

Die weinbauliche Bewertung der hessischen Standortkartierung

1. Einleitung

Die Reben stellen besonders hohe Ansprüche an Klima und Boden. An der Nordgrenze des Weinbaus kann nur auf solchen Standorten Weinbau mit Erfolg betrieben werden, die vom Klima und Boden in besonderer Weise begünstigt sind.

Dennoch schwanken die Erträge und die Qualität von Jahr zu Jahr und von Standort zu Standort sehr stark. Bei der Auswahl von Rebsorten und Unterlagen sollten die Standortverhältnisse beachtet werden.

Darüber hinaus hat der Weinbau als eine landschaftsprägende Intensivkultur in besonderem Maße die Verantwortung, einen nachhaltigen und umweltschonenden Anbau zu betreiben, wobei dem Bodenschutz eine besondere Bedeutung zukommt. Der Rebanbau in Hang- und Steillagen erhöht das Erosionsrisiko. Eine intensive Bodenbearbeitung und eine überhöhte Stickstoffdüngung führten in der Vergangenheit zu einer Anreicherung von Nitrat im Grundwasser. Die Erosion und Nitratauswaschung können heute durch eine gezielte Begrünung vermindert werden. Die Begrünungspflanzen zehren aber an dem natürlichen Wasserangebot aus Niederschlag und dem im Winter eingelagerten Bodenwasser. Wasserstress der Reben ist in Trockenjahren und auf Standorten mit geringen Bodenwasservorräten die Folge. Die positiven nachhaltigen Aspekte der Begrünung für den Bodenschutz können deshalb mit den berechtigten Forderungen der Winzer nach Qualitäts- und Er-

tragssicherheit kollidieren. Durch gesetzliche Rahmenbedingungen bezüglich Wasser- und Bodenschutz kommt heute der Bodenpflege und der Erhaltung der natürlichen Ressourcen eine besondere Bedeutung zu.

Bereits 1947 wurde in Hessen mit einer planmäßigen Kartierung der Weinbaustandorte begonnen. Die bodenkundlichen Kartierungen, die unter der Federführung von H. ZAKOSEK durchgeführt wurden, konnten 1960 abgeschlossen werden. In den 50er Jahren begann man dann mit der Klimakartierung der hessischen Weinbaugebiete. ZAKOSEK et al. (1967) haben erstmals entsprechend dem damaligen Kenntnisstand einen Standortatlas im Maßstab 1:50 000 herausgegeben. Weitere Standortuntersuchungen brachten neue Erkenntnisse bezüglich der Einflüsse des Bodens und des Klimas auf das Wachstum der Rebe. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Ergebnisse von BECKER (1967), HOPPMANN & SCHALLER (1981) und HOPPMANN (1988) zu nennen.

Seit der ersten Auflage des Weinbaustandortatlas im Jahre 1967 (ZAKOSEK et al. 1967) haben sich die Anforderungen an den Weinbau in vielen Bereichen geändert.

Eine verstärkte Hinwendung zum Boden- und Wasserschutz erfordern vom Winzer eine erhöhte Aufmerksamkeit der Bodenpflege. Diese darf gleichzeitig qualitative Aspekte nicht vernachlässigen. Zur Frage des Wasserbedarfs der Reben wurden Wasserhaushaltsmodelle für begrünte

* Prof. Dr. O. Löhnertz (e-mail: Otm.Loehnertz@fa-gm.de), Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Bodenkunde und Pflanzenernährung, Postfach 1154, D-65358 Geisenheim.

** Dr. D. Hoppmann (e-mail: dieter.hoppmann@web.de), Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Landwirtschaft, Kreuzweg 25, D-65366 Geisenheim.

und offene Rebanlagen erarbeitet (HÜSTER 1993), die eine Abschätzung des Trockenstressrisikos für Reben ermöglichen. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass der Rheingau mit weniger als 550 mm Jahresniederschlag zu den sehr trockenen Weinbaugebieten zählt.

Weiterführende Standortuntersuchungen, die Neuentwicklung von Wasserhaushaltsmodellen und die Kartierung der nFK-Werte schafften die Grundlage für die Erstellung einer Gütekarte für den Rheingau (HOPPMANN 1999).

Es ist das Anliegen der Autoren, die jahrzehntelangen Erfahrungen und Untersuchungen in

den hessischen Weinbaugebieten zu sammeln und in einem Kartenwerk zu dokumentieren. Die Vielzahl der aufgenommenen Themen bieten dem Winzer Entscheidungshilfen an, die Qualität auf den von ihm bewirtschafteten Rebflächen zu optimieren und gleichzeitig die natürlichen Ressourcen des Bodens zu pflegen und zu schonen.

Das Kartenwerk wendet sich aber auch an politische Entscheidungsträger, bei der Planung von Gesetzen und Verordnungen die natürlichen Standortbedingungen nicht außer Acht zu lassen.

2. Standortkarten zum Geländeklima

Die hohen Wärmeansprüche der Reben beschränken den Anbau auf Standorte, die geländeklimatisch bevorzugt sind. Die geländeklimatischen Voraussetzungen sind dann besonders

günstig, wenn die Sonneneinstrahlung hoch, die Höhenlage thermisch günstig und die Kaltluft- bzw. Windgefährdung gering sind.

2.1 Strahlung

Die Wärmegunst eines Standortes wird sehr wesentlich von der Sonneneinstrahlung beeinflusst. Standorte, die in einem günstigen Winkel zur Sonne stehen, heizen sich schneller auf als ungünstig gelegene Standorte. Die astronomisch maximal mögliche Sonneneinstrahlung ist im Standortatlas von 1967 dargestellt. Diese Strahlungswerte berücksichtigen weder die Schwächung der Einstrahlung durch die Atmosphäre, noch die wechselnden Bewölkungsverhältnisse am Standort. Die Weiterentwicklung unter Einbeziehung atmosphärischer Kenngrößen führten zum so genannten „Offenbacher Bewertungsverfahren“ (BRANDTNER 1973), das nunmehr die zeitliche variable Sonneneinstrahlung für jeden Standort in Abhängigkeit von Hangneigung, -richtung, geographischer Breite, Sonnenscheindauer, Luftmassendicke und Lufttrübung berechnet. Langjährige Strahlungsbeobachtungen zeigen, dass die verwendeten Werte für die Luft-

trübung zu niedrig waren und die Werte auch jahreszeitlich schwankten. Zudem hat in den letzten Jahrzehnten die Lufttrübung zugenommen. Die überarbeitete Version des Strahlungsmodells berücksichtigt diesen Aspekt. Unabhängig von dem Basiswert besteht aber ein enger Zusammenhang zwischen der Strahlung und dem Mostgewicht (HOPPMANN & SCHALLER 1981). Auf günstig exponierten Hängen verläuft die phänologische Entwicklung rascher, und die Trauben können über einen längeren Zeitraum ausreifen. So verzögert sich beispielsweise die Blüte auf einer ebenen Fläche gegenüber einem günstig exponierten Südhang von 20 Grad im Mittel um fünf bis sieben Tage. Daraus resultiert ein mittlerer Mostgewichtsunterschied von 4–6 °Oechsle (HOPPMANN 1988). Die durch die Exposition bedingten Strahlungsunterschiede sind in der Strahlungskarte I (vgl. Kap. Strahlung) dargestellt. Die Darstellung der Sonneneinstrahlung

allein beschreibt nicht sämtliche qualitativen Unterschiede zwischen den Standorten. Während das Strahlungsangebot mit der Höhe eine Zunahme erfährt, werden die thermischen Bedingungen dagegen für den Weinbau mit zunehmender Höhe sehr schnell ungünstig. Die Höhe bildet letztlich auch einen Begrenzungsfaktor für den Anbau von Reben. In den hessischen Weinbaugebieten liegt die Höhengrenze für den Anbau spät reifender Sorten bei günstiger Exposition zwischen 230 und 250 m ü. NN. Früh reifende Sorten der Müller-Thurgau-Gruppe bringen bis maximal 300 m bei günstiger Exposition ausreichende Qualitäten. Die Temperaturabnahme lässt sich mit Hilfe eines statistischen Verfahrens in das Strahlungsmodell einbauen. Der Höheneinfluss wird zahlenmäßig als Energieverlust der direkten Sonneneinstrahlung dargestellt (Strahlungskarte II) (vgl. Kap. Strahlung).

