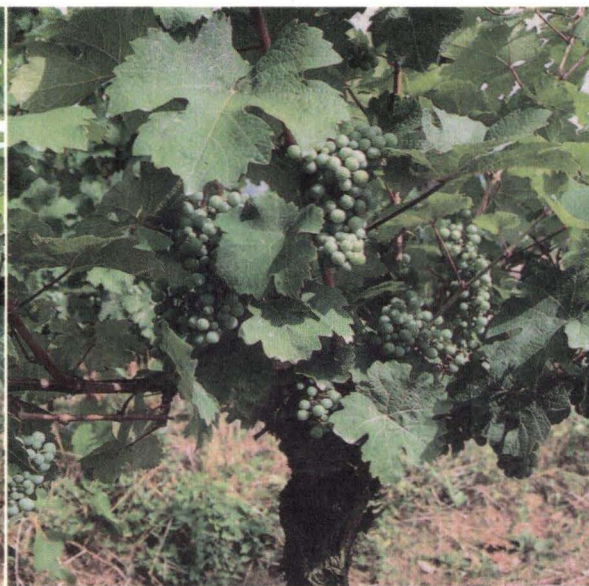




Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete

OTMAR LÖHNERTZ, DIETER HOPPMANN, KURT EMDE, KLAUS FRIEDRICH, MATHIAS SCHMANKE & THOMAS ZIMMER (Hrsg.)



Geologische Abhandlungen Hessen, Band 114: 147 Seiten, 27 Abb., 33 Tab.; Wiesbaden 2004.
ISBN 3-89531-816-7
ISSN 0341-4043

Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete

2., neu bearbeitete Auflage

OTMAR LÖHNERTZ, DIETER HOPPMANN, KURT EMDE, KLAUS FRIEDRICH, MATHIAS SCHMANKE &
THOMAS ZIMMER (HRSG.)

mit Beiträgen von HELMUT BECKER †, ANDREAS BOOB, JUDITH GRIMM, BIRGIT HOFMANN,
HEIDRUN JAGOUTZ, CHRISTOPH PRESSER, RUDOLF RIES, KARL-JOSEF SABEL & JOACHIM SCHMID



Hessisches Landesamt
für Umwelt und Geologie

Schriftleitung
Dr. Roland E. Becker
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186, D-65203 Wiesbaden

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Titelbild: Kurt L. MAYER, Oestrich-Winkel

© Rheingauer Weinbauverband e. V. und Gesellschaft für Rheingauer Weinkultur mbH

Hinweis für Autoren

Manuskripte sind entsprechend den „Bonner Anweisungen“ abzufassen: Richtlinie für die Verfasser geowissenschaftlicher Veröffentlichungen. Ausgearbeitet von S. HORATSCHEK und T. SCHUBERT, 51 S.; Hannover 1998.

Zu beziehen durch E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Nägele u. Obermiller), Johannesstraße 3A, D-70176 Stuttgart

© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2004

ISBN 3-89531-816-7

ISSN 0341-4043

Printed in Germany

Für den Inhalt der Arbeit ist der Autor allein verantwortlich.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without permission of the publisher.

Herausgeber,

© und Vertrieb: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186, D-65203 Wiesbaden
Telefon: 06 11/70 10 34; e-mail: vertrieb@hlug.de
Telefax: 06 11/9740 813

Inhaltsverzeichnis

Vorwort (W. DIETZEL)	4
Zur Entstehung der 2. Auflage des Weinbaustandortatlas (O. LÖHNERTZ & D. HOPPMANN)	5
Weinbau- und Schutzgebiete	
Parzellenscharfe Abgrenzung, Weinbaukartei, Weinbergsrolle, Lagen (A. BOOß)	7
Landschaftsschutzgebiete in den hessischen Weinbaugebieten (C. PRESSER)	15
Wasserschutzgebiete im Rheingau (J. GRIMM)	21
Klima	
Die direkte Sonneneinstrahlung (D. HOPPMANN)	27
Die Frostgefährdung (H. JAGOUTZ)	39
Der Einfluss des Windes (H. JAGOUTZ)	45
Boden, Rebe und Standort	
Die Böden und ihre Verbreitung in den hessischen Weinbaugebieten (K. FRIEDRICH & K.-J. SABEL)	59
Die Karte der nutzbaren Feldkapazität (T. ZIMMER)	71
Rebsorten und Standort in den hessischen Weinbaugebieten (H. BECKER† aktualisiert von J. SCHMID & R. RIES)	77
Risiken und Potenziale	
Die potenzielle Nitratauswaschungsgefährdung in den hessischen Weinbaugebieten (K. EMDE)	87
Die potenzielle Erosionsgefährdung in den hessischen Weinbaugebieten (K. EMDE)	93
Das Trockenstressrisiko bei einer Dauerbegrünung der Rebanlagen (B. HOFMANN)	101
Die Karte des potenziellen Mostgewichtes für das Weinbaugebiet Rheingau als objektive Grundlage zur Charakterisierung der Weinlagen (D. HOPPMANN)	115
Die weinbauliche Bewertung der hessischen Standortkartierung (O. LÖHNERTZ & D. HOPPMANN)	127
Anmerkungen zum Inhalt der CD-ROM „Digitaler Weinbaustandortatlas von Hessen“	145
Anlage: CD-ROM	

Vorwort



Mit der Herausgabe des digitalen Weinbaustandortatlas setzt das Land Hessen im Rahmen seiner erfolgreichen Weinbaupolitik erneut Maßstäbe.

In langjähriger, intensiver Zusammenarbeit von Wissenschaftlern des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, dem Geschäftsbereich Landwirtschaft des Deutschen Wetterdienstes, der Forschungsanstalt Geisenheim, des Geographischen Institutes der Johann-Gutenberg-Universität Mainz und dem Weinbauamt Eltville des Regierungspräsidiums Darmstadt wurde aufgrund neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse und Erhebungen auf der Basis der Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete aus dem Jahre 1967 und umfangreichem Archivmaterial der vorgenannten Behörden eine umfassende Neubewertung der Standorte der hessischen Weinbauregionen Bergstraße und Rheingau vorgenommen.

Der digitale Weinbaustandortatlas Hessen ist sowohl für die Internetpräsentation als auch für die Herausgabe auf CD-ROM konzipiert. Das Werk umfasst populärwissenschaftliche Darstellungen zu den Themen Weinbergslagen, Schutzgebiete, Boden, pflanzenverfügbares Bodenwasser, Trockenstress, Erosionsgefährdung, Nitrataustrag, Kaltluftgefährdung, Windgefährdung, Spätfrostgefährdung, Strahlung, Temperatur, potenzielles Mostgewicht, Hangneigung, Exposition.

Mit dem Weinbaustandortatlas wurde ein praxisorientiertes, verbraucherfreundliches Instrumentarium geschaffen. Ein Beispiel der Anwendungsfähigkeit ist die Lagenklassifizierung im Rheingau als Grundlage für die Einführung des Gütezeichens „Erstes Gewächs“ im Jahre 2000.

Der mit der Weinbaukartei kongruent ausgebaute Weinbaustandortatlas wird zukünftig eine wichtige Grundlage für weinbaupolitische Entscheidungen der Landesregierung, die Weinbauberatung und Arbeit des Regierungspräsidiums Darmstadt sowie für die täglichen Entscheidungen der Winzer in der Praxis sein. Die Arbeit wird darüber hinaus für die Umsetzung umfangreicher EU-rechtlicher Vorgaben zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Besonderer Dank sei an dieser Stelle allen Mitwirkenden ausgesprochen, die obgleich aus ganz unterschiedlichen Fachbereichen kommend, ein in sich geschlossenes Kompendium zu den hessischen Weinbaustandorten vorlegen.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W. Dietzel'.

(Wilhelm Dietzel)
Hessischer Minister für Umwelt,
ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Zur Entstehung der 2. Auflage des Weinbaustandortatlas Hessen

Im Vorwort zur 1. Auflage wird der lange Werdegang der „Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete“ beschrieben. Bereits 1945/46 fanden Gespräche zwischen dem Leiter des damaligen Landesamtes für Bodenforschung in Wiesbaden (F. Michels) und Vertretern der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-Obst- und Gartenbau in Geisenheim (J. Steinberg) und dem Weinbauamt Eltville (W. Buxbaum) statt. H.-H. Pinkow begann dann 1947 mit der planmäßigen Kartierung. „Es ist das Verdienst von H.-H. Pinkow, die systematische großmaßstäbliche bodenkundliche Weinbergskartierung begründet und die Beziehungen zwischen Unterlagssorten und Böden ebenfalls erkannt und vertieft zu haben“, heißt es im Vorwort der 1. Auflage. Nach dem plötzlichen Tod von Pinkow führten H. Zakosek und E. Bargon die Arbeiten ab 1953/54 weiter. Ab diesem Zeitraum ist auch die damalige Agrarmeteorologische Forschungsstelle in Geisenheim (N. Weger) an dem Projekt beteiligt. Unter Federführung von H. Zakosek erfolgte 1967 mit der Herausgabe des so genannten „Weinbaustandortatlas“ ein erster Abschluss der Untersuchungen.

Auf Anregung von H. Zakosek, H. Becker und D. Hoppmann sollte der zwischenzeitlich vergriffene Atlas schon 1989 neu aufgelegt werden. Dabei wurden schon zu dieser Zeit neue Aspekte zum Umweltschutz und zur Qualitätssicherung, wie Begrünungsmöglichkeit der Gassen oder Güte eines Rebstandortes diskutiert, die Einzug in den Atlas halten sollten. Später wurden weitere Aspekte des Umweltschutzes noch mit den Themen nutzbare Feldkapazität, Bodenerosion und Nitratauswaschung vertieft. Gerade diese aufwändigen Untersuchungen fanden die Unterstützung des damaligen Hessischen Ministeriums für Landwirtschaft und Forsten.

Seit dem Erscheinen der ersten Standortkartierung haben sich die Anforderungen an den Weinbau wesentlich gewandelt. Sowohl aus arbeitswirtschaftlichen als auch aus ökologischen Grün-

den sind Fragen des Bodenpflegesystemes und der Qualitätssicherung zunehmend in den Vordergrund gerückt. Das erweiterte Datenmaterial in Verbindung mit neu entwickelten Berechnungs- und Bewertungsmodellen bieten dem Winzer Hilfen zur Risikoabschätzung bei der Veränderung des Bodenpflegesystems und ermöglichen gleichzeitig den staatlichen Stellen der Wasserwirtschaft und dem Bodenschutz eine fachliche Grundlage für die regionalen Planungen. Der Atlas enthält nunmehr folgende Karten und Texte:

Weinbau- und Schutzgebiete

- Die Weinbergslagen (Karte: A. BOOB & C. PRESSER; Text: A. BOOB)
- Wasserschutzgebiete (Text: J. GRIMM)
- Landschaftsschutzgebiete (Text: C. PRESSER)

Klima

- Sonneneinstrahlung (Karte und Text: D. HOPPMANN)
- Temperatur (Karte: D. HOPPMANN)
- Windgefährdung (Karte: D. HOPPMANN; Text: H. JAGOUTZ)
- Kaltluftgefährdung (Karte: D. HOPPMANN)
- Spätfrostgefährdung -2/-4°C (Karten: W. BAUER & A. MAAS; Text: H. JAGOUTZ)

Boden, Relief und Standort

- Bodengruppen (Karte: E. THIEL; Text: K. FRIEDRICH & K.-J. SABEL)
- Nutzbare Feldkapazität (Karte und Text: T. ZIMMER)
- Hangneigung und Exposition (Karten: T. HENS)
- Rebsorten und Standort (Text: H. BECKER †, akt. von J. SCHMID und R. RIES)

Risiken und Potenziale

- Potenzielle Nitratauswaschungsgefährdung (Karte und Text: K. EMDE)
- Potenzielle Erosionsgefährdung (Karte: K. EMDE & O. LÖHNERTZ; Text: K. EMDE)
- Trockenstressrisiko bei Dauerbegrünung (Karte und Text: B. HOFMANN)
- Potenzielles Mostgewicht (Karte: und Text: D. HOPPMANN)

Im Jahre 2000 wurde eine parzellenscharfe Klassifizierung von Lagen im Rheingau mit dem „Ersten Gewächs“ auf Grundlage eines Modells zur Berechnung des potenziellen Mostgewichtes erarbeitet und vom Rheingauer Weinbauverband in die Praxis umgesetzt. Seit dem Jahrgang 1999 können die Rheingauer Winzer Weine unter der Bezeichnung „Erstes Gewächs“ auf den Markt bringen. Nach den Vorgaben des Rheingauer Weinbauverbandes hinsichtlich des notwendigen potenziellen Mostgewichtes von 83 Grad Oechsle eines Standortes fallen ca. ein Drittel der Rebfläche unter die Bezeichnung „Erstes Gewächs.“

Das vorliegende Werk bietet optimale Grundlagen für weitere Diskussionen hinsichtlich Herkunftsbeschreibungen, wie sie im französischen Weinbau mit „Terroir“ umschrieben werden. Die konsequente Weiterentwicklung des Projektes mit der Digitalisierung der Karten und der Ausweitung der Möglichkeiten mit einem Geografischen Informationssystem (GIS) eröffnen viele neue Anwendungsbereiche. Die Verwaltung der Geodaten zum Atlas in einem Geografischen Informationssystem erlaubt es, die Karten auf verschiedenen elektronischen Medien wie CD-ROM und Internet anzubieten und so kostengünstige und zukünftig leicht fortzuführende Produkte vorzulegen.

Im Mittelpunkt des digitalen Weinbaustandortatlas auf der CD-ROM in der Anlage stehen die Thematischen Karten, die über eine Web-basierte Oberfläche interaktiv zu bedienen sind. Für eine hoch auflösende Ausgabe liegen die Karten parallel als Druckdateien für beliebige Ausgabegeräte bei. Neben dem Kartenwerk enthält die CD-ROM auch den Textteil zum Atlas inklusive der vergriffenen ersten Auflage.

Mit der Neuauflage des Weinbaustandortatlas konnte ein Kompendium vorgelegt werden, das der Bearbeitung vielschichtiger Frage- und Aufgabenstellungen im Weinbau zugute kommt. Über den langen Zeitraum der Bearbeitung waren viele Personen mit einzelnen Teilaspekten am Gelingen des Weinbaustandortatlas beteiligt. An dieser Stelle sei allen unten erwähnten Personen herzlich für ihre Mitarbeit gedankt.

H. Becker †	J. Preuß
A. Booß	P. Richtscheid
K. Emde	R. Ries
K. Friedrich	K.-J. Sabel
J. Grimm	M. Schmanke
T. Hens	J. Schmid
R. Herda	E. Thiel
J. Hirschmann	H. Zakosek †
B. Hofmann	T. Zimmer
C. Presser	

O. Löhnertz und D. Hoppmann

Parzellenscharfe Abgrenzung, Weinbaukartei, Weinbergsrolle, Lagen

Eine Anpflanzung von Reben darf in Hessen nur innerhalb exakt abgegrenzter Flächen (Stand 1984), der so genannten weinbaulichen parzellenscharfen Abgrenzung, erfolgen (Ausnahme ist die 1ar-Regelung außerhalb der Abgrenzung nach § 3 Wein-Verordnung (Wein-VO)).

Neuanpflanzungen sind untersagt bzw. bedürfen nach § 7 Weingesetz (WG) und § 3 Wein-VO einer Genehmigung, für die sehr eng auszulegende Mindestanforderungen gelten. Danach müssen diese Flächen sowohl zur Erzeugung von Qualitätswein b. A. geeignet, die Vermarktung gesichert sowie weitere Anforderungen erfüllt sein. Über die Anbaueignung eines Grundstückes entscheidet die zuständige Stelle nach Anhörung eines Sachverständigenausschusses (§ 7 WG, §§ 3–7 Wein-VO, § 5 Hessische Ausführungsverordnung zum Weingesetz).

Das Recht auf Wiederanpflanzung wird durch die ordnungsgemäß gemeldete Rodung begründet (Art. 4 der EG VO Nr. 1493/1999). Es besteht dann zurzeit für die Dauer von 13 Wein-

jahren. Eine Übertragung des Wiederbepflanzungsrechtes auf eine andere Fläche innerhalb des Betriebes ist in Hessen möglich. Die Übertragung auf einen anderen Betrieb innerhalb eines Weinanbaugebietes ist möglich (§ 6 WG), wenn diese „der Qualitätssteigerung dient oder die neue Fläche unter Berücksichtigung der wesentlichen weinbaulichen Gesichtspunkte mindestens gleichwertig ist“ (§ 4 Hess. AVO zum WG).

Innerhalb der parzellenscharfen Abgrenzung ist einengend zu unterscheiden zwischen:

- der potenziellen Rebfläche (RF),
- der zulässigerweise mit Reben bepflanzbaren Rebfläche (= bestockte Rebfläche + Rebfläche mit Pflanzrecht),
- der bestockten Rebfläche (= Jungfeldfläche + Ertragsrebfläche) sowie
- der Ertragsrebfläche (ERF) (= Rebfläche ab dem zweiten Weinjahr nach der Pflanzung (§ 2 Nr. 7 WG).

Beispiel für die Anrechnung als ERF:

Zeitraum Weinjahr (WJ): 01.08.–31.07. (Art. 1 Abs. 4 der EG VO Nr. 1493/1999).

Pflanzung am 02. Mai 2000:

Erstes WJ nach der Pflanzung = 01.08.2000
bis 31.07.2001

Zweites WJ nach der Pflanzung = 01.08.2001
bis 31.07.2002

Danach wird die Fläche ab der Ernte 2001 als ERF geführt und damit zur Ermittlung des mög-

lichen Gesamthektarertrages eines Betriebes (z. B. $4,3250 \text{ ha} \times 100 \text{ hl/ha} = 432,5 \text{ hl}$) herangezogen. Zurzeit liegt der Hektarertrag in den hessischen Weinanbaugebieten „Rheingau“ und „Hessische Bergstraße“ bei 100 hl.

Der Gesamthektarertrag ist die Produktionsmenge aus Trauben und deren Veredlungsprodukten, die ein Weinbaubetrieb maximal pro Jahr aus einer Ernte vermarkten darf. Übermen-

* Dr. A. Booß (e-mail: a.booss@rpd.a.hessen.de), Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbauamt Eltville, Wallufer Straße 19, D-65343 Eltville.

gen können überlagert und in Jahren mit Untermengen in Verkehr gebracht werden.

Beispiele:

1. Übermenge:

Ein Betrieb mit 1 ha hat 1998/99 120 hl und 1999/00 80 hl/ha geerntet, von denen er 1998/99 nur 100 hl/ha vermarkten darf, die restlichen 20 hl darf er im nächsten Jahr vermarkten, da er nur 80 hl geerntet hat (80 hl+20 hl = 100 hl).

2. Untermenge

Ein Betrieb mit 1 ha hat 1998/99 70 hl und 1999/00 130 hl geerntet, d. h. 30 hl/ha unter dem vermarktbareren Ertrag. Er kann 1999/00 nur 100 hl vermarkten. Die 30 hl „Untermenge“ aus 1998/99 können nicht übertragen werden; sie verfallen.

Ab der Ernte 2000 (= Weinjahr 2000/01) wird die Möglichkeit der Überlagerung in den beiden hessischen Anbaugebieten auf 20 % pro Ernte beschränkt. Die darüber hinausgehende Erntemenge muss bis zum 15. Dezember des auf die Ernte folgenden Jahres zu Industriealkohol zwangsdestilliert werden.

Die Erstellung der Weinbaukartei wurde 1984 vom Europäischen Rat in Dublin beschlossen. Mit Art. 64a der Verordnung EWG VO Nr. 337/79 in der Fassung der EWG VO Nr. 775/85, nunmehr Art. 20 der EG VO Nr. 1493/1999 über die gemeinsame Marktorganisation für Wein wurde der Rat der europäischen Gemeinschaften verpflichtet, allgemeine Vorschriften zur Einführung einer Weinbaukartei in der Gemeinschaft zu erlassen.

Dieser Verpflichtung kam der Rat mit der EWG VO Nr. 2392/86 vom 24. Juli 1986 nach. Danach ist die Erstellung einer solchen Kartei notwendig, um die erforderlichen Daten über das Anbaupotenzial und die Produktionsentwicklung innerhalb der Gemeinschaft zu erhalten. Sie soll aufgrund ihres Informationsmaterials zum reibungslosen Funktionieren der gemeinsamen Marktorganisation für Wein beitragen. Wichtig

ist auch die Bündelung aller erfassten Informationen in einer Kartei.

Aus wirtschaftlichen und technischen Gründen wurden diejenigen Mitgliedsstaaten ausgenommen, die insgesamt nur über eine sehr geringe Gesamtfläche für Freilandtrauben, d. h. nach Art. 1 unter 500 ha, darunter fallen Belgien und die Niederlande, verfügen.

Art. 2 legt die Grundstruktur der Weinbaukartei fest. Wesentlich ist die Aufteilung in eine Betriebs- und eine Produktionskartei.

