimareport Südtirol, Marc Zebisch:

<http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/download/Klimareport.pdf>

6. NIEDERSCHLAG

¹⁾<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/werden-duerre-perioden-im-alpenraum-haeufiger>

http://www.fierabolzano.it/interpoma/mod_moduli_files/Reinhold%20Stainer.pdf

http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Klima%C3%A4nderungen_in_den_Alpen

Klimawandel im Alpenraum, Auswirkungen und Herausforderungen,
Alpenkonvention 2005

7. GLETSCHER UND SCHNEE

¹⁾<http://www.eea.europa.eu/de/articles/alpenhttp://>

Mattner, Christoph: Naturrisiken und Klimawandel im Alpenraum:

<http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwihpMSexaTKAhVFqw4KHcZpDoEQFggfMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.staff.uni-mainz.de%2Fhjfuchs%2FWallis-Homepage%2Ffererate%2F08%2520Naturrisiken%2520und%2520Klimawandel%2520im%2520Alpenraum%2520-%2520Christoph%2520Mattner.pdf&usq=AFQjCNEJV5KH5eJPUyM6XIbYX7GAckleDA&bvm=bv.111396085,d.bGQ>

Klimareport Südtirol, Marc Zebisch:

<http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/download/Klimareport.pdf>

8. GRUNDWASSER

Klimareport Südtirol, Marc Zebisch:

<http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/download/Klimareport.pdf>

9. EXTREMEREIGNISSE

http://www.fierabolzano.it/interpoma/mod_moduli_files/Reinhold%20Stainer.pdf

Mattner, Christoph: Naturrisiken und Klimawandel im Alpenraum

<http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUK EwihpMSexaTKAhVFqw4KHcZpDoEQFggfMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.staff.uni-mainz.de%2Fhjfuchs%2FWallis->

<Homepage%2Fpreferate%2F08%2520Naturrisiken%2520und%2520Klimawandel%2520im%2520Alpenraum%2520->

<%2520Christoph%2520Mattner.pdf&usg=AFQjCNEJV5KH5eJPUyM6XIbYX7GAckleDA&bvm=bv.111396085,d.bGQ>

Klimareport Südtirol, Marc Zebisch:

<http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/download/Klimareport.pdf>

10. VERSCHIEBUNG DER VEGETATIONSZONEN

¹⁾Facharbeit: Die Waldgrenze im Alpenraum, Florian Mulser, 5B, 2013-14

Wikipedia

<http://www.zukunftsentwicklungen.de/umwelt.html>

Gerten, D. (2014): Klimawandel und Verschiebung der Vegetationszonen

11. NATUR

¹⁾<http://www.zukunftsentwicklungen.de/umwelt.html>

<http://www.sueddeutsche.de/wissen/die-folgen-des-anthropogenen-treibhauseffekts-1.601743>

<http://www.br.de/klimawandel/klimawandel-alpen-berge-auswirkungen-100.html>
www.derwanderer.info/klimapfad/tafel11.html

http://www.waldwissen.net/wald/baeume_waldpflanzen/oekologie/lwf_klimawandel_pflanzentierwelt/index_DE

12. WEINBAU

¹⁾<http://www.suedtirolwein.com/de/suedtirol-wein/weinbau.html>

²⁾<http://www.wein-terroir.at/web/index.php?seite=seite&id=83>

³⁾<http://www.vicampo.de/magazin/wenn-der-weinbau-wandern-muss/>

⁴⁾Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Jahrgang 2010. Sonja Gerhard <http://seri.at/wp->

content/uploads/2009/08/Soja_Weinbau_Klimawandel.pdf

⁵⁾G. Jonas, F. Alves, Impact of climate change on wine production: a global overview and regional assessment in the Douro Valley of Portugal. Int. J. Global warming, Vol. 4 Nos 3/4, 2012, S. 383-406

<http://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJGW.2012.049448>

⁶⁾<http://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article145691426/Wein-wird-kuenftig-anders-schmecken-aber-wie.html>

⁷⁾<http://www.sbb.it/home/news-detail/index/2015/06/26/was-sich-mit-dem-klima-ndert>

⁸⁾https://en.wikipedia.org/wiki/Irrigation_in_viticulture#Partial_rootzone_drying

⁹⁾http://lako.at/de/versuche/inc/modules/lako_versuche/pdf/weinbau/laubarbeit/t-raubenwelke_endbericht_krems_2011.pdf