Den Gesamteinfluss von Höhe und Strahlung haben HOPPMANN & SCHALLER (1981) für den Rheingau untersucht. Die Standortswankun-

gen im Mostgewicht setzen sich zu 40 % aus den Faktoren Strahlung und Höhe zusammen, wobei eine Zunahme um 3 kJoule/(cm² × Vegetationsperiode) etwa dem Zuwachs von 1 °Oechsle entsprechen, die Säure dagegen um 0,2 % abnimmt. Wegen der gesicherten Einflüsse der Strahlung und der Höhe auf das Mostgewicht wurde die reduzierte Strahlung auch bei der Abgrenzung der Weinbergslagen verwendet (vgl. Lagenkarte mit parzellenscharfer Abgrenzung).

Die Einzellagen (vgl. Lagenkarte) sind klimatisch nicht einheitlich zu bewerten. Innerhalb der Einzellagen gibt es teilweise beträchtliche Strahlungsunterschiede (vgl. Tab. 3, Kap. Strahlung). Diese Unterschiede sind darauf zurückzuführen, dass viele Einzellagen sich über einen größeren Höhenbereich erstrecken und vereinzelt auch deutliche Expositionsunterschiede aufweisen. Deshalb ist es nicht möglich, den Einzellagen ein bestimmtes Qualitätsniveau zuzuweisen.

2.2 Kaltluft- und Windgefährdung

Die Kaltluftgefährdung liegt in Form einer Kartierung nach den Kartierungsrichtlinien des Wetterdienstes für die hessischen Weinbaugebiete vor. Die Karten zur Frostgefährdung geben zunächst Anhaltspunkte über das Risiko von Spät- und Frühfrösten, wobei den Spätfrösten (−2 °C) eine besondere Bedeutung zukommt, da sie die jungen ausgetriebenen Rebblätter gefährden können. Die Zahl der April- und Maifröste ist allerdings in den letzten Jahrzehnten deutlich gesunken.

Die Tab. 1 gibt einen Überblick über die fallende Tendenz. Wenn auch die Gefahr eines Maifrostes heute geringer ist als vor 30 Jahren, so geben die Karten (−2 und −4 °C Frostgefährdung) dennoch Aufschluss über die relativen Unterschiede im Hinblick auf die Kaltluftgefährdung. In kleineren Teilbereichen von Hochheim und Wicker sowie an der Bergstraße ist nach wie

vor ein hohes Risiko gegeben. Die Frostgefahr ist aber nicht gebannt. Die phänologischen Beobachtungen der letzten zwei Jahrzehnte zeigen, dass sich der Austrieb zunehmend verfrüht (ca. 10 Tage). Damit verlagert sich das Frostrisiko von Anfang Mai auf die zweite Aprilhälfte. Die in Strahlungsnächten zusammenfließende Kaltluft wirkt sich auch qualitätsmindernd aus (vgl. Kap. 6.2). Die Darstellung kaltluftgefährdeter Anlagen

Tab. 1. Zahl der April- und Maifröste für Geisenheim (1931–1990)

Zeitraum	April	Mai
1931–60	67	11
1951–80	71	4
1961–90	56	2



Abb. 1. Frostschäden an jungen Rebtrieben.

ist auch aus phytosanitären Gesichtspunkten wichtig. Kaltluftlagen neigen zu frühzeitiger Taubildung, d. h. das Infektionsrisiko ist beispielsweise für den falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*) auf diesen Standorten wegen der längeren Taubenetzung während der Nacht deutlich erhöht. Diese Lagen neigen zu einem frühzeitigen Befall durch die Peronospora, da auch die Abtrocknung nach Niederschlägen oder Taubildung langsamer verläuft. Kaltluftlagen werden weniger gut durchlüftet.

Die Begrünung sollte in Kaltluftlagen bei Frostgefahr sehr kurz gehalten werden. In der Abb. 1 ist deutlich zu erkennen, dass der hohe Gras-

bewuchs zu Frostschäden an den jungen Rebtrieben geführt hat.

Die kartenmäßige Darstellung der Windgefährdung ist wesentlich problematischer. Bebauung, Bewuchs und Geländeform bilden Leitlinien für den Wind, so dass sich auf kleinen Entfernungen bereits große Änderungen ergeben können. Aus ökologischer Sicht sind insbesondere Windgeschwindigkeiten und Windrichtung an Strahlungstagen bedeutsam.

Osthänge sind aus diesen Gründen im Rheingau weniger für den Anbau geeignet als Westhänge. Bei einer Windexposition nach Osten ist auch eine Windschutzpflanzung empfehlenswert. In windexponierten Lagen liegen die Tagestemperaturen an Strahlungstagen um 2–3 °C tiefer als in geschützten Rebanlagen (HOPPMANN et al. 1987). Die tieferen Temperaturen führen zu Qualitätseinbußen, die nach dem Grad der Gefährdung im Mittel bis zu 3 °Oechsle betragen können (HOPPMANN 1988). Die größere Häufigkeit der Ostwinde sollte bei der Wahl der Zeilenrichtung genutzt werden. Grundsätzlich sollte eine Nord-Süd-Zeilung bevorzugt werden.

Aus weinbaulicher Sicht ist das Krankheitsrisiko in windexponierten Lagen niedriger, da die Bestände nach Niederschlags- oder Taubenetzung schneller abtrocknen können. Insgesamt überwiegen aber die qualitätsmindernden Faktoren.

2.3 Gesamtbewertung Geländeklima

Die Karten bieten die Möglichkeit, positive und negative geländeklimatische Einflüsse abzuschätzen (Strahlung, Frost und Wind). Sie reichen aber nicht aus, die erreichbare Qualität für einen Standort festzulegen, sondern liefern nur

eine erste grobe Orientierung. Neben der Orientierung über die Qualität bieten die Karten praktische Hinweise bezüglich Bodenpflege, Krankheitsrisiko und Verdunstung in Verbindung mit hohen Einstrahlungswerten.

3. Wasserhaushalt und Boden

3.1 Anforderungen der Rebe an den Wasserhaushalt

Schon MÜLLER-THURGAU (1892) hat die sortenspezifische Reaktion hinsichtlich des Wasserbe-

darfes als ein Kriterium für die Anbaueignung herausgestellt. CURRLE et al. (1983) weisen auf

Tab. 2. Mittelwerte des Wasserhaushaltes für begrünte und offene Weinberge (l/m²) Geisenheim Mauerchen, 1935–1991 [(Mai bis Oktober; Berechnungen nach HÜSTER (1993)]

	Wasserbilanz potenzielle Verdunstung		Wasserbilanz aktuelle Verdunstung	
	Bewirtschaftung			
	offen	begrünt	offen	begrünt
Niederschlag	292	292	292	292
Evapotranspiration	405	550	319	363
klimate Wasserbilanz	-113	-258	-27	-71
Pflanzennutzbares Bodenwasser sL 80 cm	144	144	144	144
Gesamtwasserbilanz mit Boden	31	-114	117	73

den Unterschied zwischen Wasserverbrauch und Wasserbedarf hin, da die Rebe durch Regulationsmöglichkeiten in der Lage ist, den Verbrauch an das Angebot anzupassen. Solche Anpassungsmechanismen sind zentrale Erscheinungen beim Auftreten von Stresssituationen. Allerdings muss die Frage offen bleiben, wie hoch der Wasserbedarf für ein vorgegebenes Ertrags- oder Qualitätsziel ist.

Die Berechnung der Wasserbilanzen liefert erste Anhaltspunkte über das Wasserangebot in einem Weinbaugebiet. In Tab. 2 wird zunächst mit Hilfe eines Wasserhaushaltsmodells die Wasserbilanz für begrünte und offene Weinberge vom Standort Mauerchen in Geisenheim dargestellt (HÜSTER 1993). Dieser Standort gehört zu den trockensten Orten in Deutschland und fällt zunächst durch eine hohe negative Bilanz auf, wenn man die Differenz aus Niederschlag und potenzieller Verdunstung bei begrünten und offenen Systemen bildet. Wenn Reben ausreichend Wasser zur Verfügung steht, können nach diesen Untersuchungen bis zu 405 mm Wasser während der Vegetationszeit verdunsten.