Betriebs- und Produktionskartei

In ersterer wird jeder Betrieb erfasst, der Rebflächen bewirtschaftet. Hier sind die wichtigsten Angaben über

- die Identität und Lage des Betriebes,
- die mit Reben bepflanzten Parzellen, differenziert nach Bewirtschaftung (Brache, Jungfeld, Ertragsrebfläche, aufgegebene Rebfläche, Rebsorte, Alter) und Besitzform (Eigentum, Pacht) registriert.

Die Produktionskartei umfasst die Verarbeitung und Vermarktung von Weinbauerzeugnissen sowie die Meldevorschriften. Für beide ist sicherzustellen, dass Angaben nicht für andere Zwecke verwendet oder missbraucht werden (Datenschutz).

Für die Fertigstellung war ein Zeitraum von sechs Jahren vorgesehen, den das Weinbaumt mit Weinbauschule als vom Land beauftragte Behörde auch einhalten konnte. Seit der Einführung der Weinbaukartei ist die gesamte hessische Rebfläche EDV-mäßig erfasst.

Die Durchführungsbestimmungen sind in der EWG VO Nr. 649/87 niedergelegt.

In der EWG VO Nr. 2392/86 wird zwischen obligatorischen (geforderten) Angaben und fakultativen Angaben, deren Erfassung den Mitgliedsstaaten freigestellt ist, unterschieden (Anhang I der EWG VO Nr. 649/87). In Hessen wurden fast ausschließlich nur die obligatorischen Angaben erfasst. Fakultativ sind nur die Unterlage sowie die Eigentümer der Flächen registriert. Jedoch zeigt es sich immer mehr, dass auch weitere Aufnah-

men im Interesse aller sinnvoll sein können, z. B. natürliche Gegebenheiten wie Hangneigung (Steillagenabgrenzung) oder Wasserschutzgebiete.

Das Dezernat Weinbauamt mit Weinbauschule Eltville war von Anfang an bemüht, den Arbeitsaufwand für die Winzer auf das absolut notwendige Maß zu reduzieren und bereits im Vorhinein möglichst viel „Datenmaterial“ zu sammeln. Dieses „Datenmaterial“ wurde unter strenger Einhaltung datenschutzrechtlicher Bestimmungen dem jeweiligen Betrieb mit der Bitte vorgelegt, notwendige Korrekturen und Ergänzungen vorzunehmen und dem Weinbauamt mitzuteilen. An dieser Stelle sei dem Landesvermessungsamt und seinen nachgeordneten Dienststellen sowie jenen gedankt, die das Dezernat Weinbauamt mit Weinbauschule Eltville beim Aufbau der Weinbaukartei tatkräftig und oftmals auch unkonventionell unterstützt haben.

Die schnelle Fertigstellung einer funktionierenden Weinbaukartei war nur durch großes Engagement (z. B. sehr viele Abendveranstaltungen) aller damit befassten Mitarbeiter/-innen des Weinbauamtes möglich.

Laut der beiden oben genannten „Weinbaukartei-Verordnungen“ besteht neben der Erstellungs- auch eine Aktualisierungspflicht, der Hessen voll gerecht wird, indem es den Weinbaubetrieben als nicht erforderliche Serviceleistung jährlich einen Auszug aus der Weinbaukartei zum Stichtag 31.07. zwecks Überprüfung zusendet. Da nur die dort aufgeführten Flächen zur Berechnung des Gesamthektarertrages herangezogen werden können, besteht für flächenübernehmende Betriebe – zusätzlich zu den weinrechtlichen Konsequenzen – ein großes Eigeninteresse, Änderungen entsprechend zu melden.

Festzuhalten ist, dass die Betriebskartei die Grundlage für die Produktionskartei, die Absatzförderung sowie für alle weiteren Meldungen und Aufgabenbereiche darstellt.

Weinbergsrolle

So ist sie die Grundlage für die Führung der Weinbergsrolle. Diese „enthält ein Verzeichnis

der Lagen (bestimmte Rebflächen oder die Zusammenfassung solcher Rebflächen) und Bereiche (Zusammenfassung mehrerer Lagen) mit Karten, in die die Lagen und Bereiche eingezeichnet sind“ (§ 1 des Gesetzes über die Weinbergsrolle). „Über Anträge auf Eintragungen in die Weinbergsrolle sowie über Anträge auf Änderungen und Löschungen entscheidet das Weinbauamt nach Anhörung eines Sachverständigenausschusses. Der Ausschuss äußert sich insbesondere über wirtschaftlich sinnvolle, aber die standortgebundene Eigenart wahrende Abgrenzungen der Lagen und Bereiche“ (§ 2 des Gesetzes über die Weinbergsrolle). „Als Grenze von Lagen sind möglichst öffentliche Straßen oder Wege, Feldraine, Wasserabflussrinnen oder Gemarkungsgrenzen festzusetzen“ (VO zur Durchführung des Gesetzes über die Weinbergsrolle). Jede Lage ist mit ihren genauen Grenzen in einer Karte eingetragen. In den weinbautreibenden Gemeinden existiert jeweils ein Lagenausschuss, der die Gemeinden bei allen Fragen berät und Vorschläge macht (§ 4 dieses Gesetzes). Näheres, insbesondere auch die Zusammensetzung der Ausschüsse, regelt die Durchführungsverordnung.

Weiteste geographische Bezeichnung für einen Qualitätswein b.A. oder Qualitätsschaumwein b.A. ist das bestimmte **Anbaugebiet**, in Hessen „Rheingau“ und „Hessische Bergstraße“, wo sich die Rebfläche auf 12 bzw. 9 Städte und Gemeinden verteilt (Hess. Weinrechtliche Abgrenzungs-VO). Nächst engerer Begriff ist der **Bereich**, im „Rheingau“ Bereich Johannisberg und im Anbaugebiet „Hessische Bergstraße“ Bereich Starkenburg und Umstadt. Ein Bereich besteht aus mehreren **Großlagen**, wovon es im „Rheingau“ zwölf und im Anbaugebiet „Hessische Bergstraße“ drei gibt. Kleinste geographische Angabe ist die **Einzellage**. In der Weinbergsrolle sind hiervon für das bestimmte Anbaugebiet „Rheingau“ 119 und für das bestimmte Anbaugebiet „Hessische Bergstraße“ 24 eingetragen (Tab. 2 und 3).

Die beiden hessischen Weinanbaugebiete „Rheingau“ und „Hessische Bergstraße“ zählen

zu den kleineren deutschen Anbaugebieten und umfassen lediglich ca. 3,6 % der bestockten deutschen Rebfläche. Unter den 13 deutschen Anbaugebieten nehmen sie damit den achten bzw. elften Platz ein.

Die potenzielle Rebfläche verteilt sich auf ca. 75 000 Flurstücke (Parzellen), deren Zahl sich durch Aufteilungen einzelner Flurstücke in Teilflächen (insbesondere Kommunalf Flächen) noch erhöht, so dass man von ca. 80 000 „Datenflächen“ ausgehen kann, welche alle in der Weinbaukartei entsprechend verwaltet werden müssen.

Aus Tab. 1 ist ersichtlich, dass die potenzielle Rebfläche in beiden Anbaugebieten bedeutend größer als die bestockte Rebfläche ist. Dies zeigt, dass noch weinbauwürdiges Potenzial vorhanden ist. Allerdings lässt sich die derzeit bestockte

Rebfläche kaum ausweiten, da entsprechende Pflanzrechte fehlen.

Tab. 1. Rebflächenverteilung in den beiden hessischen Anbaugebieten

Verteilung	Rheingau [ha]	Hess. Bergstraße [ha]	Hessen [ha]
Potenzielle Rebfläche	4 152	761	4 913
Bestockte Rebfläche*	3 167	444	3 611
Ertragsrebfläche*	3 102	428	3 530
Unbestockte Rebfläche*	985	317	1 302
* Stand 31.07.2003			

Verzeichnis der zitierten Gesetze und Verordnungen

Hessische weinrechtliche Abgrenzungsverordnung vom 14. Juni 1983 GVBl. I: 78 in der jeweils gültigen Fassung

Weingesetz vom 16. Mai 2001 BGBl. I, Nr. 25: 985 in der jeweils gültigen Fassung

Neufassung der Weinverordnung vom 14. Mai 2002 BGBl. I, Nr. 31: 1583 in der jeweils gültigen Fassung

Sechste Verordnung zur Änderung der Hessischen Ausführungsverordnung zum Weingesetz vom 16. Oktober 2003 GVBl. I: 78

EG VO Nr. 1493/1999 vom 17. Mai 1999 ABL. Nr. 179 in der jeweils gültigen Fassung

EG VO Nr. 1227/2000 vom 31. Mai 2000 ABL. Nr. 143 in der jeweils gültigen Fassung

EG VO Nr. 1282/2001 vom 29. Juni 2001 ABL. Nr. 176 in der jeweils gültigen Fassung

EG VO Nr. 2392/1986 vom 24. Juli 1986 ABL. Nr. 208 in der jeweils gültigen Fassung

EG VO Nr. 649/1987 vom 03. März 1987 ABL. Nr. 62 in der jeweils gültigen Fassung

Gesetz über die Weinbergsrolle vom 07. Oktober 1970 GVBl. I: 543 in der jeweils gültigen Fassung

Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über die Weinbergsrolle vom 11. November 1970 GVBl. I: 706 in der jeweils gültigen Fassung

Tab. 2. Lagenverzeichnis des Rheingaus zum Stand Februar 2004

Gemarkung	Großlage	Der Großlage zugeordneter Gemeindenamen	Einzellage	Der Einzellage zugeordneter Gemeindenamen
Lorchhausen	Burgweg	Rüdesheim oder Lorch	Rosenberg Seligmacher	Lorchhausen
Lorch	Burgweg	Rüdesheim oder Lorch	Schloßberg Kapellenberg Krone Pfaffenwies Bodental-Steinberg	Lorch
Aulhausen	Steil	Assmannshausen	Höllenberg	Assmannshausen
Assmannshausen	Steil	Assmannshausen	Frankenthal Höllenberg Hinterkirch	Assmannshausen
Rüdesheim	Burgweg	Rüdesheim oder Lorch	Berg Kaisersteinfels Berg Roseneck Berg Rottland Berg Schloßberg Bischofsberg Drachenstein Kirchenpfad Klosterberg Klosterlay Magdalenenkreuz Rosengarten	Rüdesheim
Eibingen	Burgweg	Rüdesheim oder Lorch	Klosterberg Klosterlay Magdalenenkreuz Kirchenpfad	Rüdesheim
Geisenheim	Burgweg	Rüdesheim oder Lorch	Fuchsberg Mäuerchen Mönchspfad Rothenberg Klosterberg	Geisenheim Rüdesheim
Geisenheim	Erntebringer	Johannisberg	Schloßgarten Kilzberg Kläuserweg Klaus	Johannisberg
Johannisberg	Erntebringer	Johannisberg	Kläuserweg Goldatzel Hansenberg Hölle Klaus Mittelhölle Schwarzenstein Vogelsang	Geisenheim Johannisberg
Winkel	Erntebringer	Johannisberg Johannisberg Johannisberg Johannisberg Johannisberg	Dachsberg Gutenberg Hasensprung Jesuitengarten Schloßberg Klaus	Winkel Johannisberg

Fortsetzung **Tab. 2.** Lagenverzeichnis des Rheingaus zum Stand Februar 2004

Gemarkung	Großlage	Der Großlage zugeordneter Gemeindenamen	Einzellage	Der Einzellage zugeordneter Gemeindenamen
Mittelheim	Erntebringer	Johannisberg Johannisberg Johannisberg	St. Nikolaus Edelmann Goldberg	Mittelheim
Oestrich	Gottesthal	Oestrich	Klosterberg Lenchen Doosberg Klosterberg	Oestrich
	Mehrhölzchen	Hallgarten		Oestrich
Hallgarten	Mehrhölzchen	Hallgarten	Hendelberg Jungfer Schönhell Würzgarten	Hallgarten
Hattenheim	Deutelsberg	Hattenheim	Engelmansberg Hassel Heiligenberg Mannberg Nußbrunnen Pfaffenberg Rheingarten Schützenhaus Wisselbrunnen Jungfer Hendelberg	Hattenheim Hallgarten Hallgarten
Erbach	Honigberg	Erbach	Hohenrain Marcobrunn Michelmark Rheinhell Schloßberg Siegelberg Steinmorgen Rheingarten einzellagenfrei	Erbach Hattenheim Erbach
Erbach Erbach	Deutelsberg Honigberg	Hattenheim Erbach		
Kiedrich	Heiligenstock	Kiedrich	Sandgrub Wasseros Gräfenberg Klosterberg	Kiedrich
Eltville	Steinmächer	Rauenthal	Langenstück Rheinberg Sonnenberg Taubenberg Kalbspflicht Steinmorgen Sandgrub	Eltville Erbach Kiedrich
Rauenthal	Steinmächer	Rauenthal	Baiken Wölfen Rothenberg Gehrn Langenstück Nonnenberg	Rauenthal

Fortsetzung **Tab. 2.** Lagenverzeichnis des Rheingaus zum Stand Februar 2004

Gemarkung	Großlage	Der Großlage zugeordneter Gemeindenamen	Einzellage	Der Einzellage zugeordneter Gemeindenamen
Martinsthal	Steinmächer	Rauenthal	Rödchen Wildsau Langenberg	Martinsthal
Walluf	Steinmächer	Rauenthal	Berg-Bildstock Langenstück Oberberg Vitusberg Walkenberg Gottesacker	Walluf
Frauenstein	Steinmächer	Rauenthal	Herrnberg Marschall Homberg	Frauenstein
Schierstein	Steinmächer	Rauenthal	Dachsberg Hölle Herrnberg	Schierstein Frauenstein
Dotzheim	Steinmächer	Rauenthal	Judenkirch	Dotzheim
Delkenheim	Daubhaus	Hochheim	Grub	Delkenheim
Wiesbaden	größlagenfrei		Neroberg	Wiesbaden
Kostheim	Daubhaus	Hochheim o. Kostheim	Weiß Erd St. Kiliansberg	Kostheim
Kostheim	Daubhaus	Hochheim o. Kostheim	Steig Berg Reichestal	Hochheim
Hochheim	Daubhaus	Hochheim	Reichestal Berg Stielweg Domdechaney Hölle Kirchenstück Hofmeister Königin Victoriaberg Stein Herrnberg	Hochheim
Flörsheim	Daubhaus	Hochheim	Herrnberg St. Anna Kapelle	Flörsheim
Massenheim	Daubhaus	Hochheim	Schloßgarten	Massenheim
Wicker	Daubhaus	Hochheim	König-Wilhelmsberg Mönchsgewann Nonnberg Stein	Wicker
Frankfurt	größlagenfrei		Lohrberger Hang	Frankfurt
Felsberg-Böddiger	größlagenfrei		Berg	Böddiger

zusätzlich sind in der Weinbergrolle als anerkannte Ortsteile eingetragen: Schloß Johannisberg, Schloß Vollrads, Schloß Reichartshausen und Steinberg

Tab. 3. Lagenverzeichnis der Hessischen Bergstraße

Gemarkung	Großlage	Der Großlage zugeordneter Gemeindenamen	Einzellage	Der Einzellage zugeordneter Gemeindenamen
Seeheim-Jugenheim	großlagenfrei		Mundklingen	Seeheim
Alsbach-Hähnlein	Rott	Auerbach	Schöntal	Alsbach
Auerbach	Rott	Auerbach	Höllberg Fürstenlager Alte Burg	Auerbach Zwingenberg
Zwingenberg	Rott	Auerbach	Alte Burg Steingeröll	Zwingenberg
Schönberg	Rott	Auerbach	Herrwingert Fürstenlager	Schönberg Auerbach
Bensheim Bensheim	Rott Wolfsmagen	Auerbach Bensheim	Fürstenlager Hemsberg Kalkgasse Kirchberg Paulus Streichling	Auerbach Bensheim
Zell	Wolfsmagen	Bensheim	Streichling Hemsberg	Bensheim Bensheim
Gronau	Wolfsmagen	Bensheim	Hemsberg	Bensheim
Heppenheim	Schloßberg	Heppenheim	Steinkopf Stemmler Centgericht Eckweg Maiberg	Heppenheim
Unter Hambach	Schloßberg	Heppenheim	Maiberg Stemmler Steinkopf	Heppenheim
Erbach	Schloßberg	Heppenheim	Maiberg	Heppenheim
Roßdorf	großlagenfrei		Roßberg	Roßberg
Dietzenbach	großlagenfrei		Wingertsberg	Dietzenbach
Brensbach	großlagenfrei		Heilige Tanne	Brensbach
Klein-Umstadt	großlagenfrei		Stachelberg	Klein-Umstadt
Kleestadt	großlagenfrei		Stachelberg	Klein-Umstadt
Heubach	großlagenfrei		Herrnberg	Groß-Umstadt
Groß-Umstadt	großlagenfrei		Herrnberg	Groß-Umstadt
Groß-Umstadt	großlagenfrei		Steingerück	Groß-Umstadt
Stand: Oktober 2004	Quelle: Weinbaukartei des Landes Hessen beim RP-Darmstadt, Dezernat Weinbauamt Eltville			

Landschaftsschutzgebiete in den hessischen Weinbaugebieten

1. Rechtliche Grundlagen

Nach dem Bundesnaturschutzgesetz werden die Länder aufgefordert, den Schutz, die Pflege und die Entwicklung besonders wertvoller Teile von Natur und Landschaften sicherzustellen. Hierzu gehören die Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Naturdenkmäler, geschützte Landschaftsbestandteile, Nationalparks, Biosphärenreservate und Biotopverbundflächen.

Im neuen digitalen Weinbaustandortatlas Hessen sind die Landschaftsschutzgebiete dargestellt. Der Bereich der Naturschutzgebiete kann in dieser Darstellung vernachlässigt werden, da nur kleinere Teile in den hessischen Weinbaugebieten davon betroffen sind. In den Bereichen, in denen die Naturschutzgebiete über dem Bereich der abgegrenzten Weinbaugebiete liegen, hat der Weinbau leider keine Bedeutung mehr. Hier ist der Weinbau meistens bereits aufgegeben worden. Hauptsächlich sind dies die Gebiete zwischen der Ruine Ehrenfels und Assmannshausen sowie der Bereich um Lorch und Lorchhausen und in den aufgegebenen Bereichen des Weikersberges bei Kiedrich. An der Hessischen Bergstraße finden wir auch nur im Bereich der extremen Steillagen Überlagerungen, die bei dieser Betrachtung vernachlässigt werden können.

Im nachfolgenden Text soll hauptsächlich der Bereich der Landschaftsschutzgebiete angesprochen und erörtert werden, da diesen Bereichen eine größere Bedeutung zukommt.

Diese Gebiete werden im Naturschutzgesetz wie folgt definiert:

- 1) Landschaftsschutzgebiete sind rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, in denen ein besonderer Schutz der Natur und Landschaft
• zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturschutzes oder der Nutzungsfähigkeit der Naturgüter,
• wegen der Vielfalt, Eigenart oder Schönheit des Landschaftsbildes,
• wegen ihrer besonderen Bedeutung für die Erholung erforderlich ist.
- 2) In einem Landschaftsschutzgebiet sind unter besonderer Beachtung des Paragraphen 1 Absatz 3 des Bundesnaturschutzgesetzes und nach Maßgabe der Rechtsverordnung nach Paragraph 16 alle Handlungen verboten, die den Charakter des Gebietes verändern, das Landschaftsbild beeinträchtigen oder dem besonderen Schutzzweck zuwiderlaufen.

Das Verfahren für die Ausweisung eines Landschaftsschutzgebietes ist dem der Ausweisung von Naturschutzgebieten ähnlich. Antragsberechtigt ist grundsätzlich jeder mündige Bürger. Nach dem Antrag wird die Schutzwürdigkeit durch ein wissenschaftliches Gutachten überprüft und ggf. festgestellt. Die schutzwürdigen Bereiche werden je nach Schutzziel, z. B. Trockenstandorte o. ä., in eine Karte übertragen. Auf der Grundlage des Gutachtens und der Kartierung wird ein Verordnungsentwurf erstellt.

Zu diesem Verordnungsentwurf findet eine schriftliche Anhörung statt. Zu Stellungnahmen

* Dipl.-Ing. C. Presser (e-mail: c.presser@rpd.hessen.de), Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbauamt Eltville, Wallufer Straße 19, D-65343 Eltville.

werden die Naturschutzverbände sowie die „Träger öffentlicher Belange“ gehört. Das sind alle von der beabsichtigten Unterschutzstellung betroffenen Behörden und Institutionen. Hierzu zählen z. B. die Gemeinden, Landkreise, die Weinbauverbände und das Dezernat Weinbauamt mit Weinbauschule Eltville. Die Gemeinden machen den Verordnungsentwurf in der Regel öffentlich bekannt, damit auch die betroffenen Eigentümer oder Nutzungsberechtigten über das Vorhaben informiert werden und eventuelle Bedenken oder Anregungen äußern können.