¹⁰⁾http://www.provinz.bz.it/landwirtschaft/download/MERKBLATT_Kirschessigfliege_Drosophila_suzukii.pdf

¹¹⁾<http://www.provinz.bz.it/landwirtschaft/obst-weinbau/vergilbungskrankheiten-rebe.asp>

¹²⁾Einrich Höhn, Christian Linder, Lukas Schaub, Forschungsanstalt Agroscope Changins Wädenswil ACW, Goldgelbe Vergilbung der Rebe – Informationen zum Vektor

<https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0ahUK EwjUwraE17HMAhWGVROKHT80BgAQFghHMAU&url=http%3A%2F%2Fwww.agroscope.ch%2Fpublikationen%2Feinzelpublikation%2Findex.html%3Fpubdownload%3DNHzLpZeg7t%2CInp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2rZpnG3s2Rodelnqh1d399gGym162dpYbj08%2CGpd6emq2Oo5%2CdnYau4w--&usg=AFQjCNFR5la9MwCFR3iYzT6DKtJDvfjESA&bvm=bv.120853415,d.bGg&cad=rja>

¹³⁾http://www.moveit.cc/magPage/wein_kaltern_2013/Seite_27/#/26

¹⁴⁾Verringerung der Laubwandhöhe. Maßnahme zur Reifeverzögerung bei Chardonnay und Gewürztraminer. Florian Haas, Versuchszentrum Laimburg

https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUK Ewj52vzJoLLMAhUkL8AKHQ8ZDd0QFggrMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.laimburg.it%2Fde%2F1019.asp%3Fsomepubl_action%3D300%26somepubl_image_id%3D298353&usg=AFQjCNGkrJGquE OWcyjTET745PKL_9R6w&bvm=bv.120853415,d.bGg&c

[ad=ria](#)

Facharbeit: Veränderungen im Weinbau durch den Klimawandel, Maximilian Nocker, 5A, 2013-14

https://de.wikipedia.org/wiki/Folgen_der_globalen_Erw%C3%A4rmung#Verschiebung_der_Klimazonen

13. APFELANBAU

¹⁾ Südtirols Obstwirtschaft - Impulse für Wirtschaft und Arbeitsplätze,

Handelskammer Bozen: <http://www.hk->

[ciaa.bz.it/sites/default/files/uploaded_files/IRE_ricerca_economica/Suedtirols_Obstwirtschaft.pdf](http://www.hk-ciaa.bz.it/sites/default/files/uploaded_files/IRE_ricerca_economica/Suedtirols_Obstwirtschaft.pdf)

²⁾<http://www.energiezukunft.eu/klimawandel/ananas-statt-apfel-gn101497/>

³⁾<http://www.agrarheute.com/news/klimawandel-veraendert-aepfel>

⁴⁾WWF-Faktenblatt zum 5. IPCC-Bericht – Klimawandel und Landwirtschaft

Klimawandel und Landwirtschaft. Der 5. Sachstandsbericht des Weltklimarat 2014:

<https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Faktenblatt-Landwirtschaft-Klimawandel.pdf>

⁵⁾<http://www.sbb.it/home/news-detail/index/2016/03/03/fakten-zur-wirtschaftlichkeit-des-s-dtiroler-obstbaus>

⁶⁾Facharbeit: Obstbau in Grenzlagen am Beispiel Aldein, Toni Köhl, 5C, 2012-13,

Oberschule für Landwirtschaft

⁷⁾<http://link.springer.com/article/10.1007/s10341-009-0088-1>

http://www.fierabolzano.it/interpoma/mod_moduli_files/Reinhold%20Stainer.pdf

Reinhold Stainer. Obstbau Weinbau Magazin 1/2011, Klimawandel und

Auswirkungen auf den Südtiroler Obstbau

<https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiNj5XjzZbMAhWIVRQKHeU7AmsQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.laimburg.it%2Fen%2Ffruit->

[growing%2F1043.asp%3Fsomepubl_action%3D300%26somepubl_image_id%3D205391&usq=AFQjCNHWbCcNNvAOicPm9n2IPjeKJr1adw&bvm=bv.119745492,d.bGg&c](https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiNj5XjzZbMAhWIVRQKHeU7AmsQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.laimburg.it%2Fen%2Ffruit-growing%2F1043.asp%3Fsomepubl_action%3D300%26somepubl_image_id%3D205391&usq=AFQjCNHWbCcNNvAOicPm9n2IPjeKJr1adw&bvm=bv.119745492,d.bGg&c)
[ad=ria](#))