Die Begrünung verbraucht dann noch einmal 150 mm. Diesem potenziellen Anspruch kann die Rebe aber nicht Folge leisten. Die tatsäch-

liche aktuelle Verdunstung unterschreitet bei offenen Systemen den potenziellen Wert um 27, bei begrünten Systemen sogar um 51 %. Dieses Beispiel zeigt, wie anpassungsfähig die Rebe auf neue Umgebungsbedingungen reagiert. Zudem welken mit zunehmender Trockenheit die Begrünungspflanzen ein. Bei abnehmender Bodenfeuchte kann die Rebe die Transpiration reduzieren. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommt GRIEBEL (1996). Er kann einen Abfall der Evapotranspiration um 39 % bei der Reduzierung der Bodenfeuchte von 100 % nFK auf 30 % nFK in einem Gefäßversuch nachweisen. Auch dieser Versuch bestätigt, dass die Rebe in der Lage ist, die aktuelle Evapotranspiration dem Wasserangebot anzupassen. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass günstig exponierte Hänge wegen der höheren Einstrahlung bis zu 20 % mehr Wasser benötigen als ebene Flächen (vgl. Strahlungskarte I). Weil diese Standorte häufig auch flachgründige oder skelettreiche Böden haben, kann das Wasserdefizit für das Rebwachstum problematisch werden. Auf tiefgründigen, ebenen Standorten liegt dagegen unter Einbeziehung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers ein deutlicher Überschuss in der Wasserbilanz vor. Auf derartigen Standorten bereitet die Begrünung im

langjährigen Mittel keine größeren Probleme. Eine endgültige Bewertung des Trockenstresses ist mit der Betrachtung langjähriger Mittelwerte allerdings nicht möglich (vgl. Kap. 3.3).

Die Angaben über den gesamten Wasserbedarf variieren je nach Sorte und Anbaubereich sehr stark und werden für deutsche Verhältnisse im Mittel mit 300 bis 400 l/m² angegeben. SCHMID (1997) ermittelte mit der Methode der Xylemflussmessung bei der Sorte „Weißer Riesling“ im Zeitraum Blüte bis Lese 1995 lediglich einen Verbrauch von 91 bis 139 Liter/m² Standardraum.

Während der Einzelstockverbrauch stark differiert, ist der Verbrauch mit 50,4 bis 51,9 Liter/m² Blattfläche (SCHMID 1997) konstant.

Als besonders empfindliche Phase hinsichtlich Wassermangel wird das beginnende Beerenwachstum angesehen. In diesem phänologischen Stadium führt Wassermangel zu signifikanten Ertragseinbußen. Eine gute Wasserversorgung in der Reifephase beeinflusst die Zuckerbildung, die Konzentration an Anthozyanen und damit die Farbintensität positiv (GUROVICH et al. 1996).

3.2 Wasserspeichervermögen der Böden (nFK-Werte)

Die Bodenart hat besondere Bedeutung für den Wasserhaushalt und damit für die Auswahl des Bodenpflegesystems, aber auch für Anbaufragen hinsichtlich der Standweite und der Sorten- und Unterlagenwahl.

Die vorhandene flächenhafte Darstellung der Bodenart und der damit eng verknüpften Darstellung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) erlaubt eine gezieltere Beratung, die sich in erster Linie auf die Optimierung des Wasserhaushaltes auswirkt. Dabei musste im letzten Jahrzehnt auf Böden mit einer geringen nutzbaren Feldkapazität, durch zunehmende Trockenheit in der Nachblütephase bedingt, neben einer Beeinträchtigung des Mostgewichtes eine Zunahme von Weinfehlern und eine Veränderung der Inhaltsstoffbildung beobachtet werden. Als beson-

ders negatives Beispiel muss die Bildung von 2-Aminoacetophenon angeführt werden, ein Weinfehler, der als „Untypischer Alterungston“ bezeichnet wird. Aus diesen Gründen hat die Anpassung von Anbausystemen an den Wasserhaushalt und damit die Berücksichtigung der Bodenart bei weinbaulichen Maßnahmen eine dominante Bedeutung erlangt.

Daneben können die Karten der Bodenarten bzw. der nutzbaren Feldkapazität wertvolle Hilfe bei der Entscheidung von geplanten Bewässerungsmaßnahmen liefern. Die Einführung von Bewässerungssystemen zur Verbesserung des Wasserhaushaltes in begrünenden Anlagen und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen.

3.3 Abschätzung des Trockenstressrisikos

Die Bewertung der Begrünungsfähigkeit kann nicht in einer generellen Weise unter Angabe von einheitlichen Grenzwerten und Mittelwerten erfolgen. Der auftretende Pflanzenstress ist auch vom Ertragsniveau, der Sorten- und Unterlagenwahl, dem Begrünungsmanagement und dem Erziehungssystem abhängig. Im Rahmen der

Standortkartierung ist deshalb nur eine Risikoabschätzung möglich.

Der Zeitraum 40 Tage nach der Blüte und das Auftreten von Restwassergehalten <40 mm in der Schicht bis einem Meter wurde zur Bewertung des Trockenstressrisikos herangezogen (HOFMANN 1996). Dieser Zeitraum wurde ge-

wählt, weil die Reben in dieser Phase den höchsten Wasserbedarf haben (HOFÄCKER 1976, BETTNER 1979, GUROVICH et al. 1996).

Standorte mit einer nutzbaren Feldkapazität <100 mm sind stark trockenstressgefährdet und kaum für eine Dauerbegrünung geeignet. Hier treten in mehr als 50 % der Jahre im Nachblütebereich niedrige Restwassergehalte (<40 mm) auf. Diese Klasse beinhaltet u. a. Böden mit einer geringen Mächtigkeit (<60 cm) und einem hohen Skelettanteil. Diese Böden haben eine kleinflächige Verteilung im Rheingau mit einem Flächenanteil <5 % und treten bei der weinbaulichen Nutzung in den Hintergrund (ZAKOSEK et al. 1967). Die Schlussfolgerungen von GRIEBEL (1996), der lediglich Standorte mit einer nFK <100 mm als problematisch für eine Dauerbegrünung im Rheingau ansieht, können nicht übernommen werden. Diese Annahme gilt lediglich für die hessische Bergstraße mit um 150 bis 200 mm höheren Niederschlägen als der Rheingau.

Bei den anderen Böden mit einer nFK >100 mm zeigt sich je nach Lage, Exposition und Hangneigung ein sehr differenziertes Bild. Eine pauschale Risikoabschätzung alleine nach der nFK ist nicht möglich. Mit zunehmender Gefährdungsklasse steigt das Risiko von Ertragsdepressionen und nimmt die Gefahr der negativen

qualitativen Beeinflussung zu. In diesen Lagen muss der Wasserverbrauch durch häufigeres Mulchen und durch Reduzierung des Bedeckungsgrades der Begrünung reduziert werden. Eine Begrünung während des Winterhalbjahres oder eine Strohabdeckung sind mögliche Alternativen.

Auf der anderen Seite ist ein hohes Wasserangebot, wie es in manchen Jahren auftritt, der Qualitätsbildung sehr abträglich, weil dann die Rebe zu einer starken Laubentwicklung neigt. Dieses starke vegetative Wachstum ist aber aus pflanzenphysiologischen, phytosanitären und anderen weinbaulichen Gesichtspunkten der Qualitätsbildung eher abträglich. Davon sind insbesondere talnahe Standorte mit einer stärkeren Kaltluftgefährdung betroffen (vgl. Kap. 2.2).

Bei den Überlegungen zu dem Begrünungsmanagement spielen auch das angestrebte Ertrags- und Qualitätsniveau eines Betriebsleiters eine wichtige Rolle. Anschnitt, Laubschnitt und Maßnahmen zum Ausdünnen der Traubenzone beeinflussen Qualität und Ertrag. So begrünt beispielsweise das Staatsweingut Assmannshausen trotz eines relativ hohen Trockenstressrisikos seit mehreren Jahrzehnten die Weinberge. Bei einem niedrigen Ertragsniveau ist die Rebe weniger gestresst als bei einer hohen Ertragserswartung.