Nach der schriftlichen Anhörung setzt das Regierungspräsidium Darmstadt einen mündlichen Erörterungstermin fest. Hier können alle Beteiligten bzw. Betroffenen nochmals ihre Vorstellungen zu der Schutzgebietsausweisung vortragen. Die Naturschutzverwaltung wägt im Anschluss an den Termin alle Erfordernisse des Schutzzweckes ab und entscheidet abschließend über den Verordnungsinhalt und die endgültige Abgrenzung. Die Verordnung wird dann im Staatsanzeiger für das Land Hessen verkündet und tritt danach für jeden verbindlich in Kraft.

2. Ziele und Regeln der Ausweisung von Landschaftsschutzgebieten

Ziel ist es, nach den vorgenannten rechtlichen Grundlagen und Instrumentarien bestimmte Flächen als Schutzgebiete auszuweisen und damit ihre Erhaltung als ökologisch wertvolle Gebiete innerhalb des geplanten flächendeckenden Biotopverbundsystems zu sichern.

Sie dienen dem Schutz wildlebender Tiere und wildwachsender Pflanzen in ihren natürlichen Lebensräumen und Lebensgemeinschaften. Hier können Flächen als weitergehende Bereiche dann auch als Naturschutzgebiete ausgewiesen werden. Hierauf soll aber an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Die Ziele sind in dem rechtlichen Bereich klar definiert und dienen dem Zweck, die Landschaft zu erhalten. Somit muss versucht werden, eine Verbindung zwischen der Erhaltung der landschaftsprägenden Elemente, der Artenvielfalt im Bereich der Pflanzen und Tiere sowie dem Weinbau zu schaffen.

Diese Ziele kann man nur erreichen, wenn bestimmte Regeln eingehalten werden. Grundsätzlich sieht eine Verordnung keine in die normale Bewirtschaftung eingreifenden Verbote vor. Sie zählt verschiedene Maßnahmen und Handlungen auf, die nur mit Genehmigungen zulässig sind. Je

nach Schutzzweck kann es sich dabei um folgende Maßnahmen handeln:

- Errichtung und Änderung von Bauwerken, z. B. Weinbergshäuschen, Zäune etc.
- Aufbringen von größeren Mengen Erdreich
- Beschädigung oder Beseitigung von Hecken, Gebüsch und Bäumen
- Umbruchverbot von Grünland
- Maßnahmen im Bereich von Waldaußenrändern
- und einige weitere, die aber im Weinbau nicht von Bedeutung sind.

Eine Genehmigung für eine dieser Maßnahmen kann nur erteilt werden, wenn dadurch der Charakter des Gebietes nicht verändert, das Landschaftsbild nicht beeinträchtigt oder der Bestand des Schutzzweckes nicht gefährdet wird. Durch die Auflagen, die sich durch die Ausweisung eines Landschaftsschutzgebietes für Betroffene ergeben, entstehen in der Regel keine Entschädigungsansprüche. Denn die Einschränkungen halten sich in einem Rahmen, der nach der Sozialverträglichkeit des Eigentums den Nutzungsberechtigten zugemutet werden kann.

In den Bereichen der Landschaftsschutzgebiete in Hessen, die hauptsächlich weinbaulich genutzt

werden, entsteht lediglich ein Zielkonflikt im Beiseitigen von Hecken in Kernweinbaugebieten.

Die Genehmigungsanträge im Bereich von Erdauffüllungen konnten weitgehend entschärft werden, da die Winzer z. B. beim Erosionersatz nur noch eine Anzeige über das Weinbauamt mit Weinbauschule Eltville abgeben und keine komplizierten Bauanträge mehr stellen müssen. Begründet ist dies darin, dass zu einer guten fach-

lichen Praxis auch ein gewisser Bodenersatz in den Weinbergen nach dem Abräumen des Aufwuchses gehört. Dieser Sachverhalt konnte über die konstruktive Zusammenarbeit aller Betroffenen erzielt werden.

An dieser Stelle soll als gesonderter Punkt noch auf die Biotope nach Paragraph 15 d des Hessischen Naturschutzgesetzes eingegangen werden, da diese eine Besonderheit darstellen.

3. Biotope nach Paragraph 15 d des Hessischen Naturschutzgesetzes

Versteckte Biotope genießen den Schutz im Sinne des Paragraphen 15 d des Hessischen Naturschutzgesetzes. Diese Flächen sind allein aufgrund ihrer Qualität geschützt und nicht durch eine besondere Verordnung, wie z. B. Naturschutz- oder Landschaftsschutzgebiet.

Diese geschützten Bereiche sind in der Örtlichkeit nicht durch ein Schild oder Ähnliches gekennzeichnet und somit für einen unerfahrenen Betrachter oft schwer als ein schützenswerter Bereich erkennbar.

Unter anderem gehören hierzu Sümpfe, Röhrichte, Verlandungsbereiche, Altarme, Teiche, Tümpel, Quellbereiche, naturnahe Bachabschnitte, natürliche Geröllhalden, Zwerg- und Wacholderstrauchheide, Borstgras und Trockenrasen, Trockenmauern, Hecken und landschafts-

prägende Bäume sowie Feucht- und Nasswiesen, Wälder und Gebüsch, trockenarme Standorte, Hohlwege, und ab einer gewissen Größenordnung auch Streuobstbestände. Auch können alte aufgelassene Kleingärten mit alten Spalierobstsorten zu diesen Bereichen gehören.

Die Aufzählung hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit und beinhaltet nur verschiedene Biotopformen, die in den hessischen Weinbaugebieten vorkommen und teilweise Bedeutung haben.

Sofern solche Biotopformen durch weinbauliche Erweiterungen berührt werden sollten, ist eine Befreiung dieser Bestimmungen des Paragraphen 15 d des Hessischen Naturschutzgesetzes durch die Obere Naturschutzbehörde, Regierungspräsidium Darmstadt, erforderlich.

4. Konflikte

Sofern es sich bei einer Erweiterung von Weinbauflächen innerhalb der hessischen Weinbaugebiete nicht um Reb- oder Ackerflächen handelt, sondern etwa um Wiesenflächen, Brachen, Sukzessions- oder Gebüschflächen, die nicht nach Paragraphen 15 d des Hessischen Naturschutzgesetzes geschützt sind, bedarf es einer naturschutzrechtlichen Eingriffsgenehmi-

gung durch die Untere Naturschutzbehörde. Diese Genehmigungen sind gebührenpflichtig und werden an eine Ausgleichsmaßnahme gekoppelt, da Erweiterungen auf solchen Flächen nach dem Naturschutzgesetz Eingriffe darstellen, die ausgleichspflichtig sind. Sollten diese Eingriffe nicht ausgleichbar sein, werden solche Maßnahmen von der Unteren Naturschutzbehörde abgelehnt.

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass sich zwischen den Winzern und den genehmigenden Behörden teilweise unterschiedliche Auffassungen und Bewertungen entwickelt haben und so Eingriffe erfolgen, die nicht als solche von der Winzerschaft bewertet oder angesehen werden. Besonders wenn es sich um Standorte innerhalb der geschlossenen Kernweinbaufläche handelt, die über einen gewissen Zeitraum als unbestockte Rebfläche innerhalb der hessischen weinrechtlichen Abgrenzungen gelegen war, entstehen Konflikte. Oft sind jedoch Eingriffe oder Veränderungen bereits durchgeführt, und es sind nicht reversible Schäden entstanden. Dies führt oft zu Konflikten, da auf der einen Seite die sehr restriktiv weinbaulich abgegrenzte Fläche steht, die möglichst dem Weinbau auch weiterhin zur Verfügung stehen sollte. Auf der anderen Seite steht die Erhaltung und Ausweitung von Biotopvernetzungs-systemen. Zusätzlich werden die Probleme in den nächsten Jahren noch verstärkt werden, da die Zeit der Wiederbepflanzungsmöglichkeit im geltenden Europäischen Weinrecht von acht Jahren auf dreizehn Jahre heraufgesetzt wurde. Auch änderte man das „Flächenprinzip“ zum „Betriebsprinzip“. Somit kann ein Betrieb aus weinbaulicher Sicht alle Flächen, die innerhalb der hessischen weinrechtlichen Abgrenzung liegen, weinbaulich nutzen. Dies kann in einigen Fällen dem Naturschutz entgegenstehen. Dieser Eingriff könnte unter Umständen, wenn er von der Naturschutzbehörde festgestellt wurde, zu einer nicht unerheblichen Strafe führen. Zusätzlich wird nach der Eingriffs-/Ausgleichsverordnung ein bestimmbarer Ausgleich gefordert.

Als zusätzliches Konfliktpotenzial steht das Ziel der Weinbaupolitik, die hochwertigen Weinbergslagen in den Steillagen zu erhalten bzw. wieder einer weinbaulichen Nutzung zuzuführen. Hieran sind zwar teilweise auch die Naturschützer interessiert, da ein umweltschonender Weinbau auch Lebensräume für schützenswerte Tiere und Pflanzen darstellt. Hier

kann auch als Beispiel die alte Reptilienkartierung des Bundes (60er Jahre) angeführt werden, die deutlich macht, dass die aufgegebenen Weinbergslagen in den Steilhängen des Engtals des Rheins heute fast keinen Lebensraum mehr für Reptilien darstellen, da diese verbuscht sind. Dies ist ein Beweis, dass auch eine weinbauliche Nutzung Teil eines Biotopverbundes sein kann und den Lebensraum für wärmeliebende Reptilien sichert.

Daneben werden auch die Siedlungsbereiche, Straßen-, ICE-Trassenbau und die Versiegelung von Flächen zu einem immer größeren Problem. Flächen sind nicht vermehrbar, und es muss jeweils abgewogen werden, welche Nutzungsart Priorität genießen soll. Bei der Entscheidung müssen alle Aspekte berücksichtigt werden. Die Erhaltung der Kulturlandschaft im Bereich der beiden hessischen Weinbaugebiete dient einmal der Erhaltung von Arbeitsplätzen sowie der Tradition des Weinbaus mit einem Bezug zur Natur und gleichzeitig der Erhaltung vieler sensibler Bereiche. Die Anpassung der weinbaulichen Flurbereinigung sei an dieser Stelle erwähnt. Im gleichen Zug ist ebenfalls darauf hinzuweisen, dass auch die Bereitschaft der Winzer, auf freiwilliger Basis einen umweltschonenden Weinbau ohne finanzielle Ausgleichszahlungen zu betreiben, umgesetzt wurde. Auf der anderen Seite steht das Entgegenkommen der Naturschützer z. B. ein vereinfachtes Verfahren bei der Erdauffüllung zu akzeptieren.

Abschließend ist festzustellen, dass es das Ziel aller Beteiligten ist und auch in der Zukunft sein muss, eine Synopse aus Erhaltung der Kulturlandschaft mit Weinbau und Biotopflächen zu erzielen. Es muss ein Aufeinanderzugehen in allen Bereichen sein. Aus diesem Grunde wird zum Beispiel zurzeit das Landschaftsschutzgebiet Taunus neu ausgewiesen, um alle Belange auch in der Zukunft sicher zustellen. Das vorrangige Ziel der geplanten Landschaftsschutzgebietsverordnung ist die Erhaltung der durch die weinbauli-

che und landwirtschaftliche Nutzung geprägten Kulturlandschaft.

Langfristiger Landschaftsschutz kann nur gelingen, wenn die „Landschaft“ auch weiterhin

ein Zusammenspiel aus allen Bereichen der Natur, des Weinbaus, der Landwirtschaft, der Siedlungsbereiche und der Naherholung darstellt.

5. Verzeichnis der zitierten Gesetze und Verordnungen

Bundesnaturschutzgesetz vom 25. März 2002, BGBl. Nr. 22: 1193 ff.

Hessisches Naturschutzgesetz vom 19. September 1980, GVBl. I., S. 309, in der Fassung vom 16. April 1996, GVBl. I: 145.

Hessische weinrechtliche Abgrenzungsverordnung vom 14. Juni 1983, GVBl. I: 78.

Wasserschutzgebiete im Rheingau

1. Einleitung

Etwa 95 % des hessischen Trinkwassers werden aus dem Grundwasser entnommen. Das Grundwasser gilt als das für die Trinkwasserversorgung am besten geeignete Wasser, da es frei von gesundheitsgefährdenden Eigenschaften ist (Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.V. 1975). Durch den Eintrag von verunreinigenden Substanzen (z. B. Mineralöl, Nitrat, Rückstände von Pflanzenschutzmitteln) besteht jedoch die Gefahr der Qualitätsminderung, welche nur in begrenztem Umfang durch technische Maßnahmen wieder beseitigt werden kann. Zum Schutz des Grundwassers und zur Sicherung der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung sieht der Gesetzgeber deshalb die Einrichtung von Wasserschutzgebieten vor. Entsprechende Wasserschutzgebietsverordnungen sollen durch Bewirtschaftungsauflagen sowie Beschränkungen

der gewerblichen und landwirtschaftlichen Nutzung dafür sorgen, dass das Grundwasser möglichst frei von schädlichen Einflüssen bleibt.

Durch die Verschiedenartigkeit landwirtschaftlich und Weinbaulich genutzter Standorte kann es durch starre, einheitlich gefasste Vorschriften jedoch zu Zielkonflikten zwischen der Sicherung der Qualität des Grundwassers und der Erzeugung qualitativ einwandfreier landwirtschaftlicher Produkte kommen. Im Rheingau sind insbesondere Weinbauflächen hiervon betroffen. Die freiwillige Kooperation „grundwasserschutzorientierter Weinbau“ zwischen den Winzern und den Wasserwerksbetreibern bietet deshalb die Möglichkeit, durch standortangepasste Bewirtschaftungsmaßnahmen qualitativ hochwertige Weine bei gleichzeitig höchstmöglichem Schutz des Grundwassers zu produzieren.

2. Wasserschutzgebiete im Rheingau

Der Rheingau ist eine in Jahrhunderten gewachsene Kulturlandschaft. Sein landschaftlicher Reiz sowie seine Lage direkt vor den Toren des Ballungsraumes Rhein-Main machen ihn zu einem bevorzugten Wohngebiet. Hierdurch bedingt ist die Bevölkerung im Rheingau in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen. Dementsprechend musste auch die Zahl der Trinkwassergewinnungsanlagen zu deren Versorgung ausgeweitet werden. Die Einzugsbereiche der Brunnen wurden als Wasserschutzgebiete ausgewiesen bzw. befinden sich im Ausweisungsverfahren. Nach Abschluss dieser Verfahren werden sich ca. 30 % der Fläche des Rheingaus in Wasserschutzgebieten befinden.

Folgende Wasserschutzgebiete waren zum Zeitpunkt 1. Sept. 2000 bereits festgelegt (pers. Mitteilung RP Darmstadt):

- I** Tiefbrunnen **Abtswald** und **Klingelgraben**, Gemarkung Johannisberg
- II** Tiefbrunnen II („**Vollradser Allee**“), Stadt Oestrich-Winkel
- III** Tiefbrunnen **Marienthal I**, Gemarkungen Geisenheim und Johannisberg
- IV** Tiefbrunnen **Marienthal II** und **Grundscheidstollen** der Stadt Geisenheim, Gemarkungen Geisenheim, Johannisberg und Stephanshausen
- V** Tiefbrunnen **Pfingstbachtal I** der Stadt Oestrich-Winkel, Gemarkung Oestrich

* Dipl. Ing.-agr. J. Grimm, Grundgasse 3, D-55278 Mommenheim.

Tiefbrunnen **Pfingstbachtal II** der Stadt Oestrich-Winkel, Gemarkung Mittelheim
VI Brunnen **I–V** der Stadt Eltville, Gemeinde

Erbach

Die Notwendigkeit der Ausweisung von Wasserschutzgebieten wird mit dem Vorkommen von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln im Rohwasser der Trinkwassergewinnungsanlagen begründet (Staatsanzeiger für das Land Hessen, 25. März 1996). Insbesondere für Säuglinge bedeutet dies eine hohe gesundheitliche Gefährdung, da hierdurch die Bluterkrankung Methämoglobinämie (Blausucht) verursacht werden kann. Zudem steht Nitrat im Verdacht, im menschlichen Körper zu

Nitrosaminen umgewandelt zu werden, welche als krebserregend gelten (TOUSSAINT 1989).

Der gesetzlich festgelegte Grenzwert für Nitrat im Trinkwasser liegt deshalb bei 50 mg NO₃/ Liter (EG-Nitratrichtlinie 91/676/EWG vom 12.12.1991) und wird in ca. 1/3 der Brunnen im Rheingau überschritten. Der Gesetzgeber geht davon aus, dass ein Großteil der Nitratbelastung im Grundwasser aus Rückständen der Düngung in Landwirtschaft und Weinbau herrührt. In den Wasserschutzgebietsverordnungen wird daher ein besonderes Augenmerk auf die Regelung der landwirtschaftlichen Produktion in der Weise gelegt, dass Nitrat austräge in das Grundwasser verhindert werden.

3. Methodik der Ausweisung von Wasserschutzgebieten

Wasserschutzgebiete dienen der Erhaltung und dem Schutz der Beschaffenheit des zur öffentlichen Wasserversorgung genutzten Grundwassers (§ 19 Abs. 1 Nr. 2 WHG). Die Verwaltungsvorschriften für die Festsetzung von Wasserschutzgebieten sind im Einzelnen im Staatsanzeiger für das Land Hessen vom 25. März 1996 aufgeführt. Im Folgenden soll deshalb nur auf die wesentlichen Punkte eingegangen werden.

Wesentliche Grundlage für die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes ist die bodenkundliche Kartierung der dafür vorgesehenen Flächen. Diese erfolgt unter dem Gesichtspunkt der potenziellen Nitrataustragsgefährdung. Diese kann näherungsweise durch folgende Beziehung definiert werden:

$$\text{pot. Austragsgefährdung} = \frac{\text{Sickerwassermenge (mm)}}{\text{Feldkapazität (mm/dm)} \times \text{Tiefe des Wurzelraumes (dm)}}$$

Da Nitrat im Boden nicht gebunden wird, kann es mit dem Sickerwasser durch die wasserführenden Bodenschichten in das Grundwasser gelangen. Als Sickerwasser wird dabei der Wasserbilanzüberschuss aus der Differenz von Niederschlägen und Evapotranspiration bezeichnet. Seine Durchflussgeschwindigkeit wird von

der Feldkapazität eines Bodens, d.h. dessen Fähigkeit, Wasser in den Bodenporen des Wurzelraumes zu binden, bestimmt. Die Feldkapazität ist abhängig von der Bodenbeschaffenheit (z.B. Bodenart, Schichtung, Steinanteil, Humusgehalt). Je nach Tiefe des Wurzelraumes verweilt das Sickerwasser kürzer oder länger im Boden. Bei längerer Verweildauer kann potenziell auch mehr Nitrat durch Pflanzenwurzeln aufgenommen werden, sofern solche vorhanden sind. Der tatsächliche Nitrataustrag aus einem Boden ist abhängig von der potenziellen Nitrataustragsgefährdung sowie zusätzlichen kurzfristig variablen Faktoren, wie z.B. dem Witterungsverlauf oder durchgeführten Bewirtschaftungsmaßnahmen.

Bei der Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens für ein Wasserschutzgebiet werden

die Böden in Nitrataustragsgefährdungsklassen eingeteilt. Die Nitrataustragsgefährdung reicht auf einer fünfstufigen Skala von sehr gering bis sehr groß (Tab. 1).

Unter besonderen geologischen Bedingungen kann hierbei eine Höherstufung erfolgen (Hessisches Landesamt für Bodenforschung 1995). Da

Tab. 1. Bewertung der Nitrataustragsgefährdung auf der Grundlage der Feldkapazität des Wurzelraumes (FKW)

FKW [mm]	jährlicher Sickerwasserbeitrag zur Grundwasserneubildung [mm]			
	≤100	101–200	201–300	≥300
≤130	4	5	5	5
131–260	4	4	4	4
261–390	3	3	3	3
391–520	2	2	2	2
≥521	1	1	2	1

unter acker- und weinbaulich genutzten Böden eine höhere Nitrataustragsgefahr besteht, werden diese grundsätzlich eine Stufe schlechter bewertet als dies von ihrer Feldkapazität her der Fall wäre (terraplan 1999).

Auf der Grundlage der potenziellen Nitrataustragsgefährdung eines Standortes werden Ver- und Gebote für die landwirtschaftliche Nutzung in einem Wasserschutzgebiet erlassen. Diese können von der ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung bis zum Nutzungsverbot reichen. Sie sind in der Musterwasserschutzgebietsverordnung aufgeführt und sollen für das jeweilige Schutzgebiet standortgerecht angepasst werden (Staatsanzeiger für das Land Hessen, 25. März 1996).

Die Gefahr der qualitativen Beeinträchtigung des zu entnehmenden Wassers nimmt in der Regel mit zunehmender Entfernung des Gefahrenherdes von der Wassergewinnungsanlage ab. Deshalb wird ein Wasserschutzgebiet in verschiedene Zonen eingeteilt (Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.V. 1975).