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/projektkatalog/klio-klimawandel-obstbau-in-deutschland>

GRÜNLANDWIRTSCHAFT

¹)INEA, Rapporto sullo stato dell'irrigazione in Trentino-Alto Adige:

<http://dspace.inea.it/handle/inea/730>

²)Beregnung im Grünland. Giovanni Peratoner, Laimburg, 2016

³)<http://www.sbb.it/home/news-detail/index/2016/02/18/es-kommen-hei-e-zeiten-auf-uns-zu>

13. VIEHWIRTSCHAFT

¹)Dachbegrünung gegen den Hitzestress von Milchkühen, Heiko Georg, Landtechnik,

5/2007 [https://www.landtechnik-online.eu/ojs-](https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/2007-5-346-347)

[2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/2007-5-346-347](https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/2007-5-346-347)

²)Globalisierung und Klimawandel – neue Herausforderungen für die

Nutztierhaltung und -wissenschaften M. Schwerin,

http://www.zuechtungskunde.de/Artikel.dll/schwerin_Mig1MDYyMw.PDF

³)<http://www.sbb.it/home/news-detail/index/2016/02/18/es-kommen-hei-e-zeiten-auf-uns-zu>

NISCHENKULTUREN

http://www.sbb.it/ebooks/broschueren/Nischenkulturen/SBB_Broschuere_Nischenkulturen.pdf*)

(*SBB-Broschüre, nur für Mitglieder einsehbar)

18. ALTERNATIVE KULTUREN

¹)<http://www.news.at/a/auswirkungen-klimawandels-bluehen-oesterreich-zitronen-apfelbaeume-172402>

18.1. SÜBKIRSCHEN

¹)https://de.wikipedia.org/wiki/Vogel-Kirsche#cite_note-4

Facharbeit Der Süßkirschenanbau, Markus Pircher, 5B, 2009-10, Oberschule für Landwirtschaft

18.2. MARILLEN

Facharbeit Marillenanbau im Vinschgau, Andreas Prantl, 5A, 2009-10, Oberschule für Landwirtschaft

<http://www.derkleingarten.de/nutzgarten-kleingarten/obstgarten-anlegen/steinobst/aprikosen-anbau.html>

18.3. BIRNEN

¹⁾<http://www.roterhahn.it/de/erlebnis-bauernhof/landwirtschaft-in-suedtirol/9.html>

Südtirol: Größtes geschlossenes Obstbaugebiet im Herzen Europas, Reinhold Stainer, Versuchszentrum Laimburg, Südtirol, Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau, Nr. 26/00:

www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.html?pubdownload=NHzLpZeg7t,lnp6lONTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2rZpnG3s2Rodelnqh1eYR5gGym162dpYbj08,Gpd6ema2OoZ6aiJ_w

18.4. BEEREN

¹⁾<http://www.vip.coop/de/apfel-produktwelt/erdbeeren/7-105.html>

Facharbeit: Obstbau in Grenzlagen am Beispiel Aldein, Toni Köhl, 5C, 2012-13, Oberschule für Landwirtschaft

18.5. PFIRSICHE

¹⁾<http://www.derkleingarten.de/nutzgarten-kleingarten/obstgarten-anlegen/steinobst/pfirsich-anbau.html>

²⁾AMI: Flächeneinschränkungen bei Pfirsichen und Nektarinen in Italien. 11.04.2014
<http://www.fruchthandel.de/newsnet/aktuelle-news/einzelmeldung-newsnet/ami-flaecheneinschraenkungen-bei-pfirsichen-und-nektarinen-in-italien/468b48f3eeb45ff7279a5a313459555e/>

18.6. OLIVEN

¹Gut gerüstet für den Klimawandel. aus: Südtiroler Landwirt, Bauernbund, 03.03.2016: <http://www.sbb.it/home/news-detail/index/2016/03/03/gut-ger-stet-f-r-den-klimawandel>

²http://www.provinz.bz.it/schulamt/service/pressemitteilungen.asp?aktuelles_action=4&aktuelles_article_id=384845

³<https://www.oelea.de/olivenoel-herstellung-und-ernte>

⁴Südtirol News: <http://www.suedtirolnews.it/d/artikel/2016/02/18/suedtirol-produziert-hervorragendes-olivenoel.html>

19. FORSTWIRTSCHAFT

¹Südtirols Land- und Forstwirtschaft in Zahlen. Südtiroler Bauernjugend: <https://issuu.com/sudtirolerbauernjugend/docs/sudtirols-land-und-forstwirtschaft-in-zahlen>