3.4 Einfluss der Begrünung auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt

Bei der Einführung von Begrünungssystemen muss die Gefahr einer auftretenden Wasser- und Nährstoffkonkurrenz zwischen Rebe und Begrünung unter den Niederschlagsverhältnissen und der Niederschlagsverteilung im Anbauggebiet Rheingau beachtet werden. An der Bergstraße liegen die Verhältnisse weitaus günstiger. Aus diesem Grunde wurde bei der Neuauflage eine Erweiterung hinsichtlich der Beurteilung des Wasserhaushaltes vorgenommen.

Entscheidende Komponenten bei der Bewertung sind dabei die Karte des pflanzenverfügbaren Bo-

denwassers (nFK-Karte) und ein mathematisches Wasserhaushaltsmodell zur Berechnung des Wasserhaushaltes eines Standortes und der Abschätzung des Trockenstressrisikos. Damit lassen sich aber nicht alle Fragen zum Einfluss des Trockenstress auf das Ertrags- und Qualitätsniveau deuten. Die aus der Literatur verfügbaren Angaben über den Einfluss eines steigenden Trockenstress auf das Ertragsgeschehen und die Bildung wertgebender Inhaltsstoffe sind teilweise widersprüchlich.

Nach den vorliegenden Ergebnissen muss auf Standorten mit einer nFK <150 mm mit Wasser-

stress und entsprechend negativen Auswirkungen auf die Weinqualität gerechnet werden (vgl. Kap. 6.1). Bei einer nutzbaren Feldkapazität von über 200 mm ist eine negative Beeinflussung eher unwahrscheinlich. Bei niedrigen nutzbaren Feldkapazitäten sollte deshalb auf eine ganzflächige Dauerbegrünung verzichtet werden. Hier sollte die Begrünung in jeder zweiten Gasse erfolgen, um eine entsprechende Befahrbarkeit zu gewährleisten. Durch die Auswahl von Magerrasenmischungen kann eine weitere Reduzierung des Wasserverbrauches erreicht werden. Die Einsaat von Winterbegrünungen bzw. die Tolerierung einer natürlichen Verunkrautung über Winter erscheint in diesem Zusammenhang als problemlos.

Besonders beim Anbau von Weißweinsorten ist es unbedingt erforderlich, auftretenden Wasserstress zu bewerten. Hierbei ist zwischen der Reaktion von Rot- und Weißweinsorten deutlich zu unterscheiden. Während der Ertrag und das Mostgewicht durch Wasserstress erst im fortgeschrittenen Stadium beeinflusst werden, stellt die Bildung von negativ zu bewertenden Inhaltsstoffen ein großes Problem dar.

3.5 Erosionsschutz

Unbestritten stellt eine Begrünung den besten Erosionsschutz dar. Steillagen sind jedoch in der Regel Standorte mit einem problematischen Wasserhaushalt. In Bezug auf die Mächtigkeit des Bodens stellen solche Rebflächen oft Trockenstandorte dar. Da zwar eine Ausnahmeregelung hinsichtlich einer Bewässerung möglich ist, in der Regel aber aus ökonomischen Gründen wenig genutzt wird, kann hier ein besonders ausgeprägter Wassermangel auftreten. Grundsätzlich sind alle Standorte mit $> 18\%$ Hangneigung stark gefährdet (EMDE 1992). Ausnahmen bilden

Bei Rotwein kann sich die Einwirkung von Stress auch positiv auf die Weinqualität auswirken. So kann die Anreicherung von einzelnen sekundären Pflanzenstoffen, wie z. B. Phenolen, eine Schutzfunktion für die Rebe darstellen. Bei Rotwein muss die Anreicherung von Farbstoffen als ein Qualitätskriterium angesehen werden. Die Reaktion auf Stressfaktoren kann zu einer höheren Widerstandsfähigkeit führen.

Durch die Einführung von Begrünungspflanzen setzt eine Wasser- und Nährstoffkonkurrenz ein, die natürlich nicht in jedem Fall zu einer Beeinflussung des Rebenwachstums führt. Für die Bewertung auftretender Stressbedingungen infolge der Reduzierung der Bodenpflege müssen die natürlichen, bei Reben umfangreichen und wirkungsvollen Anpassungsmechanismen berücksichtigt werden (LÖHNERTZ et al. 1998). Neben den differierenden Niederschlagsverhältnissen ist vor allen Dingen das unterschiedliche Wasserspeichervermögen in den beiden hessischen Anbaugebieten „Rheingau“ und „Hessische Bergstraße“ zu beachten.

Steillagen mit einem hohen Skelettanteil. Besonders in Monaten mit einer erhöhten Gefahr an Starkregen sind hier Erosionsschutzmaßnahmen erforderlich. Alle Faktoren, die zu einer Verringerung der kinetischen Energie beitragen – Bewuchs, Abdeckung, grobschollige Bodenbearbeitung – verringern das Erosionsrisiko. Besonderes Augenmerk muss den Pararendzinen aus Löss geschenkt werden, da es sich um wertvolle Weinberglagen mit einer starken Erosionsgefährdung handelt.

4. Stickstoffhaushalt des Bodens

4.1 Nitratverlagerung

Die Nitratdynamik weinbaulich genutzter Flächen unterscheidet sich deutlich von der anderer einjähriger landwirtschaftlicher Kulturen. Eine besondere Bedeutung hat dabei die mechanische Bodenbearbeitung während des gesamten Jahres. Der Weinbau im Rheingau war bis in die 80er Jahre durch eine intensive mechanische Bodenbearbeitung in Verbindung mit einem regelmäßigen Herbizideinsatz im Unterstockbereich geprägt. Dies ist eine Ursache für den erhöhten Nitrataustrag aus diesen Arealen. Eine vollständige Entleerung des Bodenprofils an Nitrat kann in der Regel im Weinbau, im Gegensatz zu einjährigen Kulturen, nicht beobachtet werden. Dadurch bedingt besteht die Gefahr erhöhter Restnitratgehalte am Ende der Vegetationsperiode.

Die nach der SCHALVO (= Schutz- und Ausgleichsverordnung) diskutierten Restnitratgehalte von 45 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$ können bei offen gehaltenen, intensiv mechanisch bearbeiteten Böden nur schwer unterschritten werden. Der Anteil an Parzellen, die diesen Grenzwert überschreiten, ist bei offener Bodenbewirtschaftung relativ hoch. Vor diesem Hintergrund ist eine Begrünung der Anlage zum Ende der Vegetationsperiode in Verbindung mit einem Verzicht auf eine mechanische Bearbeitung in der Reifephase zu fordern. Anstelle einer gezielten Einsaat ist eine natürliche Verunkrautung u. U. ausreichend. Eine solche Bewirtschaftungsform kann beinahe unabhängig vom Wasserspeichervermögen der Böden erfolgen. Umfangreiche Untersuchungen zur Nitratbildung und Verlagerung sind bei SCHALLER et al. (1994) dokumentiert.

4.2 Stickstoffversorgung der Rebe

In dauerbegrünter Anlagen kann ein niedrigerer und gleichmäßiger Nitratgehalt im Jahresverlauf (BERTHOLD 1991) beobachtet werden. In solchen Anlagen besteht in der Regel keine Gefahr hinsichtlich der Anhäufung höherer Restnitratgehalte.

Auf Rebflächen mit einer ganzflächigen Dauerbegrünung kann jedoch in der Vegetationszeit ein deutlicher N-Mangel besonders in Verbindung mit Wassermangel auftreten. Durch das flachere Wurzelsystem der Begrünungspflanzen und die reduzierte Wasserverlagerung in der Vegetationszeit der Begrünungspflanzen wird ein Eintrag in die Wurzelzone der Reben erschwert.

Während in der Aufbauphase der Begrünung zur Bildung der Biomasse eine Erhöhung der N-Gaben ratsam ist, kann bei einer etablierten Dauerbegrünung durch eine solche Steigerung kaum ein positiver Effekt erzielt werden.

Ein besonderes Problem ist beim Umbruch von Dauerbegrünungen durch die Mineralisation

großer Mengen organisch gebundenen Stickstoffs gegeben. Dabei ist die potenzielle Belastung beim Umbruch von Leguminosenbeständen besonders groß.

Besonders auf Böden mit einer niedrigen nutzbaren Feldkapazität muss die Stickstoffdüngung an den Bedarf angepasst werden. Hier ist eine Teilung der Stickstoffdüngung auf zwei Gaben zum Austrieb und nach Abschluss der Blüte zu empfehlen. Höhere Gaben, z. B. bei der Vorratsdüngung, mit Kalium, Magnesium und Kalzium sollten ebenfalls vermieden werden.