4. Bedeutung der Wasserschutzgebiete für den Weinbau

In den Wasserschutzgebietsverordnungen sind die Bewirtschaftungsaufgaben für den Weinbau in Wasserschutzgebieten differenziert aufgeführt.

Diese gliedern sich wie folgt:

Zone III: Weitere Schutzzone

Die Zone III soll den Schutz des Grundwassers vor weitreichenden Beeinträchtigungen gewährleisten. Insbesondere soll der Eintrag nicht oder nur schwer abbaubarer Verunreinigungen verhindert werden. Die Zone III reicht von der Grenze des Einzugsgebietes einer Wassergewinnungsanlage bis zur Außengrenze der Zone II. Sie kann bei Bedarf in die Bereiche III A und III B unterteilt werden.

Zone II: Engere Schutzzone

Die Zone II soll Schutz vor Verunreinigungen und Beeinträchtigungen gewährleisten, die durch menschliche Tätigkeiten und Einrichtungen verursacht werden und wegen ihrer Nähe zur Wassergewinnungsanlage besonders gefährlich sind. Sie reicht von einer Linie, von der aus das Wasser etwa 50 Tage bis zum Eintreffen in der Fassungsanlage benötigt bis zur Grenze der Zone I.

Zone I: Fassungsbereich

Die Zone I soll den Schutz der unmittelbaren Umgebung der Fassungsanlage vor Verunreinigungen und sonstigen Beeinträchtigungen gewährleisten. Sie dehnt sich vom Brunnen ausgehend allseitig ca. zehn Meter bis zur Grenze der Zone II aus.

Entsprechend den Schutzgebietszonen sind die Bewirtschaftungsaufgaben in einer Wasserschutzgebietsverordnung gestaffelt. In der Zone III gelten allgemeine Ver- und Gebote. Diese werden für die Zone II durch zusätzliche Auflagen ergänzt. Der innere Fassungsbereich einer Wassergewinnungsanlage befindet sich meist im Besitz des Wasserwerksbetreibers. Er ist gegen unbefugtes Betreten durch Einzäunung geschützt.

Diese erstrecken sich auf die Bereiche Düngung, Bodenpflege, Pflanzenschutz und Dokumentation. Sie besitzen allgemeine Gültigkeit und

müssen auf jedem Weinbaulichen Standort gleich gehandhabt werden.

Wegen der Gefahr des Nitratreintrags in das Grundwasser werden insbesondere die Stickstoffdüngung und die Bodenbearbeitung streng geregelt. So darf die mineralische Stickstoffzufuhr nicht mehr als 40 kg Rein-N pro Hektar und Jahr betragen. Die Stickstoffzufuhr durch organisches Material ist auf 140 kg/ha innerhalb von drei Jahren begrenzt. Bei einem Humusgehalt von mehr als 2,5 % im Oberboden muss gemäß Musterwasserschutzgebietsverordnung § 12 jegliche Stickstoffzufuhr unterbleiben (Staatsanzeiger für das Land Hessen, 25. März 1996). Um von der Rebe nicht verwendete Restnitratmengen aus dem Grundwasser zurückzuhalten, wird oft eine ganzflächige Begrünung empfohlen. Unter optimalen Standortbedingungen sowie einem wunschgemäßen Witterungsverlauf sind das Bedingungen, mit denen die Rebe durchaus zu-rechtkommt. Kritisch wird es jedoch, wenn Stresssituationen auftreten.

Die Rebstandorte im Rheingau unterscheiden sich z. B. hinsichtlich ihres Humusgehaltes, ihrer Mineralisationsfähigkeit des organisch gebundenen Stickstoffs oder ihrer Wasserbilanz. Gerade in Trockenjahren oder auf humusarmen Standorten kann es deshalb zu einer Wasser- und Nährstoffkonkurrenz zwischen der Rebe und dem Begrünungsaufwuchs kommen. Im Extrem-

fall versorgt sich die Traube als Nährstoffsene aus den Reserven des Holzes. Wenn während der Standzeit der Rebe mehrere solche Stresssituationen vorkommen, kann dies zur vorzeitigen Alterung der Anlage und damit zu hohem wirtschaftlichem Schaden führen.

Neben den Auswirkungen auf die vegetativen Organe der Rebe steht eine suboptimale Nährstoffversorgung auch im Verdacht, die Weinqualität negativ zu beeinflussen. In den Trockenjahren Mitte der neunziger Jahre sowie nach der hohen Ernte des Jahres 1999 kam es vermehrt zu Fehlnoten im Wein, welche als UTA (untypischer Alterungston) bezeichnet werden. Herausragend bei dessen sensorischer Wahrnehmung ist die Substanz 2-Aminoacetophenon (AAP) (MÜLLER 2000). In zahlreichen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass der Gehalt an AAP umso höher ist, je niedriger der Anteil an hefeferwertbarem Stickstoff im Most liegt. (LÖHNERTZ 1997). Auf letzteren haben Düngung und Wasserhaushalt einen wesentlichen Einfluss. Die einheitlichen Regelungen der Wasserschutzgebietsverordnungen lassen keine Reaktionsmöglichkeiten auf die beschriebenen Stresssituationen zu. Im Rheingau wurde deshalb nach Lösungsmöglichkeiten gesucht, auch bei größtmöglichem Schutz des Grundwassers noch einen qualitätsorientierten Weinbau zu betreiben.

5. Kooperationsvereinbarung „grundwasserschutzorientierter Weinbau“

Der § 13 der Musterwasserschutzgebietsverordnung besagt, dass für Landwirte bzw. Winzer, die an einer Kooperationsvereinbarung mit einem Träger der öffentlichen Wasserversorgung beteiligt sind, anstatt der Ge- und Verbote der Verordnung die entsprechenden Auflagen dieser Kooperationsvereinbarung gelten. Die obere Wasserbehörde muss dieser Vereinbarung zustimmen.

Für die betroffenen Weinbaugemeinden des Rheingaus zwischen Wiesbaden und Lorchhausen wurde eine Kooperationsvereinbarung ausgearbeitet, in der standort- und nutzungsbezogene Regelungen für die Bewirtschaftung von Rebflächen unter Einbeziehung einer grundwasserschutzorientierten Beratung niedergelegt sind. So hat sich z. B. die Düngung am Bedarf der Rebe und den Nährstoffvorräten im Boden zu orien-

tieren. Begrünung und Bodenpflege können so gestaltet werden, dass die Nährstoffversorgung der Rebe gesichert bleibt. Eine ganzflächige Winterbegrünung mit dem Ziel, die Auswaschung von nach der Vegetationsperiode noch vorhandenen Restnitratmengen in das Grundwasser zu verhindern, ist vorgeschrieben.

Die Winzer sind verpflichtet, dieser Kooperation mit ihrer gesamten Betriebsfläche beizutreten. Durch diesen flächendeckenden Ansatz sind langfristig positivere Auswirkungen auf das Grundwasser zu erwarten als bei Einhaltung der Bewirtschaftungsauflagen einer Verordnung lediglich auf denjenigen Flächen, die sich in einem Wasserschutzgebiet befinden.

Seit Einführung der Kooperation „grundwasserschutzorientierter Weinbau“ im Oktober 1998 sind dieser insgesamt 375 Rheingauer

Winzer beigetreten. Diese bewirtschaften zusammen rund 2080 ha Rebfläche. Hierdurch wird gewährleistet, dass 72 % der Rebfläche zwischen Wiesbaden und Lorchhausen grundwasser-schonend bewirtschaftet werden.

In den ersten drei Jahren steht den an der Kooperation beteiligten Winzern ein Berater zur Verfügung. Träger der Beratung ist der Rheingauer Weinbauverband. Die gewässerschutzorientierte Beratung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der Forschungsanstalt Geisenheim, dem Weinbauamt Eltville, dem staatlichen Umweltamt in Wiesbaden und den Wasserwerksbetreibern. Auf der Grundlage der Daten und des Kartenmaterials des Weinbaustandortatlas kann die Planung der Düngung und der Bodenpflege optimal an die jeweiligen Standortverhältnisse angepasst werden.

6. Zusammenfassung

Der Rheingau ist ein bevorzugtes Wohngebiet in der Nähe der Wirtschaftsregion Rhein-Main. Hierdurch bedingt hat die Bevölkerungsdichte in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Dementsprechend musste auch die Zahl der Trinkwassergewinnungsanlagen zu deren Versorgung ausgeweitet werden. Um das Rohwasser dieser Anlagen vor schädlichen Einflüssen zu bewahren, werden ihre Einzugsbereiche als Wasserschutzgebiete ausgewiesen. Insbesondere soll die Nitratbelastung der Brunnen gesenkt werden. Nach Abschluss aller Verfahren werden ca. 30 % der Fläche des Rheingaus in Wasserschutzgebieten liegen.

Die in den Wasserschutzgebieten geltenden Verordnungen legen unter anderem auch eng gefasste Bewirtschaftungsauflagen für den Weinbau fest. Deren Einhaltung kann unter ungünstigen Standort- und Witterungsbedingungen negative Auswirkungen auf die Rebengesundheit und die Weinqualität zeigen. Mit der Kooperation „grundwasserschutzorientierter Weinbau“ nach § 13 der hessischen Musterwasserschutzgebietsverordnung wurde eine Lösung gefunden, durch standort- und nutzungsangepasste Regelungen einen qualitätsorientierten Weinbau auch bei größtmöglichem Schutz des Grundwassers zu gewährleisten.

7. Schriftenverzeichnis

- Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.V. (1975), Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete, I. Teil Schutzgebiete für Grundwasser.
- Hessisches Landesamt für Bodenforschung (1995): Anleitung zur Bodenkundlichen Kartierung landwirtschaftlich genutzter Flächen im Hinblick auf die potenzielle Nitrataustragsgefährdung und ihre Darstellung in Karten des Maßstabes 1:5 000 in: Staatsanzeiger für das Land Hessen, 25. März 1996: 1001–1002; Wiesbaden.
- LÖHNERTZ, O.(1997): Einfluss von Stresssituationen am Beispiel Stickstoff- und Wasserversorgung auf die Produktqualität – aktuelle Aspekte der Rebenernährung. – Geisenheimer Forum Wein; Geisenheim.
- MÜLLER, E. (2000): UTA – Stand der Erkenntnisse aus weinbaulicher Sicht. – Die Winzer-Zeitschrift, **8**: 22; Koblenz.
- terraplan (1999), Wasserschutzgebiet „Stollen Eibingen“ und „Brunnen Nothgottes“ der Stadt Rüdesheim, Bodenkundliche Kartierung und Einstufung der Nitrataustragsgefährdung für die landwirtschaftlich und weinbaulich genutzten Flächen, Erläuterungsbericht; (unveröff. Manuskript).
- TOUSSAINT, E. (1989): Landwirtschaft und Trinkwasserqualität, Veröff. der Fördergemeinschaft integrierter Pflanzenbau; Bonn.

Die direkte Sonneneinstrahlung

1. Einführung

Auch heute ist es nur im begrenzten Umfang möglich, die klimatischen Standortgrößen, die die Qualität der Trauben beeinflussen, flächendeckend darzustellen. Insbesondere ist es nur mit sehr hohem messtechnischem oder rechnerischem Aufwand möglich, die für die Qualitätsbildung wesentlichen Tages- und Jahresgänge der Temperatur in Abhängigkeit von der Geländeform zu beschreiben. Daher war man mit Beginn der klimatischen Standortbewertung darum bemüht, den an der Nordgrenze des Weinbaus für das Wachstum der Reben so wesentlichen Wärmehaushalt mit leicht erfassbaren Größen zu bestimmen. Bereits in der ersten Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete (ZAKOSEK et al. 1967) wird die astronomisch maximal mögliche Strahlungsmenge über die gesamte Vegetationszeit von April bis Oktober kartenmäßig in Abhängigkeit von Exposition und Neigung dargestellt. Diese Verfahrensweise kann damit begründet werden, dass die Temperatur an einem Standort von der Menge der auf den Erdboden auftreffenden Sonnenstrahlen be-

einflusst wird. Der Boden oder die Vegetationsdecke bilden die Umsatzfläche für die Sonneneinstrahlung und können die so zugeführte Wärme an die darüber liegende Luft- und Pflanzenschicht weitergeben. Standorte, die in einem günstigen Winkel zur Sonneneinstrahlung stehen, heizen sich somit schneller auf als ungünstig gelegene Standorte.

Die direkte Sonneneinstrahlung wird aber nicht nur von astronomischen Kenngrößen bestimmt. Die stündliche prozentuale Sonnenscheindauer, die Trübung der Atmosphäre und die Horizontabschirmung beeinflussen ebenfalls das Energieangebot, das den Standorten durch die Sonneneinstrahlung zufließt. Das so genannte Offenbacher Bewertungsverfahren (BRANDTNER 1973) schließt diese Einflüsse in die Berechnung der Strahlung mit ein. Langjährige Messwerte der Lufttrübung und der Sonnenscheindauer (1951–1980) in den verschiedenen Regionen des Bundesgebietes führen zu weiteren Verbesserungen in der Strahlungsberechnung.

2. Das Modell zur Berechnung der direkten Sonneneinstrahlung

2.1 Theoretische Grundlagen

Nur die Strahlungsbilanz (Q) eines Standortes liefert einen exakten Hinweis auf die Wärmegunst eines Standortes (Gleichung 1). Sie ist die Gesamtsumme aller kurz- und langwelligen Strahlungsflüsse am Boden. Positive Werte kennzeichnen Strahlungsgewinne, negative Werte

Strahlungsverluste. Messungen bzw. Berechnungen sind nur für wenige Standorte möglich, da bei der Gesamtbilanz auch die Bodenverhältnisse und der Bewuchs berücksichtigt werden müssen. Deshalb wird zur Berechnung der Wärmegunst eines Standortes allein die direkte Sonnen-

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

einstrahlung verwendet, weil diese sich unabhängig von den Verhältnissen des Untergrundes für jeden Standort in Abhängigkeit von Hangrichtung und -neigung ermitteln lässt.

Die Voraussetzung für diese Vorgehensweise ist, dass sich über längere Zeiträume in unseren Breiten die Werte der Energieaufnahme durch die diffuse Himmelsstrahlung (D) und Gegenstrahlung der Atmosphäre (G) mit denen der durch Reflexstrahlung (R_k) und Ausstrahlung (A) bedingten Energieabgabe weitgehend decken. Infolgedessen hebt sich aus der Strahlungsbilanzgleichung

$$Q = I + D + G - R_k - A \quad (1)$$

nur die direkte Sonneneinstrahlung (I) als standortdifferenzierender Faktor heraus. Für längerfristige Betrachtungen über eine gesamte Vegetationsperiode ist diese Vorgehensweise berechtigt (HOPPMANN 1978). So wird das der jeweiligen Flächenexposition entsprechende Energieangebot aus der direkten Sonneneinstrahlung in Joule/cm² für jede einzelne Stunde eines jeden Tages der Vegetationsperiode (1. April bis 31. Oktober) in Abhängigkeit von der mittleren prozentualen stündlichen Sonnenscheindauer berechnet. Dieses Verfahren lässt die lagebedingten Unterschiede in den einzelnen Tages- und Jahreszeiten deutlich hervortreten und gibt die Möglichkeit, die tageszeitliche Verteilung der Bewölkung zu berücksichtigen, die die Standorte klimatisch weiter differenziert. Bewölkung und Sonnenscheindauer sind eng miteinander korreliert.

2.2 Berechnungen zur direkten Sonneneinstrahlung mit unterschiedlichen Trübungs-faktoren und der Einfluss von Hangneigung und Exposition

Im ursprünglichen Modell zur Berechnung der direkten Sonneneinstrahlung (BRANDTNER 1973) wird der Faktor der atmosphärischen Trübung (T_m) konstant mit dem Wert 3.0 über die ge-

Die Grundlage zur Berechnung der direkten Sonneneinstrahlung (I) bildet folgende Gleichung:

$$I = I_0 \times \exp(-a_m T_m) \times \sin \beta \quad (2)$$

wobei (I) die maximal mögliche Sonneneinstrahlung ohne Berücksichtigung der Bewölkung nach dem Passieren der Lufthülle, (I_0) die Strahlungsintensität der Sonnenstrahlung an der Obergrenze der Atmosphäre (Solarkonstante), (a_m) der Transmissionskoeffizient der Atmosphäre (in Abhängigkeit von der Schichtdicke der Atmosphäre m), (T_m) der Trübungs-faktor der Atmosphäre und (β) der Winkel zwischen den Sonnenstrahlen und der Bezugsfläche bedeuten. Der Winkel (β) ist über eine trigonometrische Beziehung von der geographischen Breite (ϕ), der Sonnendeklination (δ), dem Stundenwinkel (T), der Hangrichtung (α) und der Hangneigung (ν) wie folgt abhängig:

$$\sin \beta = (\sin \phi \times \cos \nu - \cos \phi \times \sin \nu \times \cos \alpha) \times (\sin \delta + (\cos \phi \times \cos \nu + \sin \phi \times \sin \nu \times \cos \alpha) \times \cos \delta \times \cos T + \sin \nu \times \sin \alpha \times \cos \delta \times \sin T) \quad (3)$$

Die tatsächliche Sonneneinstrahlung (STRA) unter Berücksichtigung der Bewölkung wird wie folgt berechnet:

$$STRA = I \times (SS / SS_{max}) \quad (4)$$

Darin bedeuten SS die tatsächliche Sonnenscheindauer und SS_{max} die maximal mögliche Sonnenscheindauer.

samte Vegetationszeit angenommen. Diese Berechnung bildet zurzeit noch die Grundlage für die geländeklimatische Bewertung von Weinbergslagen nach dem Weinwirtschaftsgesetz.

Tab. 1. Mittlere monatliche Trübungsfaktoren T_m (Met. Observatorium Hamburg)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
T_m	3,7	4,1	4,6	5,0	5,1	6,0	6,2	5,8	5,5	4,2	3,7	3,6

Langjährige Messungen des Trübungsfaktors durch das Meteorologische Observatorium Hamburg führen aber zu den monatlichen Mittelwerten in Tab. 1.

Der Trübungsfaktor ist ein Maß für die gesamte Schwächung der direkten Sonneneinstrahlung beim Durchlaufen der Atmosphäre, da er die Extinktion durch alle Luftbeimengungen, also Aerosolpartikel und Spurengase, einschließlich Was-

serdampf erfasst (KASTEN 1984: 28 f.). In der nachfolgenden Betrachtung werden Berechnungen mit den bisher verwendeten und den neuen oben angegebenen Trübungsfaktoren gegenübergestellt.

An der Station Geisenheim wurde bei 50° geographischer Breite für die acht Haupthimmelsrichtungen N, NE, E, SE, S, SW, W und NW mit jeweils vier Hangneigungen 5, 10, 15, 20 und 25

Tab. 2. Vergleich des Energiegewinns aus der direkten Sonneneinstrahlung ($\text{kJoule}/\text{cm}^2/\text{Vp}$) mit alten und neuen Trübungsfaktoren T_m

Vp : Vegetationsperiode (01.04.–31.10.)

Geisenheim (1951–1980)

Hangneigung	kJoule/($\text{cm}^2 \times \text{Vp}$)			Hangrichtung			T_m (alt)		
	N 0°	NE 45°	E 90°	SE 135°	S 180°	SW 225°	W 270°	NW 315°	
0°	207	207	207	207	207	207	207	207	
5°	196	199	206	214	216	214	207	200	
10°	183	189	204	218	224	219	204	190	
15°	169	178	200	221	230	223	202	179	
20°	154	166	195	223	234	225	197	167	
25°	138	152	189	224	238	226	192	154	

Hangneigung	kJoule/($\text{cm}^2 \times \text{Vp}$)			Hangrichtung			T_m (neu)		
	N 0°	NE 45°	E 90°	SE 135°	S 180°	SW 225°	W 270°	NW 315°	
0°	160	160	160	160	160	160	160	160	
5°	151	154	160	166	168	166	160	155	
10°	141	146	158	169	174	170	158	146	
15°	130	137	155	172	179	173	156	138	
20°	118	128	151	174	182	175	152	128	
25°	105	116	146	175	185	176	148	116	

Grad insgesamt 40 Strahlungsberechnungen mit den niedrigen und höheren Trübungs-faktoren durchgeführt (Tab. 2).

Die dabei berücksichtigte mittlere stündliche prozentuale Sonnenscheindauer entstammt der Datenreihe 1951–1980 (Tab. 3). Ziel dieses Vergleiches ist es, den Einfluss der unterschiedlichen Trübungs-faktoren auf die Berechnungen darzustellen, da das für die Weinbergseignung verwendete Strahlungsmodell nach BRANDTNER (1973) von einem konstanten Trübungs-faktor von 3,0 ausgeht.