²Kölling, Chr. (2014): Wälder im Klimawandel: Die Forstwirtschaft muss sich anpassen: <http://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/2014/05/koelling.pdf>

³Was bedeutet der Klimawandel für die Borkenkäfer?. Christian Tomiczek, Andreas Pfister. Bundesforschungszentrum für Wald: http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/bfw_klimawandel_borkenkaefer/index_DE

⁴Klimawandel und Waldbau. Die Baumartenvielfalt vermindert die Risiken des Klimawandels. Peter Brang, aus: Wald und Holz, 9/09: http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wsl_waldbau_klimawandel/index_DE?dossierurl=http://www.waldwissen.net/dossiers/bfw_dossier_klimawandel/index_DE

Gesamtplan für die Nutzung der Öffentlichen Gewässer, Teil 1, Aktuelle Situation http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/download/WNP_BZ_2016_Teil_1_Aktuelle_Situation.doc.pdf

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Rekonstruierter Temperaturverlauf während der letzten 2000 Jahre, Quelle:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2000_Year_Temperature_Comparison.png

Abb. 2: Mittlere Temperaturveränderung in Europa und global 1850-2007 als Abweichung vom Mittel des Gesamtzeitraumes, Quelle:
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klima%C3%A4nderungen_in_Europa

Abb. 3: Temperaturentwicklung im Alpenraum (schwarz) und im globale Mittel (magenta), Quelle: Das Klima von Tirol-Südtirol-Belluno, S. 15

Abb. 4: Temperaturveränderungen in den Alpen relativ zu 1901-2000, Quelle:
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Alpen_Temperatur1770-2003.jpg

Abb. 5: Anstieg der Jahresmitteltemperatur in Bozen, Quelle: Klimareport Südtirol, Marc Zebisch: <http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/download/Klimareport.pdf>

Abb. 6: Trockenheitsindex für den erweiterten Alpenraum (Alpen, Süddeutschland, Norditalien, Ostfrankreich, Westungarn), Quelle: ZAMG,
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/werden-duerre-perioden-im-alpenraum-haeufiger>

Abb. 7: Entwicklung der Jahresniederschläge in Bozen, Quelle: Klimareport Südtirol, Marc Zebisch: <http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/download/Klimareport.pdf>

Abb. 8: Anteil des Weinbaus an der landwirtschaftlichen Gesamtfläche, von hell zu dunkel steigend: 0%, 1%, 2-7%, 8-47%, Quelle: Roter Hahn:
<http://www.roterhahn.it/de/erlebnis-bauernhof/landwirtschaft-in-suedtirol/8.html#Karte>

Abb.9: Blick auf den Kalterer See, Quelle: ÖWS
<http://www.oews24.com/de/winzer/winzer-italien/sudtirol.html>

Abb. 10: Reblüte der Rebsorte Grüner Veltliner (Weinbauschule Krems, Sandgrube), Quelle: Wikimedia

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15516109>

Abb. 11: Entwicklung des Huglin-Index' an der Laimburg, Quelle: Klimawandel und Sortenwahl, Der Huglin-Index und der Wärmeanspruch von Rebsorten
Veröffentlichung in „Das deutsche Weinmagazin“ 10/2011 Ulrike Maaß und Dr. Arnold Schwab Sachgebiet Weinbau- und Qualitätsmanagement Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

Abb. 12: Anteil der Obstfläche (die zu beinahe 100% mit Äpfeln bepflanzt ist) an der landwirtschaftlichen Gesamtfläche, von hell zu dunkel steigend: 0%, 1-9%, 10-29%, 31-74%, Quelle: Roter Hahn: <http://www.roterhahn.it/de/erlebnis-bauernhof/landwirtschaft-in-suedtirol/9.html#Karte>

Abb. 13: Anteil von Dauerwiesen und Weiden an der landwirtschaftlichen Gesamtfläche, von hell zu dunkel steigend: 0-61%, 64-96%, 97-99%, 100% Quelle: Roter Hahn: <http://www.roterhahn.it/de/erlebnis-bauernhof/landwirtschaft-in-suedtirol/11.html#Karte>

Abb. 14: Anteil des Waldes an der Gesamtfläche, von hell zu dunkel steigend: 1-41%, 42-51%, 52-61%, 62-80, Quelle Roter Hahn: <http://www.roterhahn.it/de/erlebnis-bauernhof/landwirtschaft-in-suedtirol/6.html#Karte>