Hinsichtlich der Einführung einer Begrünung ist der positive Effekt der Verringerung der Restnitratgehalte zum Ende der Vegetation gegen mögliche Engpässe in der Versorgung der Reben mit aufnehmbarem Stickstoff gegenüberzustellen. Dabei sind vor allen Dingen die negativen Auswirkungen auf die Qualität der Weine zu beachten.

5. Gesamtbewertung des Wasserhaushaltes und des Bodens

Der Standortatlas erlaubt auch den Anspruch einzelner Unterlagen und der Sorten an den Standort zu optimieren. Die Entscheidung, eine schwach oder stark wachsende Unterlage auszuwählen, kann nach den vorhandenen Karten vorgenommen werden.

Bei der Ausdehnung der Anbaufläche mit Rotwein kann sowohl die Trockenstresskarte als auch die Gütekarte eingesetzt werden. Rote Sorten sind wesentlich weniger anfällig gegenüber Trockenstress, da die Auswirkungen hinsichtlich der Anreicherung von negativ zu bewertenden Inhaltsstoffen unproblematischer sind. So tritt der Weinfehler „Untypischer Alterungston“ durch den hohen Phenolgehalt roter Sorten bei Rotwein nicht auf. Demnach wäre der Anbau von Spätburgunder in Trockenlagen sehr sinnvoll, während die Ausdehnung auf Böden mit einer hohen nutzbaren Feldkapazität eher kritisch zu bewerten ist. Auf solchen Flächen ist ein hoher Befall mit Botrytis und anderen Pilzkrankheiten zu erwarten, die bei der Rotweinproduktion besonders problematisch sind. Wärmebegünstigte Standorte mit einer geringeren Wassernachlieferung der Böden sind deshalb eher für Rotweinsorten geeignet.

Das vorhandene Kartenwerk kann auch zur Auswahl geeigneter Standorte für den Anbau anderer Rotweinsorten aus dem internationalen Sortiment genutzt werden. So erscheint der in der Praxis verstärkt diskutierte Anbau von Cabernet Sauvignon oder Merlot nur auf Flächen mit einer besonderen „Güte“ sinnvoll.

Zur Bewertung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes eines Standortes sind Bodenart und Bodentyp von zentraler Bedeutung. Dabei gerät der Bodentyp durch die teilweise extrem lange, intensive, über viele Jahrhunderte andauernde Nutzung als Weinbaustandort in den Hintergrund. Mehrmaliges tiefes Rigolen und eine intensive Düngung haben den Einfluss des Bodentyps verändert. Die Bodenart hat besondere Bedeutung für den Wasserhaushalt und damit für die Auswahl des Bodenpflegesystems, aber auch für Anbaufragen hinsichtlich der Standweite und der Sorten- und Unterlagenwahl.

Besonders auf Standorten mit einer niedrigen nutzbaren Feldkapazität kann ein Zielkonflikt hinsichtlich der Umstellung des Bodenpflegesystems auftreten. Gerade das Auftreten von offensichtlich stressbedingten Fehltonen bedingt – noch in höherem Maße als mögliche Ertragsdepressionen – eine gezielte Anpassung des Begrünungsmanagements an den Standort. Im Anbaugbiet können nicht alle Standorte problemlos auf Dauerbegrünung umgestellt werden. Die betriebswirtschaftliche Einschätzung der Begrünung als extensive Wirtschaftsform führt in eine Sackgasse. In einzelnen Fällen kann es zu einem Interessenkonflikt zwischen ökologischen Notwendigkeiten und der nachhaltigen, erfolgreichen, qualitätsorientierten Bewirtschaftung kommen. Dieser Zielkonflikt bleibt bestehen. Das vorliegende Datenmaterial kann bei der Entscheidungsfindung wertvolle Hilfestellung leisten.

6. Qualitative Bewertung der Rebstandorte

6.1 Die Karte zum potenziellen Mostgewicht

Die Lagenklassifizierung wird in allen Deutschen Weinbaugebieten diskutiert. Häufig favorisiert man eher subjektive Methoden. Der Rheingauer Weinbauverband wollte diesem Weg nicht folgen, zumal bereits 1994 auf Privatinitiative

einiger Winzer eine Karte zum Ersten Gewächs gedruckt wurde. Die Kriterien dieser Klassifizierung wurden von den Autoren nicht preisgegeben. Der Verband war deshalb bestrebt, für eine mögliche Klassifizierung objektive nachprüfbare

Kriterien einzusetzen. Für den Rheingau bedeutet das, dass man einen ausschließlich naturwissenschaftlichen Ansatz wählt, der die Kriterien des Klimas und Bodens in den Vordergrund stellt. Die wissenschaftliche Basis war deshalb die Standortkarte der hessischen Weinbaugebiete und die weiterentwickelten Modelle. Dieser Ansatz bedingt, dass man nur solche Qualitätsmerkmale wählen kann, für die es langjährige Erhebungen gibt. Als Merkmal bleibt bei dem aktuellen Kenntnisstand danach nur das Mostgewicht übrig.

Der Rheingau ist das erste Weinbaugebiet der Welt, das auf der Basis wissenschaftlich begründeter Unterlagen klassifiziert wird. Dennoch wird die Vorgehensweise in der Fachwelt heftig diskutiert, weil die Qualität nicht allein durch das Mostgewicht bestimmt wird. Die Qualität im Glase, die sich durch Ausprägung, Geschmack, Inhaltsstoffe sowie Aroma- und Duftstoffe charakterisieren lässt, wird innerhalb der verschiedenen Qualitätsstufen im Gelände von der Bewirtschaftung der Rebflächen und der Keller-technik bestimmt. Einflüsse des Bodens, wie beispielsweise das pflanzenverfügbare Bodenwasser oder die Nährstoffversorgung, und betriebstypische Komponenten haben im Bereich der Geschmacks- und Inhaltsstoffe einen großen Einfluss auf die wertvollen Inhaltsstoffe des Weines. Die Mengen müssen auf den qualitativ wertvollen Standorten stärker begrenzt werden, weil nur dann die gewünschte hohe Qualität der Trauben erreicht werden kann.

In Steillagen mit skelettreichen flachgründigen Böden, wie beispielsweise den Steillagen von Rüdesheim und Assmannshausen, stellt die Ertragsregulierung den Winzer vor keine größeren Probleme, da die natürlichen geringeren Wasserreserven des Bodens den Ertrag reduzieren (HOPPMANN & SCHALLER 1981). Die Steuerung des Ertrages ist in den Lagen mit tiefen nährstoffreichen Böden wesentlich problematischer. Diese Standorte findet man häufig in den mit Lösslehm bedeckten Hangfußlagen, wie beispielsweise in Hochheim. In der potenziellen Mostge-

wichtskarte sind auch diese Standorte wegen der vergleichsweise hohen nutzbaren Feldkapazität (nFK-Karte) begünstigt. Diese Standorte neigen aufgrund der günstigen Wasser- und Nährstoffversorgung zu höheren Erträgen und dichten Laubwänden. Dichte Laubwände wiederum fördern die Entwicklung von Krankheiten. Deshalb bedürfen diese Standorte besonderer Pflege und besonderer Bestandsführung (Entblättern und Ausdünnen), um die günstigen Bedingungen des Bodens und des Klimas voll nutzen zu können.

Die Mostgewichtskarte bestätigt in eindrucksvoller Weise, dass der Rheingau im Hinblick auf Klima und Boden eine Spitzenstellung im Weinbau einnimmt. So kann auf 50 % der Rebfläche im 30-jährigen Durchschnitt ein Mostgewicht von mehr als 80 °Oechsle erzielt werden, und nur 14 % der Rebfläche erzielen potenziell weniger als 75 °Oechsle.

Die Klima- und Bodengunst begründet sich auf verschiedene Faktoren:

Die günstig exponierten Hänge nach S und SW erbringen hohe Einstrahlungswerte. Ungünstige Hangrichtungen sind mit weniger als 5 % Anteil an der Gesamtfläche vertreten.

Die Höhen des Rheingaus sind bewaldet. Der Wald bremst im Gegensatz zu Acker- und Wiesenflächen den ungehinderten Abfluss nächtlicher Kaltluft in die tiefer gelegenen Rebhänge, auch gibt es nur wenige ausgedehnte Seitentäler, die den Rebhängen von den Höhen Kaltluft zuführen.