Aus den Ergebnissen (Tab. 2) lässt sich deutlich erkennen, wie sich die veränderten Trübungs-werte auf die Berechnungen auswirken. Im Mittel liegt das Energieangebot aus der direkten

Sonneneinstrahlung bei höherer Trübung (neue Werte) um 45,5 kJoule/(cm² × Vp) niedriger als bei geringerer atmosphärischer Trübung (alte Werte). Die Einzeldifferenzen schwanken zwischen 36 und 52 kJoule/(cm² × Vp), wobei sich eine klare Abhängigkeit zur Exposition ergibt. Der Unterschied nimmt beispielsweise zwischen Süd- und Nordhang mit steilerer Hangneigung zu. Da in den Strahlungskarten diese neuen Trübungs-faktoren verwendet werden, sind diese Unterschiede zu berücksichtigen, wenn man die Ergebnisse mit den nach dem Weinwirtschafts-gesetz geforderten Energiezahlen in Beziehung setzt.

Die Tab. 2 vermittelt auch einen Überblick über die Unterschiede im Strahlungshaushalt bei

Tab. 3. Mittlere stündlich prozentuale Sonnenscheindauer in Promille [‰]

Geisenheim (1951–1980)

MOZ	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
Apr	0	0	17	223	412	488	541	543	553	559	548	525	500	461	351	95	0	0
Mai	0	2	158	420	495	535	566	584	580	565	580	562	538	498	458	333	45	0
Jun	0	5	254	464	538	552	555	558	554	538	550	540	510	496	465	389	119	0
Jul	0	4	186	425	511	548	570	576	567	553	565	569	520	501	469	385	73	0
Aug	0	0	34	276	470	536	581	602	612	602	589	558	535	490	422	199	3	0
Sep	0	0	0	57	278	447	523	564	585	576	575	541	499	448	235	13	0	0
Okt	0	0	0	1	54	177	273	341	397	421	431	435	384	235	20	0	0	0

Wiesbaden (1951–1980)

MOZ	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
Apr	0	0	26	215	403	474	507	519	517	510	507	481	456	407	282	53	0	0
Mai	0	10	207	430	487	523	551	561	556	536	529	511	499	478	429	248	25	0
Jun	0	43	307	475	516	540	543	534	520	497	513	504	481	456	431	325	80	0
Jul	0	24	248	433	492	531	547	541	534	522	536	538	496	477	450	306	46	0
Aug	0	1	69	318	466	529	563	566	567	558	546	530	509	463	395	141	4	0
Sep	0	0	2	75	314	468	520	532	542	542	532	509	476	399	167	6	0	0
Okt	0	0	0	2	75	228	306	351	377	416	416	408	337	168	6	0	0	0

Darmstadt (1951–1980)

MOZ	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
Apr	0	2	89	322	456	501	532	540	535	549	547	540	496	450	362	137	3	0
Mai	0	47	320	465	523	555	580	584	596	576	565	561	546	509	468	357	90	0
Jun	1	111	386	500	547	563	590	574	571	567	563	546	520	487	460	398	185	3
Jul	0	82	355	473	511	543	577	587	578	583	577	566	552	520	475	396	133	1
Aug	0	7	172	413	498	557	591	609	614	611	602	584	541	508	430	228	18	0
Sep	0	0	12	216	432	524	569	601	605	588	588	572	521	454	277	27	0	0
Okt	0	0	0	28	215	331	377	412	436	454	459	454	408	294	52	0	0	0

MOZ = Mittlere Ortszeit

verschiedenen Hangneigungen und Expositionen. Der Höheneinfluss wird dabei nicht berücksichtigt. Die Verteilung der direkten Sonneneinstrahlung verdeutlicht den starken Einfluss von Hangrichtung und Neigung auf das gesamte Energieangebot in der Vegetationsperiode von April bis Oktober. Ein Nordhang mit 10 Grad Hangnei-

gung weist ein um ca. 33 kJoule/(cm² × Vp) geringeres Energieangebot auf als ein entsprechender Südhang. Auf noch steileren Hängen von 25 Grad vergrößern sich die Unterschiede auf ca. 80 kJoule/(cm² × Vp). In diesen Beispielen führen die ungünstigen Einfallswinkel der Sonneneinstrahlung zu den Defiziten auf dem Nordhang.

2.4 Die stündliche prozentuale Sonnenscheindauer

Die stündliche prozentuale Sonnenscheindauer, gemessen mit dem Campbell Stokes-Sonnenscheinautografen liegt für einige Klimastationen vor. Aus den stündlichen Werten der Jahre 1951 bis 1980 an den Stationen Geisenheim, Wiesbaden und Darmstadt wurde die mittlere stündliche prozentuale Sonnenscheindauer ermittelt (Tab. 3).

Dabei musste die Station Darmstadt das Weinbaugbiet Bergstraße repräsentieren, da von dort keine Daten vorliegen und Darmstadt das Klima der Bergstraße besser charakterisiert als die anderen zur Verfügung stehenden Stationen Oppenheim, Mannheim, Heidelberg oder Beerfelden. Die Mittelwerte der prozentualen Sonnenscheindauer weichen an den verwendeten Klimastationen nur wenig voneinander ab.

2.5 Reduzierung des Energieangebotes durch Horizonteinengung

Das berechnete Energieangebot ist nur auf Standorte zu beziehen, deren astronomischer und wahrer Horizont übereinstimmen. Da der Horizont vor allem in engen Tälern durch Hindernisse eingeengt wird, kommt es zur Abschirmung der direkten Sonneneinstrahlung zu bestimmten Tageszeiten, vornehmlich morgens und abends. Dabei sind Hindernisse mit geringer Vertikalerstreckung wenig bedeutungsvoll, da sie nur in Zeiten niedrigen Sonnenstandes und damit geringen Energieangebotes wirksam sind. Standorte mit starker Abschattung, z. B. in Tälern, bei hohen Gebäuden oder in der Nähe hoher Vegeta-

tion erfahren aber während Zeiten höheren Sonnenstandes und damit höherer Energiezufuhr eine Minderung der Sonneneinstrahlung. Der Energieverlust lässt sich als prozentualer Anteil für jede Stunde aus einem Sonnenhöhen-/azimut-Nomogramm anhand des darin einzuzeichnenden Horizontverlaufs feststellen und durch Multiplikation mit dem effektiven Energieangebot der betreffenden Stunde quantitativ ausdrücken. Diese möglichen Energieverluste durch Horizonteinengung werden aber in den Strahlungskarten nicht berücksichtigt.

2.6 Höhenabhängige Korrektur des Energieangebotes aus der direkten Sonneneinstrahlung

Die Berechnungen des wahren Energieangebotes aus der direkten Sonneneinstrahlung berücksichtigen nicht die Höhenlage eines Standortes. Die für den Weinbau in Frage kommenden Reb-

standorte sind nicht die Höhenlage eines Standortes. Die für den Weinbau in Frage kommenden Reb-

hänge weisen in der Regel keine höhere Vertikalerstreckung als 200 m auf. Auf dieser relativ geringen Vertikalerstreckung ergeben sich noch keine signifikanten Unterschiede im Strahlungshaushalt. Vielmehr macht sich im Wärmehaushalt eines Weinberges mit Zunahme der Höhe die vertikale Temperaturabnahme bemerkbar, die unabhängig von der Sonneneinstrahlung immer wirksam ist und ausschließlich von der Dichte der Luft und der Abnahme des Luftdruckes mit der Höhe bestimmt wird. So findet der Weinbau im Rheingau bei ca. 280 m ü. NN seine absolute Obergrenze, die allein mit den in der Höhe zunehmend schlechter werdenden thermischen Bedingungen begründet ist. Diese Obergrenzen des Weinbaus verschieben sich mit abnehmender geographischer Breite in immer größere Höhen.

Zur Feststellung der Temperaturverhältnisse geht man bei der Bestimmung des Energiehaushaltes sowohl von der Höhe des örtlichen Talgrundes über einer der geographischen Breite entsprechenden Basishöhe als auch von der Hö-

he der Parzelle über dem örtlichen Talgrund aus. Die Temperaturbeziehungen werden in Form von Energiebeträgen ausgedrückt. Die Gradienten pro 10 m werden auf der Grundlage der spezifischen Wärme der Luft $C_p \approx 1,0$ Joule/g/Grad in Energiewerte umgerechnet, die als ϕ -Korrektur in der Abb. 1 angegeben sind.

Die Temperaturabnahme mit der Höhe ist zudem von der Hangrichtung abhängig. Um dem Rechnung zu tragen, wird in der Abb. 2 eine H-Korrektur dargestellt, die die Hangrichtung berücksichtigt.

Untersuchungen des Temperaturgradienten an Hängen (BAUMGARTNER 1960, 1961; HOPPMANN 1988) zeigen eine signifikante Abhängigkeit der Temperaturabnahme von der Höhe und der Hangrichtung. Dementsprechend muss die Höhenabhängigkeit der Parzellen, bezogen auf den örtlichen Talgrund, nach Hangrichtungen aufgliedert werden. Energetisch resultieren hieraus die in der Abb. 2 dargestellten Verhältnisse.

Aus der Höhe des örtlichen Talgrundes über der jeweiligen Basishöhe und der Höhe der Par-

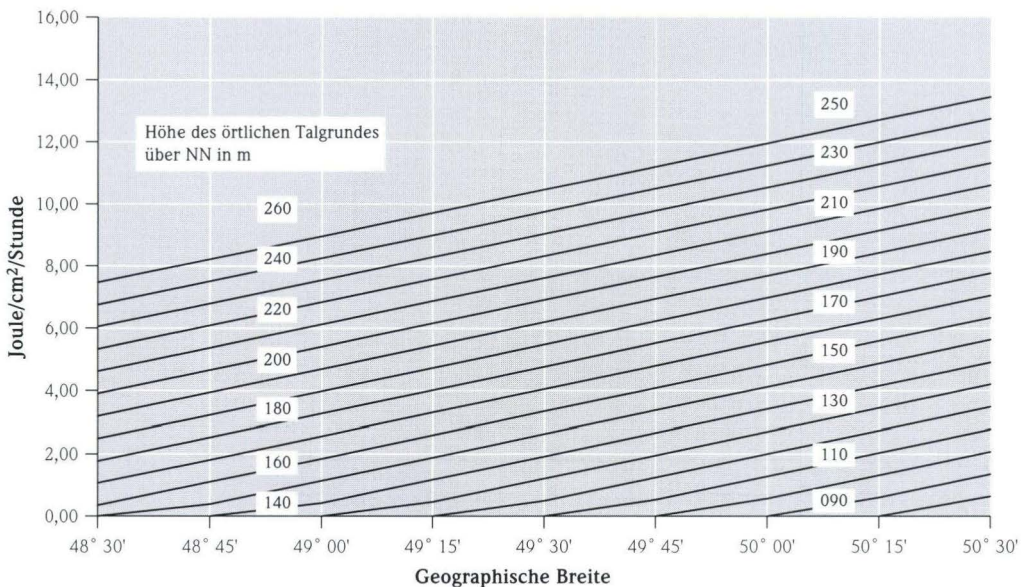


Abb. 1. Thermische Korrekturwerte in Joule/cm²/Stunde für die Höhe des örtlichen Talgrundes.

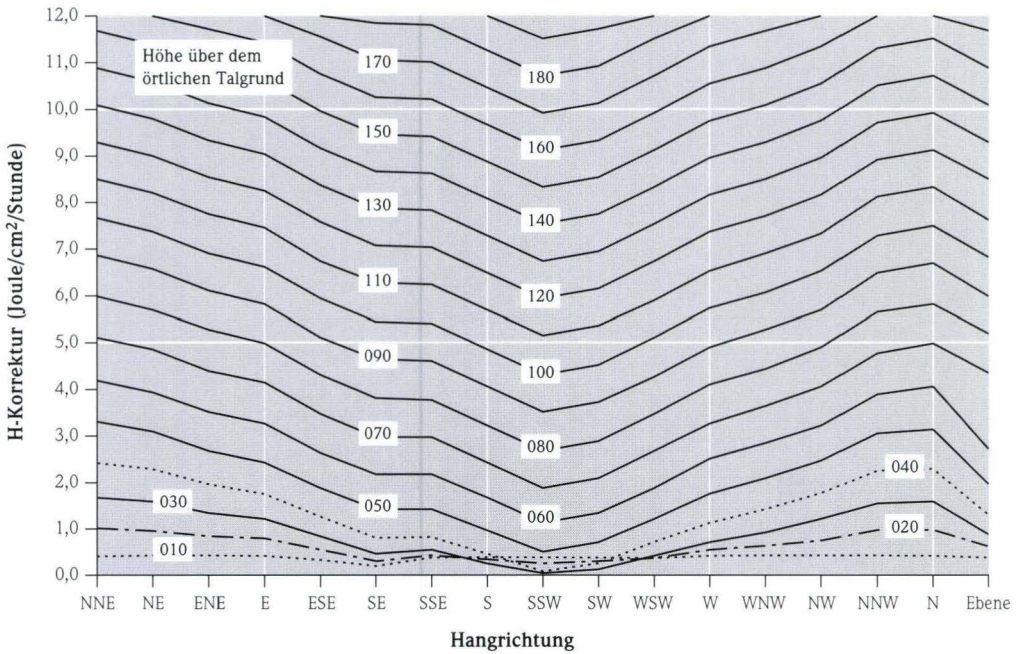


Abb. 2. Thermische Korrekturwerte in $\text{Joule}/\text{cm}^2/\text{Stunde}$ für die Höhe der Parzelle über dem örtlichen Talgrunde (H-Korrektur).

zelle über dem örtlichen Talgrund ergibt sich eine Gesamtreduktion des Energieangebotes, die als ϕ - und H-Korrektur in die Berechnungen einfließt. Das verbleibende Energieangebot stellt damit näherungsweise das auf die Qualitätsbildung

der Trauben wirksame Energieangebot dar. Die Karten mit dem reduzierten Energieangebot liefern somit erste Hinweise über die Güte einer Lage.

3. Die Strahlungskarten I und II für die hessischen Weinbaugebiete

3.1 Farbabstufungen und Erläuterungen zu den Karten

Die Berechnungen des Energiegewinns aus der direkten Sonneneinstrahlung erfolgten mit Hilfe des digitalen Höhenmodells (DHM) in einem Gitterpunktabstand von 20 m, wobei die für die Berechnung erforderliche Geländeneigung und -exposition über ein geografisches Informationssystem (GIS) berechnet wurde. Glättungseffekte sind dadurch unvermeidlich. Terrassen und andere Geländebruchkanten werden nicht berücksichtigt.

Die Berechnungen wurden einmal mit und einmal ohne ϕ - und H-Höhenkorrektur durchgeführt. Die Ergebnisse beider Berechnungen sind in den Karten I (ohne Höhenkorrektur) und II (mit Höhenkorrektur) dargestellt.

Die sieben dargestellten Farbabstufungen klassifizieren die Einzelergebnisse beider Berechnungen in folgende Klassen für das Energieangebot in $\text{kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ (Tab. 4):

Tab. 4. Klasseneinteilung des Energieangebotes aus der direkten Sonneneinstrahlung in $\text{kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$

Klasse	1	2	3	4	5	6	7
Grenzen	<106	106–120	121–135	136–150	151–165	166–180	>180

Die Zusammenhänge sollen an dem Beispiel der Karte II (reduziertes Energieangebot) erläutert werden. Auf den nach SE bis SW geneigten Hängen des Rheingaus erkennt man zunächst die Höhenabhängigkeit des Energieangebotes. Die höher gelegenen Standorte oberhalb 220 m ü. NN liegen in der Wärmegunst mit weniger als $135 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ deutlich unter dem Durchschnitt, wenn nicht eine sehr günstige Neigung das höhenbedingte Defizit ausgleicht. Die günstige Hangexposition verdeutlicht die Strahlungskarte I, die auch in einigen Höhenlagen hohe Energiegewinne (rote Zone) aufweist. In diesem Zusammenhang heben sich die Höhenlagen von Rüdesheim, Hallgarten, Kiedrich

und Rauenthal deutlich hervor. In der Karte des reduzierten Energieangebotes fallen diese Gebiete dagegen in die gelbe oder grüne Zone mit niedrigeren Energiewerten.

Auf der anderen Seite ergeben sich in den talnahen Bereichen mit meist schwach geneigten Hängen bis zu völlig ebenen Flächen durchschnittliche Energiegewinne von 135 bis $165 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$. In diesen Teilbereichen unterscheiden sich die beiden Strahlungskarten nur wenig. Nach oben schließen sich im Hinblick auf den Strahlungsgenuss die besten Standorte an. Diese Standorte weisen eine günstige Hangneigung und Exposition auf.

3.2 Energiegewinn aus der direkten Sonneneinstrahlung in $\text{kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ für die hessischen Weinbaugebiete in Abhängigkeit von mittlerer Sonnenscheindauer, Exposition und Hangneigung ohne Berücksichtigung der Höhenlage

Der höchste Energiegewinn aus der direkten Sonneneinstrahlung wird mit $190 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ am Heppenheimer Schlossberg auf einem Südhang mit 26° Neigung erreicht. Die niedrigsten Energiegewinne werden mit $77,5 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ an einem Nordhang mit 34° Neigung im Bodental zwischen Lorch und Assmannshausen und an einem NNW-Hang mit 36° Neigung östlich von Zell im Bereich Bergstraße berechnet. Die beiden letztgenannten Punkte dienen nur der Abgrenzung des Untersuchungsgebietes, Weinbau wird an diesen Standorten selbstverständlich nicht betrieben.

Aus Karte I ist deutlich die Abhängigkeit des Energiegewinns von Exposition und Hangneigung zu erkennen. Nahezu der gesamte Rhein-

gau zwischen Rüdesheim und Wiesbaden mit seinen überwiegend leicht geneigten Südhängen erhält $151\text{--}165 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ aus der direkten Sonneneinstrahlung. Einzelne Großlagen, meist mit Hangneigungen von mehr als 10° , erreichen in diesem Bereich über $165 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$. Dies trifft vor allem für die Großlagen Burgweg (Rüdesheim), Erntebringer (Johannisberg), Steinmächer (Rauenthal), Deutelsberg (Hattenheim), die Lage Wildsau (Martinsthal) und die Übergangsbereiche zum Rheingaugebirge zu.

Zwischen Rüdesheim und Lorch haben alle Lagen starke Hangneigungen. Hier wird daher die Expositionsabhängigkeit besonders deutlich. Fast alle S- bis SSW-exponierten Hänge erreichen Werte von über $165 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$. Fast alle

W- bis NW-exponierten Hänge erhalten dagegen weniger als $150 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$.

Die Lagen von Hochheim, Mainz-Kostheim, Wicker und Flörsheim erreichen Werte um $150 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ bei schwach geneigten Hängen vorwiegend südlicher Expositionen.

Der Bereich Bergstraße ist durch steile E-W verlaufende Täler strukturiert und erreicht daher

auf engstem Raum extreme Unterschiede im Energiegewinn aus der direkten Sonneneinstrahlung. Auf den nördlich des Talgrundes liegenden Südhängen werden häufig Werte von über 165 bzw. $180 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ erreicht, auf den gegenüberliegenden N-exponierten Hängen dagegen häufig Werte unter $135 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$.

3.3 Energiegewinn aus der direkten Sonneneinstrahlung in $\text{kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ für die hessischen Weinbaugebiete in Abhängigkeit von der mittleren Sonnenscheindauer, Exposition, Hangneigung und Höhenlage

Die in der Karte II durchgeführte Höhenkorrektur modifiziert das in Karte I gezeichnete Bild erheblich. Die Energiegewinne aus der direkten Sonneneinstrahlung liegen fast durchweg niedriger als bei den Berechnungen ohne Höhenkorrektur. Der höchste Energiegewinn wird mit $187 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ wieder am Heppenheimer Schlossberg bei einer Hangneigung von 26° erreicht.

In Karte II ist neben der Abhängigkeit des Energiegewinns aus der direkten Sonneneinstrahlung von Hangneigung und Exposition auch die Abhängigkeit von der Höhe deutlich erkennbar. So ist der zentrale Bereich des Rheingaus zwischen Rüdesheim und Wiesbaden erheblich differenzierter als in Karte I. Energiegewinne von mehr als $165 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ werden auch hier in den steileren Bereichen der Großlagen Burgweg (Rüdesheim), Erntebringer (Johannisberg), Steinmächer (Rauenthal), Deutelsberg (Hattenheim) und der Lage Wildsau (Martinsthal) erreicht, während höher gelegene Flächen in diesen Klassen nicht mehr vertreten sind. Viele flach geneigte Lagen des gesamten mittleren Rheingaus findet man in der Klasse $151 \text{ bis } 165 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ wieder. Außerdem werden diese Werte auch an den SW-exponierten Hängen der relativ sanft eingeschnittenen Täler in diesem Bereich erzielt. Die NE-Hänge dieser Täler sowie die etwas höher gelegenen Bereiche des Rheingaus zwischen Rüdesheim und Wiesbaden fallen in die Klasse

von $136 \text{ bis } 150 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$. Die zum großen Teil nicht mehr durch Weinbau genutzten Bereiche im Übergang zum Rheingaugebirge sinken auf Werte unter $135 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$.

Zwischen Assmannshausen und Lorch erreichen fast nur noch die am Rhein gelegenen Lagen der Gemeinde Lorch mehr als $165 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$. In den berühmten Rotweinelagen der Großlage Steil in Assmannshausen werden erstaunlicherweise nur auf sehr kleinen Flächen diese Werte erzielt. Eine zu den Isohypsen fast parallele Abnahme des Energiegewinns aus der direkten Sonneneinstrahlung durch die Höhenkorrektur ist deutlich erkennbar.