Die Böden bieten beste Voraussetzungen für den Anbau von Reben. In Trockenjahren fällt häufig nicht genug Regen, um die Reben ausreichend mit Wasser zu versorgen. Mehr als zwei Drittel der Böden im Rheingau können jedoch während des Winterhalbjahres mehr als 150 l/qm als Wasserreserve für den Sommer einlagern.

Manchem Leser wird sicherlich auffallen, dass der Rhein bei der Bewertung absolut keine Rolle spielt, obwohl er doch in der „Fachwelt“ als Wärmespeicher und als Reflektor der Sonneneinstrahlung angepriesen wird. Diese Argumente für den Rhein halten einer objektiven Nachprü-

fung nicht stand. Mit dem Wärmespeicher ist es nicht weit her, weil der Rhein als fließendes Gewässer während der Vegetationszeit kühler ist als die angrenzenden Weinberge. Wärme strahlt deshalb dem Rhein von den Rebhängen zu und nicht etwa umgekehrt. Mit der Reflexstrahlung des Rheins können die Reben auch nicht leben, weil Wasser nur sehr wenig der einfallenden kurzwelligen Sonneneinstrahlung an die Umgebung abgibt (6 %). Böden können dagegen, wenn sie trocken sind, schon 15 % reflektieren, bei Blättern und begrüntem Untergrund steigt die Reflexion auf 24 % an. Das höchste Reflexionsvermögen haben mit 90 % schneebedeckte Flä-

chen. Nur bei sehr niedrigen Sonnenständen kommt es beim Rhein zur spiegelnden Reflexion (80 %) der Sonneneinstrahlung. Für einen Weinberg sind das aber immer nur wenige Augenblicke am Tag. Die Bedeutung des Rheins bleibt dennoch für den Weinbau erhalten. Die Vorzüge des Rheingaus begründen sich insbesondere darin, dass der Rhein schon vor langer Zeit hinter Mainz und Wiesbaden seine Richtung nach WSW änderte. Durch seinen Taleinschnitt schuf er als Landschaftsbildhauer über Millionen von Jahren hinweg die heutigen in südlicher Richtung exponierten Rebhänge. Die weiteren Vorzüge wurden bereits erläutert.

6.2 Einflüsse von Boden und Klima auf Ertrag und Qualität

Die Temperatur, Sonneneinstrahlung, relative Luftfeuchtigkeit und die Wassernachlieferung im Boden beeinflussen das Beerenwachstum nach der Blüte. Daneben wird das Ertragsniveau teilweise durch die Witterungsbedingungen des Vorjahres, den Blühverlauf des Vorjahres und des aktuellen Jahres sowie durch Krankheitsbefall, Fröste oder Hagelschläge im aktuellen Jahr beeinflusst. Wärmebegünstigte Standorte mit einer ausreichenden Wasserversorgung sind im Hinblick auf Ertragserwartungen begünstigt. Das sind insbesondere flache südexponierte Hanglagen mit hohen nFK-Werten. Wassermangel in der Phase des Beerenwachstums reduziert den Ertrag. Einen moderaten Wasserstress kann die Rebe kompensieren. Der Wasserhaushalt spielt dabei zunächst nur eine untergeordnete Rolle. Erst ein größeres Defizit macht sich in Form von Ertragseinbußen bemerkbar.

Bei einer langfristigen Betrachtung kann in Trockenjahren unter den Bedingungen des Rheingaus sogar ein höherer Ertrag gemessen werden. In den zehn „besten“ Weinjahrgängen (durchschnittlich 93 °Oechsle) (Tab. 3) am Schloß Johannisberg der Jahre 1945–1990 war der Ertrag von durchschnittlich 68 hl/ha um 7 hl/ha höher als in den zehn Jahren mit der geringsten Wein-

qualität (durchschnittlich 61 °Oechsle) (HOPPMANN & LÖHNERTZ 1996).

Dieses Beispiel zeigt, dass der Ertrag nicht allein durch Wasserhaushaltsgrößen gesteuert wird, sondern insbesondere auch die von Jahr zu Jahr wechselnde Wärmegunst den Ertrag beeinflussen.

Niederschlagsüberschüsse und -defizite in den einzelnen Jahren sind mit den Ertrags- und Qualitätsdaten in die Tabelle aufgenommen worden. Die Spitzenjahre wie 1947, 1949, 1953, 1959, 1971 und 1976 sind Jahre mit hohen Niederschlagsdefiziten. Deutliche Ertragseinbußen gegenüber dem langjährigen Mittel lassen sich aber kaum feststellen. In geringen Jahrgängen wie 1956, 1957, 1965, 1968 oder 1980 liegen die Erträge bei deutlichem Niederschlagsüberschuss sogar unter den Erwartungen, wenn man den Mittelwert zugrunde legt.

Ähnliche Ergebnisse ermittelt STEINBERG (1988) auf dem mehrmals beschriebenen Standort Mäuerchen (nFK 0–80 cm = 144 mm) im Rheingau. Im langjährigen Mittel hat die Bodenpflege einen untergeordneten Einfluss auf den Ertrag. Jahre mit einem Niederschlagsdefizit zeichnen sich durch höhere Temperaturen und erhöhte Sonnenscheindauer aus.

Tab. 3. Gegenüberstellung von 10 Jahrgängen mit der „besten“ und 10 Weinjahrgängen mit der „geringsten“ Qualität am Schloss Johannisberg (Rheingau) 1945–1990

Spitzenjahre				Geringe Jahre			
Jahre	°Oe	Ert.	RR Diff.	Jahre	°Oe	Ert.	RR Diff.
1945	108	231	+3	1954	61	84	+16
1947	88	70	-170	1956	55	52	+46
1948	85	78	+28	1965	53	48	+61
1949	97	55	-73	1968	62	63	+192
1950	86	68	+88	1974	65	72	+48
1953	95	68	-65	1977	65	68	-32
1959	97	88	-102	1978	60	59	-7
1971	89	74	-36	1980	65	251	+34
1976	97	72	-130	1984	56	70	+93
1989	86	88	+10	1987	65	65	+117
Mittel 10 Jahre	93	68	-45	Mittel 10 Jahre	61	61	+57
Langjähriges Mittel	75	71	338(*)	Langj. Mittel	75	71	338(*)

Erläuterung:

- * = Mittlere Niederschlagssumme (April–Oktober), 1951–1980
- 1 = Jahre mit Frostschäden
- °Oe = Qualität (Grad Oechsle)
- Ert. = Ertrag (hl/ha)
- RR Diff. = Differenz Niederschlag zum langjährigen Mittel (*) April–Oktober

Die im Standortatlas erfassten Karten zum Klima und Boden bieten Hinweise auf die zu erwartende Qualität, wobei als Qualitätsparameter insbesondere Mostgewicht und Säure gemeint sind. In den talnahen, häufig stärker kaltauftgefährdeten Standorten mit guter Wasserversorgung sind eher säurebetonte Weine zu erwarten. Auch oberhalb von 200 m ü. NN nehmen die Säurewerte wieder zu (HOPPMANN & SCHALLER 1981). In den flachgründigen wärmebegünstigten Steillagen sind die Säuregehalte geringer, in Trockenjahren können die niedrigen Säurewerte sogar zu einem Qualitätsproblem werden. Die Mostgewichte verhalten sich nahezu umgekehrt. Im Mittel nimmt das Mostgewicht oberhalb eines Qualitätsoptimums in ca. 30 bis 50 m über dem Talgrund und um 3–4 °Oechsle auf 100 m Höhenzuwachs ab (HOPPMANN 1979).

Untersuchungen im Rheingau (HOPPMANN 1978) haben zudem gezeigt, dass die Mostge-

wichtseinbußen nach der Stärke der Kaltluftgefährdung auf 6 °Oechsle ansteigen können, da sich die Reifeentwicklung im Vergleich zu wärmebegünstigten Standorten verzögert. Bei starker Windgefährdung sind Einbußen von 2–3 °Oechsle zu erwarten.