Der Energiegewinn aus der direkten Sonneneinstrahlung der Lagen in den Gemeinden Hochheim, Mainz-Kostheim, Wicker und Flörsheim liegt auch in dieser Karte um $150 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$, da die Höhenkorrektur in diesem schwach gegliederten Gelände, das nirgends mehr als 70 m über dem örtlichen Talgrund liegt, kaum wirksam werden kann.

An der Bergstraße unterscheiden sich in Karte II nicht nur die Nord- und Südhänge, sondern zudem die Bereiche am Oberrheingraben von den hoch gelegenen Übergangszonen zum Odenwald. Die Spitzenwerte des Energiegewinns werden an den tief gelegenen Lagen der steilen Südhänge in den großen Taleinschnitten bei Bensheim und Heppenheim mit über 160 bzw. $180 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vp})$ erzielt. Die niedrigsten

Werte werden in Karte II nicht direkt auf den gegenüberliegenden Hängen, sondern in den oberen, N-exponierten Hängen erreicht. Nicht

selten unterschreiten die Werte die Schwelle von 120 kJoule/(cm² × Vp).

3.4 Die Verteilung des höhenabhängigen Strahlungsangebotes in den einzelnen Weinbergslagen

Das Untersuchungsgebiet der Karten I und II musste aus rechentechnischen Gründen zur Interpolation zwischen den Geländepunkten etwas größer gewählt werden als es das weinbaulich genutzte Gebiet erfordert hätte. Um einen detaillierteren Überblick über die Strahlungsverhältnisse der tatsächlich weinbaulich ge-

nutzten Bereiche in den einzelnen Weinbaugemeinden und vor allem der einzelnen Weinbaulagen zu erhalten, wird zum Abschluss eine tabellarische Übersicht über die Verteilung des reduzierten Energieangebotes in den Weinbergslagen und Gemeinden gegeben (Tab. 5.1 und 5.2, siehe Seite 37 und 38).

4. Schriftenverzeichnis

BAUMGARTNER, A. (1960): Die Lufttemperatur als Standortfaktor am großen Falkenstein (1. Mitteilung). – Forstw. Cbl., **79**: 362–373; Hamburg.

BAUMGARTNER, A. (1961): Die Lufttemperatur als Standortfaktor am großen Falkenstein (2. Mitteilung). – Forstw. Cbl., **80**: 107–120; Hamburg.

BRANDTNER, E. (1973): Die Bewertung geländeklimatologischer Verhältnisse in Weinbaulagen. – Deutscher Wetterdienst; Offenbach.

HOPPMANN, D. (1978): Standortuntersuchungen im Rheingau und in Baden. – Weinberg und Keller, **25**: 66–92; Frankfurt am Main.

HOPPMANN, D. (1988): Der Einfluss von Jahreswitterung und Standort auf die Mostgewichte der Reb-

sorten Riesling und Müller-Thurgau (*Vitis vinifera* L.). – Berichte des Deutschen Wetterdienstes, **176**: 214 S.; Offenbach.

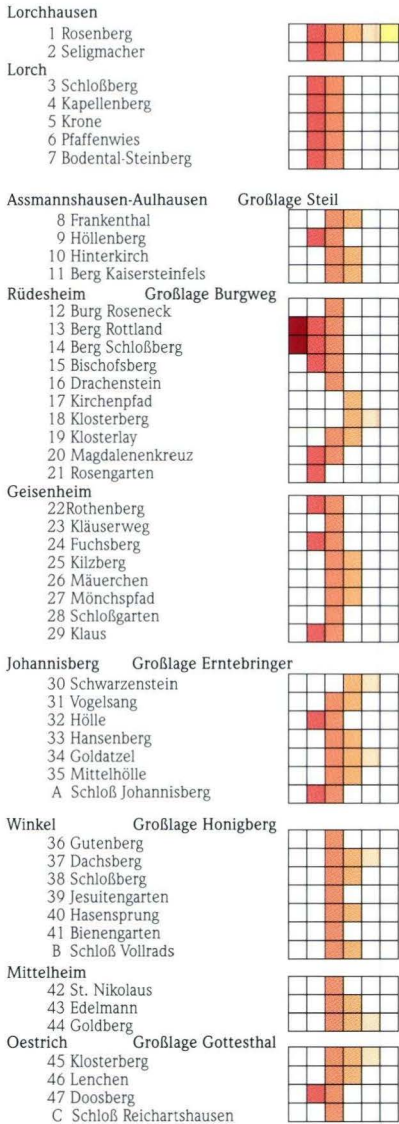
KASTEN, F., Dehner, K. & Behr, H. D., (1984): Die räumliche und zeitliche Verteilung der diffusen und direkten Sonnenstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland. – Bundesminister für Forschung und Technologie, Forschungsbericht T: 84–125; Bonn.

ZAKOSEK, H., KREUTZ, W., BAUER, W., BECKER, H. & SCHRÖDER, E. (1967): Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **50**: 82 S., 1 Abb., 17 Tab., 1 Atlas; Wiesbaden.

Tab. 5.1 Verteilung des Energieangebotes aus der direkten Sonneneinstrahlung mit Höhenkorrektur auf die Einzellagen der hessischen Weinbaugebiete [kJoule/(cm² × Vp)]

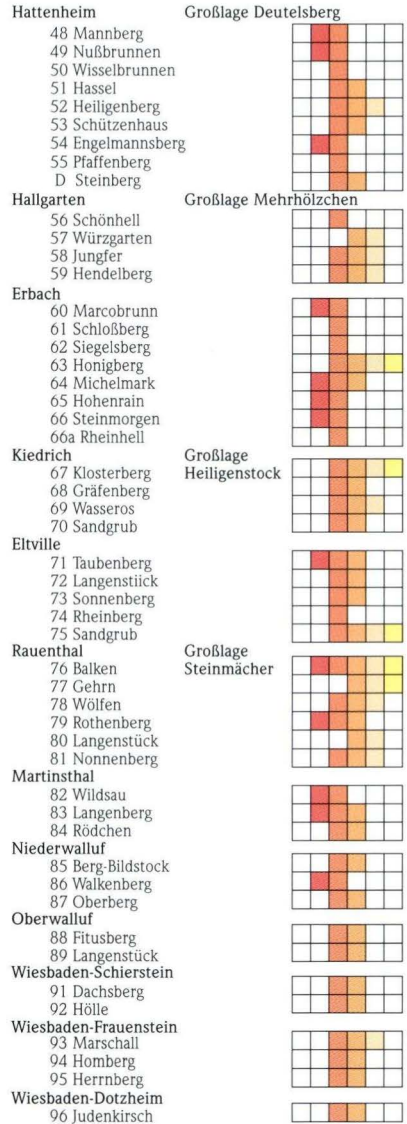
Rheingau

Klasse 1 2 3 4 5 6

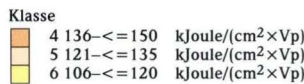
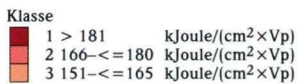


Rheingau

Klasse 1 2 3 4 5 6



Vp = Vegetationsperiode (01.04.–31.10.)



Tab. 5.2 Verteilung des Energieangebotes aus der direkten Sonneneinstrahlung mit Höhenkorrektur auf die Einzellagen der hessischen Weinbaugebiete [kJoule/(cm²×Vp)]

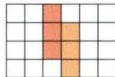
Hochheim

Klasse 1 2 3 4 5 6

Mainz-Kostheim

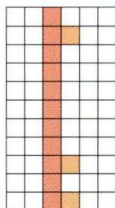
- 97 Reichsthal
- 98 Weiß Erd
- 99 Steig
- 100 Berg

Großlage Daubhaus



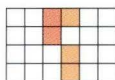
Hochheim

- 101 Königin Victoriaberg
- 102 Hofmeister
- 103 Stielweg
- 104 Sommerheil
- 105 Hölle
- 106 Domdechaney
- 107 Kirchenstück
- 97 Reichsthal
- 100 Berg
- 108 Stein
- 109 Herrnberg



Wicker

- 110 Stein
- 111 Goldene Luft
- 112 König-Wilhelms-Berg
- 113 Nonnenberg



Flörsheim

- 109 Herrnberg



Vp = Vegetationsperiode (01.04.–31.10.)

Klasse

- 1 > 181 kJoule/(cm²×Vp)
- 2 166–<=180 kJoule/(cm²×Vp)
- 3 151–<=165 kJoule/(cm²×Vp)

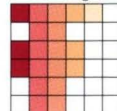
BERGSTRASSE

Klasse 1 2 3 4 5 6

Heppenheim – Erbach – Hambach

- 1 Eckweg
- 2 Guldenzoll
- 3 Maiberg
- 4 Steinkopf
- 5 Centgericht
- 6 Stemmler

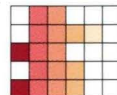
Großlage Schloßberg



Bensheim

- 7 Paulus
- 8 Hemsberg
- 9 Steichling
- 10 Kirchberg
- 11 Kalkgasse

Großlage Wolfsmagen



Bensheim-Schönberg

- 12 Herrnwingert

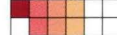
Großlage Rott



Bensheim-Auerbach

- 13 Fürstenlager
- 14 Hüllberg

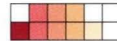
Großlage Rott



Zwingenberg

- 15 Alte Burg
- 16 Steingeröll

Großlage Rott



Klasse

- 4 136–<=150 kJoule/(cm²×Vp)
- 5 121–<=135 kJoule/(cm²×Vp)
- 6 106–<=120 kJoule/(cm²×Vp)

Die Frostgefährdung

1. Einleitung

Im Auftrage des damaligen Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, heute Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, haben die beiden Agrarmeteorologischen Forschungsstellen Gießen und Geisenheim in den Jahren 1956 und 1957 eine Kaltluftkartierung der Weinanbaugebiete des Rheingaus von Wiesbaden bis zur Landesgrenze nördlich von Lorchhausen, im Maingau von Kostheim über Hochheim bis Wicker-Massenheim sowie im hessischen Teil der Bergstraße durchgeführt.

2. Allgemeine Grundlagen

Die Anbaugrenzen der Weinreben werden in erster Linie durch die Temperaturverhältnisse bestimmt. Die Kulturrebe ist eine frostempfindliche Pflanze. Grüne Rebteile erfrieren leicht, da sie keine Eisbildung in den Geweben vertragen. Die verholzten Organe dagegen widerstehen während der Vegetationsruhe Kältegraden bis unter $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Resistenz der Reben ist nicht immer gleich, sondern abhängig von der Sorte und vor allem von der Holzreife. Reifes Holz ist reich an Reservestoffen, insbesondere an Stärke und Zucker, und hat einen verhältnismäßig geringen Wassergehalt. Die Größe der Frostschäden hängt ferner vom Standort ab. In leichte lufthaltige Böden dringt der Frost nicht so tief ein wie in Böden mit hohem Schluff- oder Tonanteil. Dafür kühlen aber die bodennahen Luftschichten stärker aus, und das Frostrisiko steigt auf diesen Standorten an. Bei der Resistenz der Reben spie-

Die geländeklimatologische Aufnahme im Rheingau dauerte vom März bis November 1956 und im gleichen Zeitraum des Jahres 1957. Die Beobachtungsergebnisse wurden zunächst zur Darstellung der einzelnen Klimaelemente im Maßstab 1:5 000 verarbeitet (insgesamt 60 Einzeldarstellungen). Diese Originalkarten dienten als Vorlage zu je einer Karte im Maßstab 1:25 000.

len auch Abhärtung und die Tiefe der Winterruhe eine Rolle. Spät- oder Frühjahrsfröste rufen nicht selten schwerwiegende Schäden bis zum Totalausfall hervor. Die kritische Lufttemperatur liegt bei $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bei $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ können sich bereits Totalschäden einstellen.

Nach den zurzeit gültigen allgemeinen Kartierungsrichtlinien des Deutschen Wetterdienstes (DWD) tritt ein Frostereignis dann ein, wenn die Lufttemperatur in 70 cm Höhe unter den Gefrierpunkt sinkt. Bei der seinerzeit im Rheingau durchgeführten Kaltluftkartierung wurde die Messhöhe auf 50 cm über dem Boden festgelegt. Entsprechend bezieht sich ein Frostereignis dann auf die Messhöhe von 70 cm. Die Einteilung der Fröste erfolgt im Allgemeinen nach der Stärke und nach der Zeit ihres Auftretens sowie nach ihrer meteorologischen Ursache (SCHNELLE 1965).

* Dr. H. Jagoutz (e-mail: heidrun.jagoutz@dwd.de), Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Landwirtschaft, Kreuzweg 25, D-65366 Geisenheim.

- Einteilung der Fröste nach der Stärke ihres Auftretens:
 leichte Fröste = Fröste mit Temperaturen von $-0,1\text{ °C}$ bis $-2,0\text{ °C}$
 mäßige Fröste = Fröste mit Temperaturen von $-2,1\text{ °C}$ bis $-4,0\text{ °C}$
 starke Fröste = Fröste mit Temperaturen von $-4,1\text{ °C}$ und darunter
- Einteilung nach der Zeit des Auftretens:
 Winterfröste = Fröste während des Winters, d. h. während der Vegetationsruhe
 Frühjahrsfröste = Spätfröste = Fröste im Frühjahr nach Beginn der Vegetationsperiode bis Anfang Juni
 Herbstfröste = Frühfröste = Fröste Anfang September bis zum Ende der Vegetationsperiode
- Einteilung nach der meteorologischen Ursache ihres Auftretens:
 Advektionsfröste (Windfröste)
 Strahlungsfröste
 Diese Einteilung nach der meteorologischen Ursache bietet im Unterschied zu den vorhergehenden nicht die Möglichkeit einer scharfen Abgrenzung, da Advektion und Ausstrahlung zwei Komponenten sind, von denen zwar jede für sich allein zum Frost führen kann, die aber häufig zusammenwirken. Den Frösten während der Vegetationszeit von April bis Oktober geht in der Regel die Advektion kälterer Luft aus nördlichen Breiten voraus. Für die Beurteilung der Frostgefährdung

von Weinbaulagen sind hauptsächlich die Spätfröste im Frühjahr von Bedeutung. Diese Fröste führen zu Schäden an den Knospen und an den frisch ausgetriebenen Rebblättern, wodurch es zu erheblichen wirtschaftlichen Einbußen kommen kann. Die Reben treiben in derartigen Fällen zwar später auch aus den Nebenaugen aus, wegen der dabei stets verkürzten Vegetationszeit werden Ertrag und Qualität jedoch stark beeinträchtigt.

Der Einfluss des Geländes hinsichtlich der Frostgefährdung wirkt sich sehr stark bei Strahlungsfrösten und nur mäßig bei Advektionsfrösten aus. Daher wurde die Auszählung der Frosthäufigkeit auf so genannte „Strahlungsnächte“ begrenzt. Als Strahlungsnacht wird eine Nacht mit geringer Bewölkung – Bedeckungsgrad $< 3/8$, geringe Luftbewegung, Windgeschwindigkeit $< 1,5\text{ m/s}$ – verstanden. Nur unter diesen Bedingungen stellt sich im Laufe des Abends und der Nacht eine bestimmte charakteristische Temperaturschichtung und Temperaturverteilung ein, die von der Geländeform abhängig ist.

Das Auftreten von Strahlungsfrösten hängt von verschiedenen Umständen ab. Ebene oder schwach geneigte Lagen, kalte und verunkrautete Böden begünstigen das Auftreten von Strahlungsfrösten. In frisch bearbeiteten Böden ist der Wärmenachschub aus tieferen Schichten unterbrochen, was ebenfalls örtlich die Bildung von Kaltluft fördert. Besonders gefährdet sind Talsohlen und Mulden, in denen sich die Kaltluft sammelt.

3. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Es werden nur mäßige bis starke Fröste betrachtet. Die Minimumtemperaturen der zweijährigen Messkampagne bildeten die Grundlage für die Untersuchung der Frostgefährdung. Die Ergebnisse der Messungen wurden zu den langjährigen Temperaturwerten von Geisenheim in Beziehung gesetzt. Die Frostgefährdung wird eingeteilt nach der Frostwahrscheinlichkeit, d. h. nach der Häufigkeit ihres Auftretens.

Als Maßstab für mäßige und starke Fröste soll gelten: Der prozentuale Anteil der Jahre eines Zeitraumes (30 Jahre), in denen die Temperatur in 0,50 m Höhe während der Vegetationszeit mindestens einmal unter -2 °C und für die starken Fröste unter -4 °C absinkt. Die kartographische Darstellung erfolgt in Zonen, die in Tab. 1 definiert sind.

Tab. 1. Einteilung der Gefährdungszonen

Es werden auch Aussagen über Frühfröste im Herbst gemacht. Allerdings sind hier die gefährdeten Gebiete nicht kartographisch dargestellt.

Zone 0	ungefährdet	sehr selten
Zone 1	schwach gefährdet	1–2 mal in einem Menschenalter
Zone 2	mäßig gefährdet	1–2 mal in einem Jahrzent
Zone 3	stark gefährdet	sehr häufig

3.1 Frostgefährdung im Rheingau

a) Frostwahrscheinlichkeit -2 °C (Spätfrost)

Die Frostgefährdung nimmt, wie es der Regel entspricht, von den höheren nach den tieferen Lagen hin zu, jedoch mit lokal bedingten Ausnahmen.

Lagen, die bis zu -2 °C ungefährdet sind, Zone 0, ziehen sich oberhalb der 200 m Höhengschichtlinie von ostwärts Johannisberg bis in den Rauenthaler Raum. Im mittleren Teil des Rheingaus, von Johannisberg bis Rüdesheim, liegt diese Zone mit sehr seltenen Frösten unterhalb der 200 m Höhenlinie, sie sinkt am Niederwald sogar bis unterhalb der 100 m Höhenlinie fast zum Rheintal ab. Von Assmannshausen rheinabwärts bis über Lorchhausen hinaus kommt diese günstigste Zone nicht mehr vor. Dieser Bereich wird von der Kaltluft, die aus dem Wispertal ins Rheintal strömt, stark beeinflusst.

Die Zone mit schwacher Frostgefährdung, Zone 1, liegt im östlichen Rheingau im Bereich der 200 m Höhenlinie und darunter; diese Zone steigt im mittleren Teil wieder bis über die 200 m Linie an und sinkt vielfach bis unter die 100 m Linie. Im unteren Rheingau folgt diese Zone näherungsweise dem Bereich zwischen der 200 m Höhenlinie und den oberhalb angrenzenden Waldgebieten.

Die Zone 2 erstreckt sich darunter bis etwa zur 140 m Höhenlinie, man findet sie aber auch unterhalb der Bahnlinie und der Ortschaften bis zum Rheinufer. Die scheinbare Regelwidrigkeit bei der Ablagerung der Kaltluft tritt ausschließlich im Nahbereich des Rheinufers auf. Der

Rhein bleibt in Strahlungs Nächten relativ warm und hebt die Lufttemperaturen in einem schmalen Ufersaum leicht an. Die gleiche Aufgliederung dieser Zone erstreckt sich über den gesamten Rheingau.

Stark gefährdet, Zone 3, sind die Lagen unterhalb der 140 m Höhenlinie bis zum Bahnkörper, der als Kaltluftstaudamm wirkt. Zu den stark frostgefährdeten Zonen zählen natürlich auch Geländevertiefungen oberhalb der 140 m Höhenlinie am wenig geneigten Mittelhang und schmale Bänder längs der Talsohlen, die sich bis hinauf an die Waldgrenze ziehen.

In Strahlungs Nächten fließt aus den höher gelegenen Gebieten des Rheingaugebirges Kaltluft in das Rheintal. Es bilden sich räumlich eng begrenzte Kaltluftflüsse aus, die sich in den Karten räumlich durch Pfeile darstellen lassen

b) Frostwahrscheinlichkeit -4 °C (Spätfrost)

Bei der Betrachtung der Frostgefährdungszonen für eine Frostwahrscheinlichkeit -4 °C und niedriger fällt die Vergrößerung der ungefährdeten Zone am stärksten ins Auge; sie fällt bis zur 160 m Höhenlinie ab. Der gesamte übrige Raum ist von der Zone 1 besetzt. Ausnahmen bilden die wirklichen Kaltluftseen vor dem Bahndamm und vereinzelte ungünstige Geländeteile in den Höhenlagen um 120 m ü. NN; dort ist noch die Zone 2 anzutreffen. Stark gefährdete Zonen treten im Kartenbild nicht mehr in Erscheinung.

c) Frühfröste

Im Rheingau reichen Frühfröste im Allgemeinen höher die Hänge hinauf als die Spätfröste. So ist mit Frösten bis -2 °C in allen Lagen bis mindestens 280 m ü. NN zu rechnen. In einem Menschenalter treten ein- bis zweimal Fröste bis -4 °C und niedriger nur oberhalb der 280 m Höhenlinie auf. Von 180–280 m ü. NN kommen derart starke Fröste in einem Jahrzehnt ein- bis zweimal vor; die noch tieferen Lagen sind stark

gefährdet und fallen somit in Zone 3. Aus dieser allgemeinen Aufschlüsselung der Frühfrostgefährdungszonen fällt das Gebiet um den Niederwald vorteilhaft heraus. Hier tritt die Zone 3 nicht in Erscheinung, dafür aber im Höhenbereich 220–270 m ü. NN die Zone 0. Rheinaufwärts und auch in einigen extrem guten Lagen rheinaufwärts sind ebenfalls noch kleinere Gemarkungsteile mit günstigeren Bedingungen anzutreffen.

3.2 Frostgefährdung im Kartierungsabschnitt Kostheim – Hochheim – Wicker – Massenheim

a) Frostwahrscheinlichkeit -2 °C (Spätfröste)

Schwach gefährdete Zonen für Spätfröste bis -2 °C gibt es in der Gemarkung Kostheim nur am Hochheimer Berg, in der Gemarkung Hochheim an gleicher Stelle und südlich der Stadt unterhalb der Domdechanei sowie in der Gemarkung Wicker am Herrenberg. Am Hochheimer Berg und am Herrenberg handelt es sich um Lagen an etwas steiler abfallenden Hängen, im Gemarkungsteil unterhalb der Stadt um eine Lage, die im Schutzgebiet der Stadt liegt.

Zonen mäßiger Gefährdung sind in Kostheim in den Hanglagen anzutreffen, die von den Höhenlinien 100 und 120 m ü. NN begrenzt sind. In Hochheim befindet sich diese Zone im gleichen Begrenzungsbereich, sie weitet sich am Ostrand der Stadt sogar bis zur Höhenlinie 130 m ü. NN aus. Am Westrand der Stadt wird diese Zone durch eine Geländevertiefung durchbrochen. Sie ist Abflussrinne der Kaltluft, die sich oberhalb des Weinbergsgeländes auf den Grünflächen ausbildet. Eine zweite Abflussrinne liegt ostwärts der Stadt zwischen Victoriaberg und Falkenberg. Vom Falkenberg bis südlich der Stadt erstreckt sich eine schmale Zone zwischen Bahnlinie und Mainufer, in der in einem Jahrzehnt auch nur ein- bis zweimal mit Spätfrösten bis -2 °C zu rechnen ist. Hier wirkt sich die Wärmeregulierung durch den Main auffällig aus.

Im Bereich Wicker-Massenheim liegen die Zonen mäßiger Frostgefährdung zwischen der 140 m Höhenlinie (etwa Straße Wicker–Massenheim) und der 120 m Höhenlinie, die sich etwas oberhalb des Wiesengrundes im Wickerbachtal hangparallel hinzieht, dort, wo eine merkliche Geländestufe gegen den Hang festzustellen ist. Alle übrigen Teile der beiden Gemarkungen gehören der Zone 3 an, d. h. sie haben sehr häufig im Frühjahr mit Frösten bis -2 °C zu rechnen.

Im Hochheimer Raum wirkt der hohe Bahndamm als Staumauer für die von den Hängen abfließende Kaltluft. Das Gebiet unmittelbar vor der Bahnlinie ist deshalb eine Zone stärkster Frostgefährdung.

b) Frostwahrscheinlichkeit -4 °C (Spätfröste)

Eine Frostgefährdung von -4 °C nach Vegetationsbeginn tritt im Weinbaugelände Wicker–Massenheim nur vereinzelt auf. Im Hochheimer Raum können derart starke Fröste in dem Kaltluftstaubecken vor dem hohen Bahndamm SW von Hochheim vorkommen. Diese Gemarkungslagen sollten weinbaulich möglichst nicht genutzt werden.

c) Frühfröste

Mit Frühfrösten zu Ende der Vegetationszeit bis -2 °C muss nach der Oktobermitte in allen

Lagen sämtlicher Gemarkungen gerechnet werden. Von Frühfrösten bis $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ und darunter

bleiben nur die mit Zone 0 angegebenen Gemarkungsteile verschont.

3.3 Frostgefährdung im Kartierungsabschnitt Bergstraße

An der Bergstraße entspricht die Frostgefährdung ganz der Regel. Sie nimmt von oben hangabwärts nach der Ebene hin ständig zu. Zwischen Hangfuß (Bergstraße) und Bahndamm befindet sich ein flaches Sammelbecken für Kaltluft, das sich hinter dem Bahndamm westwärts nach der Rheinebene zu erweitert.

Die Größe der Gefährdungszonen ist an der Bergstraße ebenso wie in den anderen hessischen Weinbaugebieten an reliefbedingte Voraussetzungen gebunden, wobei es gelegentlich auch zu Ausnahmen kommen kann. In den Taleinschnitten des Vorderen Odenwaldes und in den Muldenlagen zeichnen sich die Voraussetzungen für eine stärkere Frostgefahr am augenscheinlichsten ab. Dies gilt vor allen Dingen dort, wo hangaufwärts unbewaldete Flächen, Wiesen, bewirtschaftete Felder oder Kahlflächen als Kaltluftproduktionsstätten anzutreffen sind. Die kritischen Kaltlufteinzugsgebiete wurden auch durch blaue Pfeile herausgehoben.

Entscheidend für den Grad einer Gefährdungszone ist nicht allein die Höhe, sondern auch die Hangneigung. Es ist weiterhin zu beachten, dass die Gebiete, die hinter der ersten Bergkette liegen, ungünstigere Abflussmöglichkeiten für die Kaltluft haben, und dass deshalb hier durch Stauungen an den Querriegeln im Talverlauf die Abgrenzung der einzelnen Zonen hangaufwärts verlagert wird.

a) Frostwahrscheinlichkeit $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Spätfrost)

Die Zone 0 liegt im Bereich Heppenheim mit Erbach und Hambach je nach der Steilheit des Geländes etwa zwischen 180 und 200 m ü. NN. Zu ihr gehören die Lagen oberhalb des mittleren Eckweges südlich von Heppenheim, des Maiberger, des Schlossberges, ferner die Lagen oberhalb des Rebmuttergarten und die hochgelege-

nen Lagen auf der Ostseite von Hambach. An die ungefährdete Zone reiht sich in einem schmalen Band das Gebiet der schwach gefährdeten Zone 1 an, das bis etwa 170 m ü. NN heruntergreift. Die mäßig gefährdete Zone 2 schmiegt sich ebenfalls in Bandform bis etwa 140 m Höhe ü. NN an. Alle tieferen Lagen, einschließlich der Taleinschnitte, liegen im Bereich der stark gefährdeten Zone 3.

Im Bereich des Abschnittes von Bensheim bis Zwingenberg fällt die räumliche Einschränkung der ungefährdeten Zone auf. In diese Zone 0 gehören – im gleichen Höhenbereich liegend wie im vorigen Absatz – u. a. die Lagen Hopberg mit Streichling, die Lagen an der Kalkgasse und am Kirchberg, Teile des Herrenwingert, Schönberg und das Rod, die günstig exponierten Lagen unterhalb des Auerbacher Schlosses sowie in Richtung Zwingenberg die hochgelegenen, steilen Südlagen. Die vorstehend genannten Lagen erfassen aber auch noch den größeren Teil der schwach gefährdeten Zone 1. Ausgedehnt und im Höhenbereich zwischen 140 und 150 m ü. NN wechselnd erstreckt sich die mäßig gefährdete Zone 2, an die sich abwärts die stark gefährdete Zone 3 bis zur Talsohle und in die Ebene hinein anschließt.

b) Frostwahrscheinlichkeit $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Spätfrost)

Der größte Teil der Bergstraße ist bei der Frostwahrscheinlichkeit $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ungefährdet. Unabhängig von der Nutzung sind alle Flächen hangaufwärts erfasst worden. Die schwach und mäßig gefährdeten Zonen (1 und 2) liegen näher an der Talsohle, und im eigentlichen Bereich der Talsohle fällt nur ein kleiner Geländeteil zwischen Heppenheim und Bensheim unterhalb der 100 m Höhenlinie nach dem Bahndamm zu in den stark gefährdeten Bereich (Zone 3). Die übrige

gen Lagen längs des Bahndammes sind flächenmäßig unbedeutend, obwohl sie stärker gefährdet sind.

c) Frühfröste

Frühfröste bis $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ kommen an der Bergstraße in allen wein- und obstbaulich genutzten Lagen vor.

Die Frühfrostgefährdung bei einer Frostwahrscheinlichkeit von $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ reicht im Gegensatz zur

Spätfrostgefährdung, wo bei etwa 100 m ü. NN mit der Zone 3 zu rechnen ist, bis ungefähr zur Höhenlinie 170 m ü. NN hinauf. Das ist die gleiche Höhe, wo beim Spätfrost bei einer Frostwahrscheinlichkeit $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ die Grenzlinie der Zonen 1 und 2 verläuft. Somit ist die Frühfrostgefahr an der Bergstraße wesentlich größer als die Spätfrostgefahr bei gleicher Höhenlage. Die schwach gefährdete Zone für Frühfröste beginnt an der Bergstraße oberhalb der 200 m Höhenlinie.

4. Schriftenverzeichnis

SCHNELLE, F. (1965): Frostschutz im Pflanzenbau. – Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH; München.

Der Einfluss des Windes

1. Einleitung

Die Beurteilung der Windverhältnisse der Weinbaulagen im Rheingau wird in dieser Neuauflage des Standortatlas neu gestaltet. Bei der ersten Ausgabe dieses Kartenwerkes wurde auch eine Karte mit Zonen gleicher relativer Bewindung (im Verhältnis zu einer Hauptstation) angefertigt. Im Laufe der Jahre hat sich gezeigt, dass diese Karte von geringem praktischen Nutzen ist, da sie die Wirkung des Windes auf das Bestandsklima nicht berücksichtigt. Bei der Neuauflage wird auf diese Karte verzichtet. Stattdessen wird in Anlehnung an eine Arbeit von HORNEY (1975) „Die ökologische Wirkung des Windes“ eine Auswertung zur Windstatistik für den Zeitraum 1961–1990 durchgeführt.

Die Wirkung des Windes im Gelände ist für den Weinbau aus mehreren Gründen von Bedeutung.

Ständig starker Wind führt an den Reben zu mechanischen Schäden und bremst das Wachstum. Andererseits lässt der Wind nach Regen oder Tau den Bestand rasch abtrocknen und mindert damit die Gefahr von Pilzinfektionen. Das Wärmeklima der Weinbergslagen wird durch den Wind ungünstig beeinflusst. Ein großer Teil der Sonnenstrahlung, die auf eine Rebfläche auftrifft, wird an der Oberfläche des Bodens und der Blätter in Wärme umgewandelt. Wenn bei Windstille die Sonne voll in die Zeilen scheint, kann dort ein eigenständiges Bestandsklima entstehen. Lufttemperatur und Luftfeuchte können in den Gassen und innerhalb der Stöcke etwas höher sein als außerhalb des Bestandes. Die Temperatur der sonnenbestrahlten Blätter kann bei Windstille sogar bis zu 10 °C über der Lufttemperatur liegen. Dieses günstige Eigenklima

der Rebgassen und der Blätter wird jedoch durch stärkere Windeinwirkung zerstört. Die im Rebestand liegende wärmere und feuchtere Luft wird mit kälterer Außenluft vermischt oder ganz weggeblasen. Die Blätter werden im Luftstrom abgekühlt. Bei voller Belaubung beginnt die Zerstörung des Bestandsklimas, wenn der Wind mit einer Geschwindigkeit von mehr als 1 m pro Sekunde in Zeilenrichtung oder mit mehr als 2 m pro Sekunde quer zu den Zeilen bläst (VOGT & SCHRUFF 2000).

Ein Eigenklima im Rebestand kommt aber nur bei sonnigem Wetter zustande. Es ist deshalb wichtig zu wissen, welche Windverhältnisse bei solchem Wetter vorherrschen. In Gebieten, wo der Wind bei sonnigem Wetter meist aus Ost oder West weht (z. B. Pfalz, Württemberg, Rheingau, Franken), sollte man, sofern der Zuschnitt des Grundstücks und die Hangrichtung es zulassen, die Zeilenrichtung Nord–Süd wählen. Eine Zeile steht dann schützend vor der anderen quer zum Wind. Die Nord–Süd-Zeilung hat dann auch den Vorteil, dass beide Flanken der Laubwand gleich stark der Sonne ausgesetzt sind. Die Ostseite wird vormittags, die Westseite nachmittags besonnt. In der heißen Mittagszeit dagegen, wenn die Blätter durch die Sonnenstrahlung überhitzt werden könnten, ist keine Flanke der Laubwand der Sonne direkt zugewandt. Nur die äußeren Deckblätter werden von der Sonne getroffen. Die Sonnenstrahlung fällt dann in die Gassen und führt dem Boden Wärme zu, die in der Nacht wieder abgegeben wird.

An der Grenze der klimatischen Anbauggebiete für Reben ist Weinbau nur an besonders wärme-

* Dr. H. Jagoutz (e-mail: heidrun.jagoutz@dwd.de), Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Landwirtschaft, Kreuzweg 25, D-65366 Geisenheim.

begünstigten Standorten möglich. So lassen die aus der Hauptwindrichtung wehenden stärkeren Winde für den Weinbau an Luvhängen in qualitativer Hinsicht wenig Erfolg erwarten. Die Abküh-

lungsgröße kann so beträchtlich sein, dass die zu Wachstum und Reife erforderliche Mindestwärme nicht erreicht wird (HORNEY 1975).

2. Allgemeine Grundlagen

Bestandsklimauntersuchungen im Weinbau führten zu der ganz speziellen Frage nach der Häufigkeit der Windrichtungen bei Strahlungswetter. Die Reben sind in den deutschen Weinbaugebieten, an der Nordgrenze des Weinbaues in Europa, zur Erlangung optimaler Reifegrade auf das Sonderklima angewiesen, das sich unter dem Einfluss der Sonnenstrahlung im geschlossenen Rebbestand ausbildet. Der geschlossene Rebbestand ist bei Sonneneinstrahlung stets wärmer als die Umgebung. Wenn auch die Temperaturunterschiede im Einzelfall nicht sehr groß erscheinen, so ergeben sich doch im Hinblick auf die im Laufe der Vegetationsperiode auflaufenden Temperatursummen erhebliche Auswirkungen. Die Temperaturdifferenzen zwischen Bestand und Umgebung sind bei windstillem Strahlungswetter am größten. Je stärker der Wind ist, umso mehr werden auch die Temperaturdifferenzen durch Auswehen der warmen Bestandsluft nivelliert. Der Wind behindert also die Ausbildung des wärmeren Bestandsklimas und wirkt sich damit negativ auf die Entwicklung der Reben aus (HORNEY 1972).

Die optimale Temperatur für die Reben, d. h. die Temperatur, bei der die Assimilation am in-

tensivsten erfolgt, liegt bei 25 °C (Blatttemperatur) (BOSIAN 1964). Im Frühjahr und vor allem im Herbst in der Reifezeit wird diese Temperatur bei uns nur selten erreicht. Es kommt also für eine gute Qualität sehr auf die Erhöhung der Temperatur im Bestand an. Der Wind wirkt dieser Temperaturerhöhung aber entgegen. Auch an sehr warmen Sommertagen, an denen die Optimaltemperatur weit überschritten wird, ist die Wirkung des Windes nicht positiv. Zwar erhitzen sich bei starker Einstrahlung und hohen Temperaturen die Blätter und der Wind könnte die überhitzten Blätter abkühlen. Aber mit zunehmendem Wind steigt auch die Verdunstung stark an. Unter dem Einfluss eines starken Verdunstungsanspruchs schließen die Reben die Spaltöffnungen. Dadurch wird die Verdunstung zwar herabgesetzt, gleichzeitig aber die Assimilation unterbunden, denn das zur Assimilation notwendige Kohlendioxid wird durch die Spaltöffnungen aufgenommen. Der Wind hat also auch dann eine negative Wirkung, wenn das Auswehen der warmen Bestandsluft wegen des allgemein hohen Temperaturniveaus keine Rolle spielt (SCHNEIDER & HORNEY 1969).

3. Darstellung der Ergebnisse

Bei einer Betrachtung der genannten Wirkungen des Windes wird klar, dass die negative Wirkung der Auswehung der warmen Bestandsluft nur bei Strahlungswetter vorkommen kann, die positive Abtrocknung der Rebstöcke dagegen nach Regenfällen, also meist bei bewölktem Wet-

ter, sofern man im letzteren Falle vom Taubelag nach Strahlungsnächten absieht.

Die Abschätzung der Windverhältnisse in Weinbaulagen spielt sowohl bei der Standortbeurteilung als auch bei der Planung von Windschutzanlagen eine wichtige Rolle.

3.1. Die Windauszählungen in Geisenheim

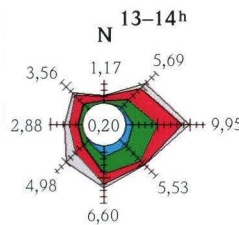
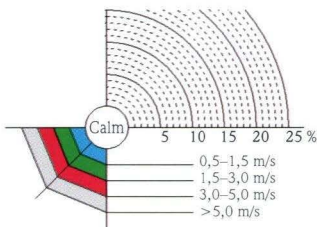
Aus den vorstehenden Überlegungen heraus wurde für Geisenheim für die Monate April bis Oktober die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen für Strahlungstage ausgezählt. Es wird für jeden Tag anhand der gemessenen Sonnenscheindauer entschieden, ob der Tag als Strahlungstag zu bewerten ist oder nicht. Ausgehend von der astronomisch möglichen Sonnenscheindauer werden alle Tage, an denen die Sonne länger oder gleich 50 % der astronomisch möglichen Zeitspanne (ausgerechnet in Minuten) geschienen hat, als Strahlungstage gewertet. Die Aufteilung in Strahlungstage und bewölkte Tage sind in Tab. 1 für die Monate April bis Oktober aufgelistet. Demnach ergibt sich für die Monate April bis September ein um 10–20 % höherer Anteil von bewölkten gegenüber sonnigen Tagen. Im Oktober bildet sich im Rheintal häufig Nebel in den Morgenstunden aus, der aber auch an manchen Tagen länger anhält. Aus diesem Grunde werden in diesem Monat 74 % bedeckte und nur 26 % sonnige Tage gefunden. In dem Zeitraum 1961–1990 wurden für die Vegetationszeit 60 % der Tage als bedeckte und 40 % als sonnige Tage eingestuft.

Im nächsten Schritt wird untersucht, wie sich die Windverhältnisse zwischen sonnigen und bedeckten Tagen unterscheiden. Hierzu wurde eine Auswertung der Windverhältnisse um die

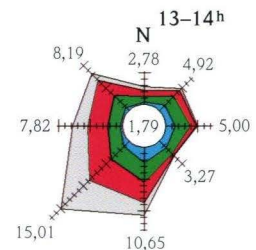
Tab. 1. Die Anteile bewölkter und sonniger Tage während der Vegetationszeit im Zeitraum 1961–1990

Monat	Anteil bewölkter Tage [%]	Anteil sonniger Tage [%]
April	61	39
Mai	58	42
Juni	58	42
Juli	54	46
August	53	47
September	58	42
Oktober	74	26

Mittagszeit (13–14 Uhr) durchgeführt, wobei zwischen sonnigen und bedeckten Tagen unterschieden wird. Die Ergebnisse zeigt Abb. 1a für sonnige und Abb. 1b für bedeckte Tage in Form von Windrosen, die neben der Windrichtung Angaben hinsichtlich der aufgetretenen Windgeschwindigkeiten in vier Stufen enthalten. Im Zentrum der Windrose werden Angaben zum Anteil an windstillen Zeiten gemacht. Die Zahl am Ende der Linie, welche die Windrichtung kennzeichnet, gibt den Anteil von Winden aus dieser Richtung an. In der Abb. 1a, 1b wird dieser Anteil auf alle betrachteten Ereignisse bezogen.



1a sonnig



1b bedeckt

Abb. 1a, 1b. Verteilung von Windrichtung und Geschwindigkeit an sonnigen und bedeckten Tagen in Geisenheim.

Diese Auszählung ergab, dass um die Mittagszeit an Strahlungstagen (Abb. 1a) der Wind in rund 25 % aller Fälle aus E oder ENE weht, bei überwiegend bedecktem Himmel dagegen aus südwestlichen Richtungen. Im Rahmen der Erarbeitung von Unterlagen für die Standortbeurteilung im Weinbau wurden für alle im Weinbaugebiet liegenden synoptischen Stationen Häufigkeitsauszählungen der Windrichtung bei Strahlungswetter durchgeführt, die ebenfalls meistens eine Verlagerung des Schwergewichtes auf E- bis NE-Winde bei Strahlungswetter ergaben. Dabei wird in jedem Einzelfall der Einfluss der Orografie in erheblichem Maße die endgültige Windverteilung bestimmen. Dass der Einfluss der Orografie im Rheingau die Ostkomponente zusätzlich begünstigt, ist ein Sonderfall. Der Einfluss der Orografie kann gelegentlich diese Ostkomponente auch völlig verdecken.