Ein direkter Einfluss der Bodenart auf einfach messbare Qualitätsparameter wie Mostgewicht und Säure kann nicht festgestellt werden (HOPPMANN & SCHALLER 1981). Über eine veränderte Wassernachlieferung, eine unterschiedliche Erwärmung und ein differenziertes Angebot an Nährstoffen, besonders an Mikronährstoffen, ist ein Einfluss der Bodenart denkbar. Es besteht aber ein Einfluss des nFK-Wertes. So ermittelte HOPPMANN (1999), dass die Mostgewichte um 3 °Oechsle ansteigen, wenn die nFK-Werte um 80 mm zunehmen.

Es ist allerdings nicht ausreichend, Qualität nur mit den Parametern Mostgewicht und Säure

regehalt zu messen. Nur bei einem extremen Wasser- oder Stickstoffstress kann ein Abfall der Zuckergehalte festgestellt werden, da Ertragsrückgänge die mangelnde Zuckerproduktion kompensieren. Zusätzlich kann in Anlagen mit einem reduzierten vegetativen Wachstum ein geringerer Botrytisbefall und damit geringere Verluste festgestellt werden. Der leichte Anstieg der Gesamtsäure in begrünter Anlagen darf nicht überbewertet werden.

In den letzten Jahren traten in Weißweinen vermehrt Fremdtöne in verschiedenen Anbaugebieten auf, die mit Stresssituationen im Anbau in Verbindung gebracht werden. Dabei werden Wasser- und Stickstoffmangel, das Bodenpflegesystem, aber auch die Ertragshöhe und der Erntetermin als Ursachen diskutiert.

Deutlich zu unterscheiden von einer normalen Alterung von Weinen kann bei diesen Fremdtönen eine „Untypische Alterung“ des Weines beobachtet werden. Seit 1988 wird dieses Phänomen einer ungünstigen Veränderung des Aromas während der Alterung von Weinen in Franken mit zunehmender Häufigkeit beobachtet (CHRISTOPH et al. 1995). Anstelle der zuerst mit „Naphthalinton“ oder „mediterrane Note“ beschriebenen Veränderung hat sich relativ schnell die Bezeichnung „Untypische Alterungsnote“ (UTA) eingebürgert. Bis zu 20 % der Ablehnun-

gen bei der Qualitätsweinprüfung wurde 1994 in einzelnen Weinbaugebieten mit diesem Weinfehler begründet.

Der von RAPP et al. (1993) identifizierte Aromastoff 2-Aminoacetophenon wird nach dem aktuellen Stand der Forschung für die Ausprägung des „Untypischen Alterungsstones“, der negativen Veränderung des Buketts, verantwortlich gemacht. Dabei besteht u. U. ein Zusammenhang zum Gehalt an Indoleessigsäure. Die Konzentration dieses Phytohormons steht in unmittelbarem Zusammenhang zu trockenheitsbedingten Stressreaktionen der Rebe.

Die Ausbildung solcher „Off-Flavour“ Verbindungen, die im Zusammenhang mit Wasser- und Stickstoffstress diskutiert werden, können eine enorme ökonomische Belastung für einzelne Betriebe darstellen. In vielen Weinbaugebieten wird aus diesen Gründen eine sehr reservierte Einstellung gegenüber Dauerbegrünungen eingenommen. Ergebnisse, die einen positiven Effekt eines moderaten Wasserstresses beschreiben (SMART 1984), sind bei Weißwein besonders kritisch zu bewerten. Die Karte zum Trockenstressrisiko erlaubt es, die Gebiete auszuweisen, in denen das Risiko für eine Begrünung und die damit verbundenen Stresssymptome deutlich zunehmen werden.

6.3 Der Standortatlas als Basis für ein „Terroir“ der hessischen Weinbaugebiete

Der neu aufgelegte und weiterentwickelte Standortatlas der hessischen Weinbaugebiete kann die Basis für ein auf wissenschaftlicher Grundlage entwickeltes Modell für ein „Terroir“ bilden. Kein anderes Weinbaugebiet der Welt verfügt über vergleichbare Daten.

Der Begriff Terroir leitet sich aus dem französischen Sprachgebrauch ab und bedeutet soviel wie „Boden, Erdreich, Ursprung, Herkunft, Lage, Weinberg“.

Hinter dem Ziel, ein „Terroir“ zu definieren, verbirgt sich der Wunsch, die Herkunft eines Weines nach seiner Lage und seinem Standort qualitativ zu beschreiben, um die speziellen Besonderheiten hervorzuheben. „Das Terroir beschreibt die gesamte natürliche Umgebung einer Weinbergslage. Boden und Topographie, sowie ihre Wechselwirkungen untereinander mit dem Makro- und dem Mesoklima des Standortes“ (Oxford Weinlexikon).

Genau diese natürliche Umgebung beschreibt der neue Standortatlas.

„Terroir bedeutet weit mehr als nur das, was unter der Erde geschieht. Der Begriff umfasst die gesamte Ökologie einer Weinberglage, all ihre Aspekte, vom Felsuntergrund bis hin zu Spätfrost und Herbstnebel, ja auch die Weinbergspflege und schließlich auch die Seele des Winzers“ (Hugh Johnson).

Man kann erwarten, dass sich die natürlichen Gegebenheiten eines Standortes auch in der Weinqualität ausdrücken. Dieser Gedanke der Bewertung der Rebflächen ist nicht neu. Vorreiter in der Klassifizierung sind die Franzosen. Die geografische und qualitative Einordnung der Rebflächen wird dort als „Terroir“ bezeichnet. Die Appellation (A.O.C.) liefert dafür genügend Beispiele. Berühmt ist die Bewertung der Bordeaux-Weine im Jahre 1855. Makler aus dem Bordeaux bewerteten die Weine damals nach Boden, Ansehen der Weingüter und Preis. Zwar ändern sich Boden und Klima nur wenig, aber mit Änderung der Besitzverhältnisse konnten nicht immer eine gleich bleibend hohe Qualität und die daraus resultierenden hohen Preise gehalten werden. Die Klassifizierungen haben sich auch zwischenzeitlich mehrfach geändert.

In Deutschland besteht die Tendenz, eher naturwissenschaftliche Ansätze zu wählen. Der Standortatlas der hessischen Weinbaugebiete hat diesen naturwissenschaftlichen Ansatz verwirklicht.

Die Bedeutung des Bodens bei der Bewertung der weinbaulichen Eignung eines Standortes

wird in sehr unterschiedlicher Intensität vorgenommen. Während in einigen Weinbaugebieten der Begriff Terroir und dessen Umsetzung eine zentrale Rolle spielt, wird in anderen Weinbaugebieten die Bedeutung des Bodens auf den Wasserhaushalt und Teile des Nährstoffhaushaltes wie der Bodenreaktion reduziert.

In den nördlichen Weinbaugebieten bedeutet „Terroir“ weitaus mehr als die Beurteilung des Bodens im Hinblick auf die weinbauliche Eignung. Bei dem Vergleich mit dem französischen Terroir fällt auf, dass sich im Rheingau die Einflüsse stärker vom Boden auf das Geländeklima verlagern. Unter unseren Produktionsverhältnissen an der Nordgrenze des Weinbaus fällt dem Klima eine wichtige Bedeutung bei der Qualitätsbildung zu. Die Jahrgangs- und Standortunterschiede sind ein beredtes Beispiel für die Einflüsse des Klimas auf die Qualität des Lesegutes. Im mediterranen Raum nimmt die Bedeutung von Temperatur und Strahlung ab und verlagert sich auf den Wasserhaushalt, d. h. der Boden gewinnt deutlich an Einfluss. Mit der Beschreibung der natürlichen Bedingungen kann der Winzer ein Optimum an Qualität für seinen Standort erreichen, wenn er die Informationen aus dem Standortatlas als Entscheidungshilfe für die Kulturführung der Rebe nutzt (Wahl der Rebsorte und Unterlage, Erziehungssystem, Anschnitt, Ertragsregulierung usw.).

7. Zusammenfassung

Das vorliegende Kartenwerk bietet dem Winzer Entscheidungshilfen bezüglich

- Auswahl von Rebsorten und Unterlagen,
- Erziehungsform und Bestandsführung,
- Bodenpflege und Düngung,
- qualitativer Bewertung der Rebstandorte.

Es ist offensichtlich, dass eine differenzierte Analyse der Rebstandorte zu einer optimierten Bewirtschaftung führen. So erfordern talnahe kaltluftgefährdete Lagen mit tiefgründigen Böden häu-

figer Laubarbeiten als trockene Hanglagen. In den letzteren sind dagegen eine stärkere Ertragsregulierung und eine gute Bodenpflege notwendig.

Die Standortkarten erlauben eine bessere Abschätzung möglicher Risiken, die mit einer Umstellung des Bodenpflegesystems einhergehen können. Die notwendigen Veränderungen zur Senkung des potenziellen Nitrataustrages und der Reduzierung der Erosion werden flächenhaft dargestellt. Eine Bewertung einzelner Teilgebiete

te ist aus dem Kartenmaterial oder mit Hilfe der angegebenen Auswerte- und Beurteilungsverfahren möglich. Bedingt durch die geringen Niederschläge im Anbaugebiet Rheingau können nicht alle Rebflächen problemlos auf Dauer begrünt

werden. Hier sind Abweichungen von diesem aus Sicht des Erosionsschutzes und der Reduzierung des Nitrataustrages optimalen Bodenpflegesystem erforderlich.

8. Schriftenverzeichnis

- BECKER, N.J. (1967): Beiträge zur Standortforschung an Reben (*Vitis Vinifera* L.). Ergebnisse einer Erhebungsuntersuchung im Rheingau. – Diss. Univ. Gießen.
- BERTHOLD, G. (1991): Untersuchungen zur N-Dynamik weinbaulich genutzter Flächen unter besonderer Berücksichtigung der Bewirtschaftungsform. – Geisenheimer Ber., **7**; Geisenheim.
- BETTNER, W. (1979): Der Wasserhaushalt der Rebe. – Die Weinwissenschaft, **30**: 1–20; Mainz.
- Brandtner, E. (1973): Die Bewertung geländeklimatologischer Verhältnisse in Weinbaugebieten. – Deutscher Wetterdienst; Offenbach.
- CHRISTOPH, N., BAUER-CHRISTOPH, C., GEBNER, M. & KÖHLER, H.J. (1995): Die „Untypische Alterungsnote“ im Wein, Teil 1: Untersuchungen zum Auftreten und zur sensorischen Charakterisierung der „Untypischen Alterungsnote“. – Rebe und Wein, **9**: 350–356; Weinsberg.
- CURRLE, O., BAUER, O., HOFÄCKER, W., SCHUMANN, F. & FRISCH, W. (1983): Biologie der Rebe. – Neustadt an der Weinstraße (Meininger).
- EMDE, K. (1992): Experimentelle Untersuchungen zu Oberflächenabfluß und Bodenaustrag in Verbindung mit Starkregen bei verschiedenen Bewirtschaftungssystemen in Weinbergsarealen des Oberrheingaus. – Geisenheimer Ber., **12**: 248 S.; Geisenheim.
- GRIEBEL, T. (1996): Untersuchungen über die Anteile der Transpiration der Rebe und der Evaporation in begrüntem Rebbeständen an der Gesamtverdunstung. – Geisenheimer Ber., **28**; Geisenheim.
- GUROVICH, L.A., HERNÁNDEZ, A. & PSZCZÓLKOWSKI, P. (1996): Deficit Irrigation as a Strategy to Modify Wine Characteristics. – 76th General Assembly of O.I.V., 10.–18.11.1996; Cape Town/South Africa.
- HOPPMANN, B. (1996): Zeitliche und räumliche Einflüsse bei einer flächenhaften Abschätzung des Trockenstressrisikos von Rebbeständen. – Tagungsband des XI. Kolloquiums des internat. Arbeitskreises „Begrünung im Weinbau“, 18.–31.08.1996: 35–40; Kaltern.
- HOPPMANN, D. (1978): Standortuntersuchungen im Rheingau und in Baden. – Weinberg und Keller, **25**: 66–92; Frankfurt am Main.
- HOPPMANN, D. (1979): Das Kleinklima am Steilhang und Möglichkeiten seiner Verbesserung. – In: BECKER, H.: Weinbau am Steilhang: 13–26; Münster-Hiltrup.
- HOPPMANN, D. (1988): Der Einfluss von Jahreswitterung und Standort auf die Mostgewichte der Rebsorten Riesling und Müller-Thurgau (*Vitis vinifera* L.). – Berichte des Deutschen Wetterdienstes, **176**: 213 S.; Offenbach.
- HOPPMANN, D. (1999): Die Karte des potentiellen Mostgewichtes für das Weinbaugebiet Rheingau als objektive Grundlage zur Charakterisierung der Weinlagen. – 24. Weltkongress für Rebe und Wein, Sektion 1: Methoden des Rebanbaus. 5.–9.07.1999 Mainz. Kongressbd. BMELF: 176–183; Mainz.
- HOPPMANN, D. & SCHALLER, K. (1981): Der Einfluß verschiedener Standortfaktoren auf Qualität und Quantität der Reben.
1. Mitteilung: Entwicklung der Qualität in geringen und mittleren Jahrgängen. – Die Weinwissenschaft, **36**(5): 299–319; Mainz.
2. Mitteilung: Entwicklung der Qualität in guten und besten Jahrgängen und im 11jährigen Mittel. – Die Weinwissenschaft, **36**(6): 371–377; Mainz.
- HOPPMANN, D., BETTNER, W. & BETTNER, L. (1987): Untersuchungen des Leistungsverhaltens sowie des Bestandsklimas bei unterschiedlichen Standweiten an der Rebsorte Riesling. – Die Weinwissenschaft, **42**(3): 147–178; Mainz.
- HOPPMANN, D. & LÖHNERTZ, O. (1996): Die Standortkarte der Hess. Weinbaugebiete unter besonderer Berücksichtigung der Begrünungsmöglichkeiten der

- Weinberge. – Tagungsband des XI. Kolloquiums des internat. Arbeitskreises „Begrünung im Weinbau“, 28.–31.08.1996: 56–73; Kaltern.
- HÜSTER, H. (1993): A long-term simulation of the soil water budget in tilled and grass covered vineyards. – *Die Weinwissenschaft*, **48**: 127–129; Mainz.
- LÖHNERTZ, O., PRIOR, B., BLESER, M. & LINSENMEIER, A. (1998) Influence of N-supply and Soil Management on the Nitrogen Composition of Grapes – Proceedings of the XXV International Horticultural Congress (Part 2): Mineral Nutrition and Grape/Wine Quality, Mineral Management to Optimize Fruit Quality. – *Acta Horticulturae* **512**: 55–64; Brussels.
- MÜLLER-THURGAU, H. (1892): Die Transpirationsgröße der Pflanzen als Maßstab ihrer Anbaufähigkeit. – *Mitt. Thurgauische Naturforsch. Ges.*, **10**; Thurgau.
- RAPP, A., VERSINI, G. & ULLEMEYER, H. (1993): 2-Aminocetophenon: Verursachende Komponente der „untypischen Alterungsnote“ („Naphthalinton“, „Hybridton“) bei Wein. – *Vitis*, **32**: 61–62; Siebeldingen
- SCHALLER, K., JAGOUTZ, H., BERTHOLD, G., EMDE, K., LÖHNERTZ, O. & HOPPMANN, D. (1994): Bewirtschaftungssystem und Nitratbildung bei Rebflächen: Teil 1 Grundlagen für die Erarbeitung eines Simulationsmodells; Teil 2 Parameterschätzung und Umsetzung zu einem Düngerberatungsmodell. – *Geisenheimer Ber.*, **16a** u. **16b**; Geisenheim.
- SCHMID, J. (1997): Xylemflußmessungen an Reben. – *Diss. Univ. Bonn.* – *Geisenheimer Ber.*, **33**; Geisenheim.
- SMART, R.E. (1984): Some aspects of climate, canopy, microclimate, vine physiology and vine quality. – In: *Proceeding of the Internat. Symposium on cool climate Viticulture and Enology.* – Oregon State University Agricult. Experiment. Station, Techn. Publication **7628**: 1–19; Oregon.
- STEINBERG, B. (1988): Auswirkungen der Bodenpflege in Abhängigkeit von der Jahreswitterung auf die Ertragsleistung der Rebe im Standort „Geisenheimer Mäuerchen“. – *Die Weinwissenschaft*, **43**: 237–260; Mainz.
- ZAKOSEK, H., KREUTZ, W., BAUER, W., BECKER, H. & SCHRÖDER, E. (1967): Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. – *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **50**; Wiesbaden.