Die Auswertung der Windrichtung

Die Windrichtungen bei Strahlungswetter wurden in dreistündigem Abstand anhand der stündlichen Windauswertungen der Jahre 1961–1990 durchgeführt. Bei der Auszählung wurden auch die Nachtstunden berücksichtigt, da sich aus den Windrichtungen in Strahlungsnächten auch Hinweise auf den Kaltluftabfluss vom Rheingaugebirge ergeben. Es werden nur Strahlungstage (s. o.) berücksichtigt.

Es wurden neben Windstille vier Geschwindigkeitsbereiche unterschieden und zwar:

0,5–1,5, 1,5–3, 3–5 und >5 m/s und größer. Diese Aufteilung wurde gewählt, weil bei Windgeschwindigkeiten von 2 m/s und weniger, (gemessen am Mast in 10 m über Grund) die Luftbewegung in den Weinbergen mit herkömmlichen Zeilenabständen von weniger als 2 m kaum in den Bestand hineingreift, auch wenn der Wind zeilenparallel weht. Weinberge mit Zeilenabständen über 2 m (Weitraumanlagen) werden in Zukunft aus betriebswirtschaftlichen Gründen stark zunehmen. Je größer der Zeilenabstand ist, umso leichter wird auch die warme Bestandsluft ausgeweht, was eine Minderung der erreichbaren Qualität zur Folge hat. Die Ergebnisse sind für die Monate April bis Oktober in den Abb. 2 bis 8 (s. S. 51–57).

Wenn man zunächst die Häufigkeit der Windrichtungen aller dreistündigen Termine für 30 Jahre auszählt, ergibt sich ein Häufigkeitsdiagramm der Windrichtungen, das in charakteristischer Weise drei Richtungen sehr deutlich hervorhebt. Dabei ist die Bevorzugung der SW-Richtung für den hiesigen Raum normal. SW ist hier die häufigste Windrichtung. Daneben fällt jedoch ein sehr enges Maximum um E bis ENE ins Auge. Weiterhin ist ein ausgeprägtes Maximum um NW bis NNW vorhanden, das bevorzugt in den Nachtstunden auftritt. Bemerkenswert ist die geringe Häufigkeit von Winden aus dem nördlichen Sektor während der hellen Tagesphase.

3.1.1. Die Windrichtungen bei Strahlungswetter am Tage

In den Morgenstunden (6–9 Uhr) dominieren auch an Strahlungstagen die Winde aus SW. Im Laufe des Vormittags (9–12 Uhr) ergibt sich ein Maximum aus südlichen und östlichen Richtungen. Am Nachmittag dominieren im Frühjahr und Sommer die Winde aus östlicher Richtung. In dieser Zeitspanne treten auch häufig Wind-

geschwindigkeiten >3 m/s auf. Im Herbst (September und Oktober) werden in dieser Tageszeit zwei Maxima gefunden. Eines mit Winden aus dem NE und ein zweites mit Winden aus SW. Sehr selten treten Winde aus nördlichen Richtungen auf.

3.1.2. Die Windrichtungen bei Strahlungswetter nachts

Das Maximum bei NNW lässt sich erst deuten, wenn man den Tagesgang der Windrichtungen betrachtet. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass während der Tagesstunden bei Einstrahlung die E- und ENE-Winde bei weitem überwiegen. Mit Sonnenuntergang, d.h. im Winterhalbjahr bereits zum 18 Uhr-Termin, im Sommerhalbjahr um 21 Uhr, zeigt sich ein Umspringen des Windes auf NNW. Sobald die Einstrahlung aufhört, beginnt die kühlere Luft von den meist bewaldeten Höhen des Rheingaugebirges ins Tal abzufließen. Im weiteren Verlauf einer klaren Nacht dreht die Windrichtung etwa ab 3 Uhr langsam auf W bis SW. Nach Sonnenaufgang erfolgt dann wieder ein Umspringen auf E bis ENE.

Der Kaltluftabfluss wird natürlich ebenfalls von der Orografie beeinflusst, d. h. er folgt weitgehend den zum Rhein führenden Talzügen, fächert aber im Vorland auf, wobei hier insgesamt eine NNW-Strömung, also senkrecht zum mittleren Hangverlauf, resultiert. In einzelnen Fällen, und zwar insbesondere dort, wo außer Wald noch größere als Kaltluftursprungsgebiet in Frage kommende Acker- und Brachflächen im Einzugsbereich eines solchen Talzuges liegen, erreicht dieser Kaltluftstrom erhebliche Strömungsgeschwindigkeiten. Er hält dann meist auch bis zum Sonnenaufgang an, d. h. im engeren Bereich solcher Kaltluftströme bleibt die Rückdrehung des Windes nach 3 Uhr aus.

3.2. Die Windverteilung im Jahresgang

Die Betrachtung der Winddiagramme im Einzelnen bietet einige weitere Erklärungen für die charakteristischen Häufigkeitsverteilungen. In den Sommermonaten (Juni, Juli und August) treten in der Zeitspanne 9–15 Uhr auch häufig Winde aus südlicher Richtung auf. Im Laufe des Vormittags bilden sich an Strahlungstagen Hangaufwinde aus, die im Rheingau mit der Südrichtung zusammenfallen. Diese lokalen Windsysteme bilden sich an Strahlungstagen im Laufe des Vormittags aus und tragen hier zu dem beobachteten Maximum bei.

Am ausgeprägtesten sind die hier dargestellten Windverhältnisse bei Strahlungswetter im Herbst, d. h. im September und Oktober. Gerade in dieser Zeit liegt das allgemeine Temperaturniveau be-

reits weit unter dem Optimalbereich für die Reben, so dass hier die Erhöhung der Bestandstemperatur durch die Sonneneinstrahlung ganz besondere Bedeutung gewinnt. Daher ist natürlich dann auch ein Auswehen der warmen Bestandsluft besonders nachteilig. Damit ergibt sich für den Rheingau die Folgerung, dass eine Windexposition nach Osten hier besonders ungünstig ist. Natürlich ist dieser Grundsatz auch für andere Gebiete mehr oder weniger gültig, wenn dort bei Strahlungswetter eine Bevorzugung der Ostkomponente in der Windrichtung zu beobachten ist. Allerdings wird diese wohl meistens nicht in einer so engen Bündelung auftreten wie im Rheingau, weil hier die durch die Großwetterlage bestimmte Hauptwindrichtung noch verstärkt wird.

4. Schlussfolgerungen

Zusammenfassend sei hier nochmals festgestellt: Wenn man die Häufigkeit der Windrichtungen an Strahlungstagen auszählt, ergibt sich eine Windverteilung, die erheblich von der allge-

meinen Häufigkeit der Windrichtungen abweicht. Weil die Erwärmung von Rebbeständen durch die Sonneneinstrahlung in unserem Gebiet auf die Qualitätsbildung einen entscheiden-

den Einfluss hat, hat die Kenntnis der Windverteilung bei Strahlungswetter, durch die ggf. dieses günstigere Bestandsklima zerstört werden kann (RICHTER 1965), in der Weinbauökologie eine erhebliche Bedeutung. Die enge Bündelung der Windrichtungen bei Strahlungswetter auf E bis ENE dokumentiert die besonderen Verhältnisse des Rheingaus, weil die Orografie die Windverhältnisse stark modifiziert. Damit ist aber eine besonders negative Auswirkung der Windoffenheit auf nach Osten exponierten Hängen gegeben. Dies ist einer der Gründe für die empirisch bekannte Tatsache, dass Osthänge für den Weinbau wesentlich ungünstiger sind als

Süd- und Westhänge unter sonst gleichen ökologischen Bedingungen.

In klaren Nächten wird die tagsüber vorhandene Ostströmung im Rheingau nach Sonnenuntergang von einer NNW-Strömung überlagert, die ihre Ursache in der von den Rheingauhöhen abfließenden Kaltluft hat. In der zweiten Nachthälfte erfolgt in der Regel ein Rückdrehen des Windes über E auf SW. Mit Sonnenaufgang springt die Windrichtung dann wieder auf E. Bildet sich aber in der Nacht Nebel oder Hochnebel, bleibt die Ostströmung während der ganzen Nacht erhalten.

5. Schriftenverzeichnis

- BOSIAN, G. (1964): Assimilations- und Transpirationsbestimmungen an Reben im Freiland mit klimatisierten Küvetten. – *Weinwissenschaft*, **19**: 265–271; Mainz.
- HORNEY, G. (1972): Die klimatischen Grundlagen des Anbaues von Weinreben in Deutschland. – *Weinberg u. Keller*, **19**: 305–320; Frankfurt am Main.
- HORNEY, G. (1975): Die ökologische Wirkung des Windes. – *Berichte des Deutschen Wetterdienstes*, **138**: 20 S.; Offenbach.
- RICHTER, G. (1965): Bodenerosion. Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik. – *Forsch. dt. Landeskd.*, **152**: 592 S.; Bonn.
- SCHNEIDER, M. & HORNEY, G. (1969): Auswirkungen von Beregnung auf Boden- und Bestandsklima, sowie auf Blatttemperaturen im Weinbau. – *Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft*, **2**: 162–199; Frankfurt am Main.
- VOGT, E. & SCHRUFFT, G. (2000): *Weinbau*. – 456 S.; Stuttgart.

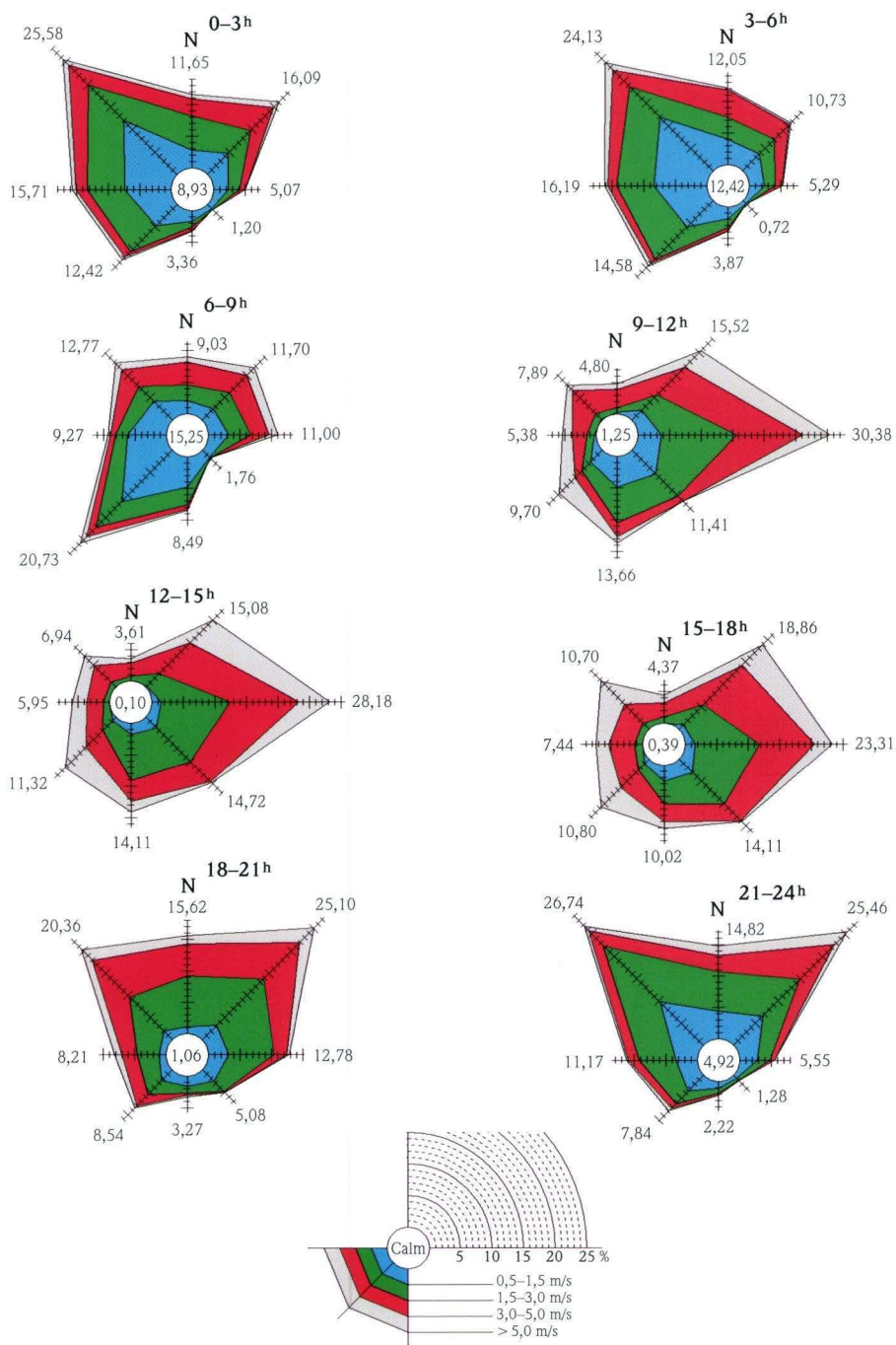


Abb. 2. Mittlere Windrichtungen und -geschwindigkeiten an Strahlungstagen für Geisenheim 1961–1990, Monat April.

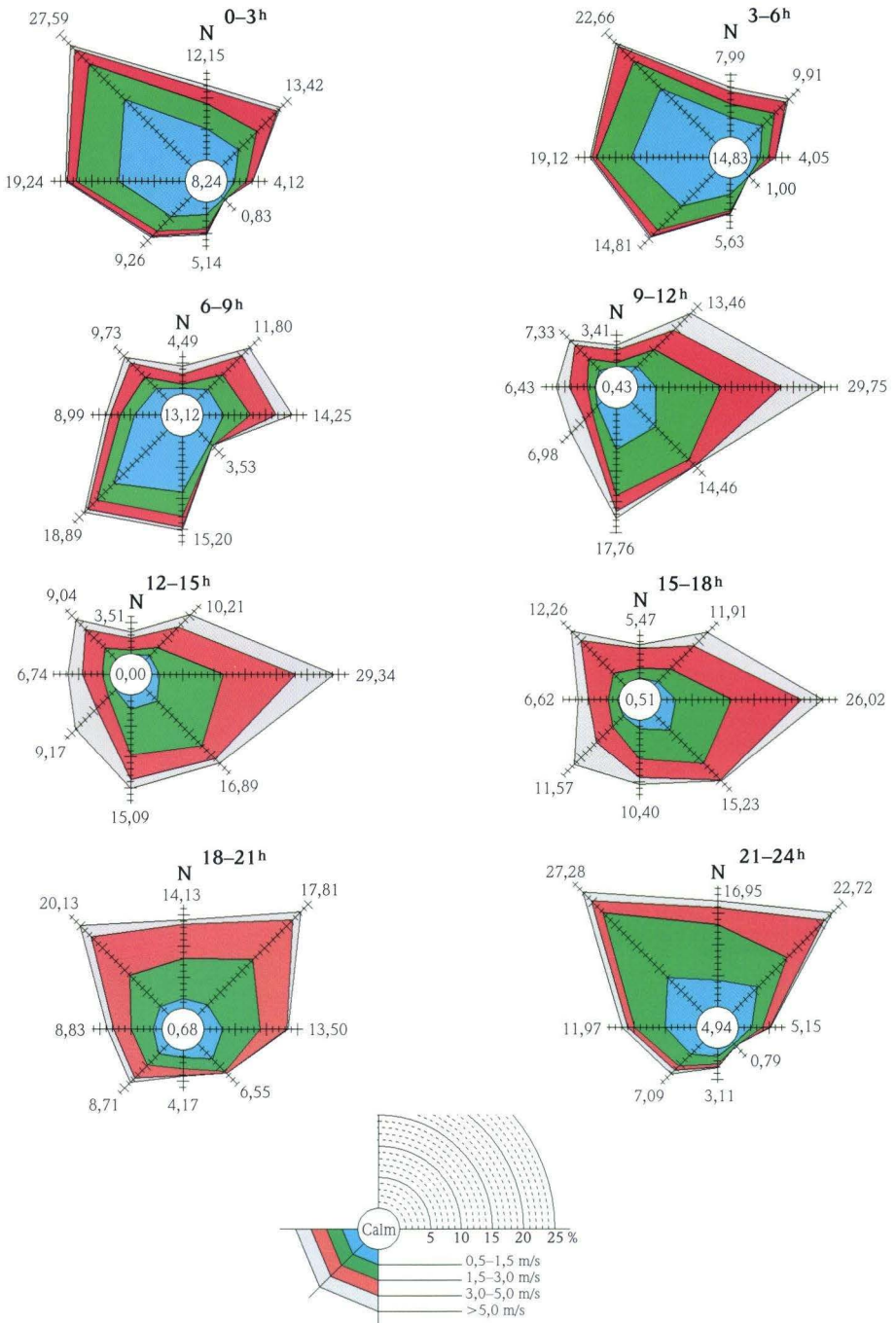


Abb. 3. Mittlere Windrichtungen und -geschwindigkeiten an Strahlungstagen für Geisenheim 1961–1990, Monat Mai.

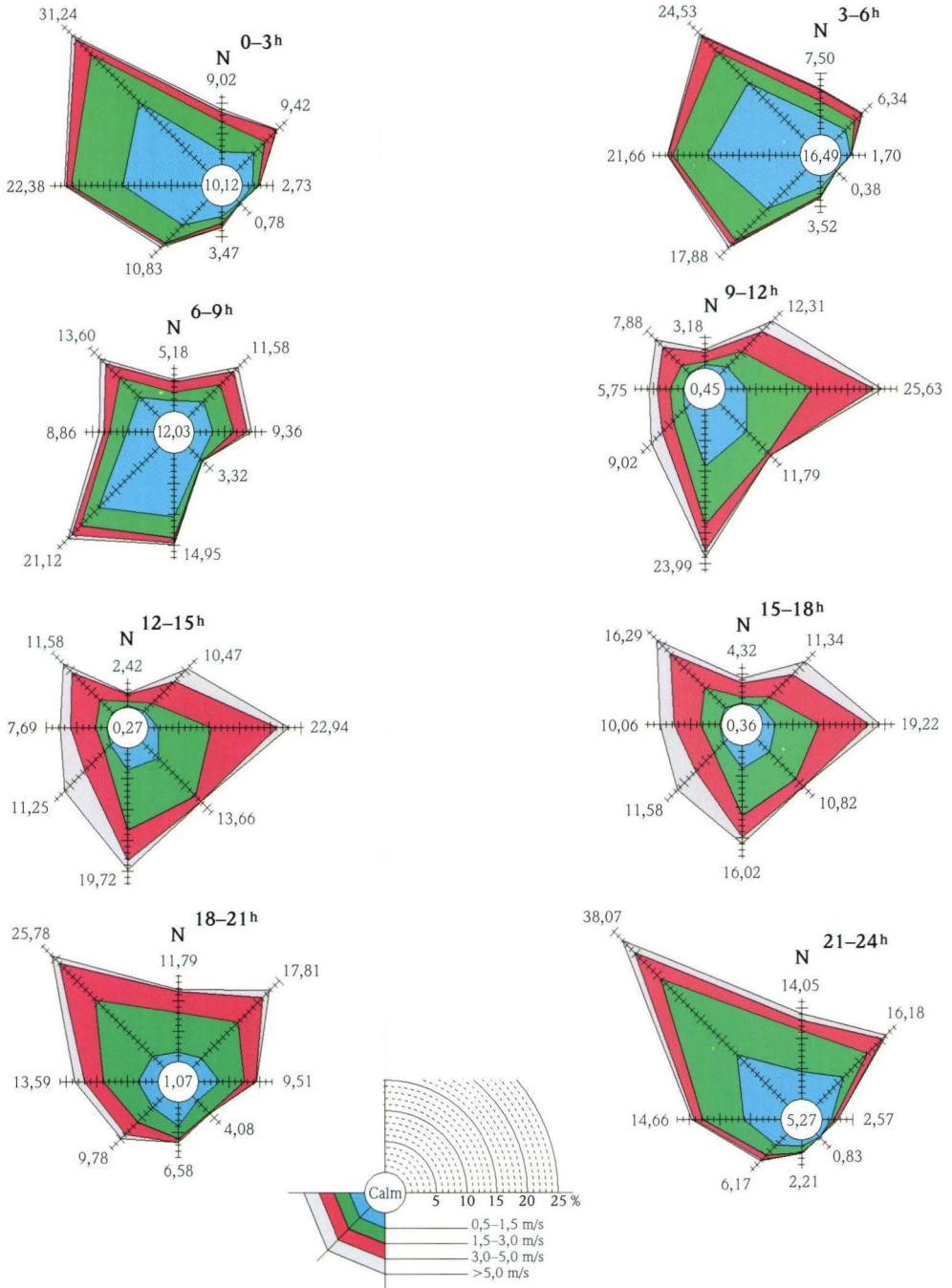


Abb. 4. Mittlere Windrichtungen und -geschwindigkeiten an Strahlungstagen für Geisenheim 1961–1990, Monat Juni.

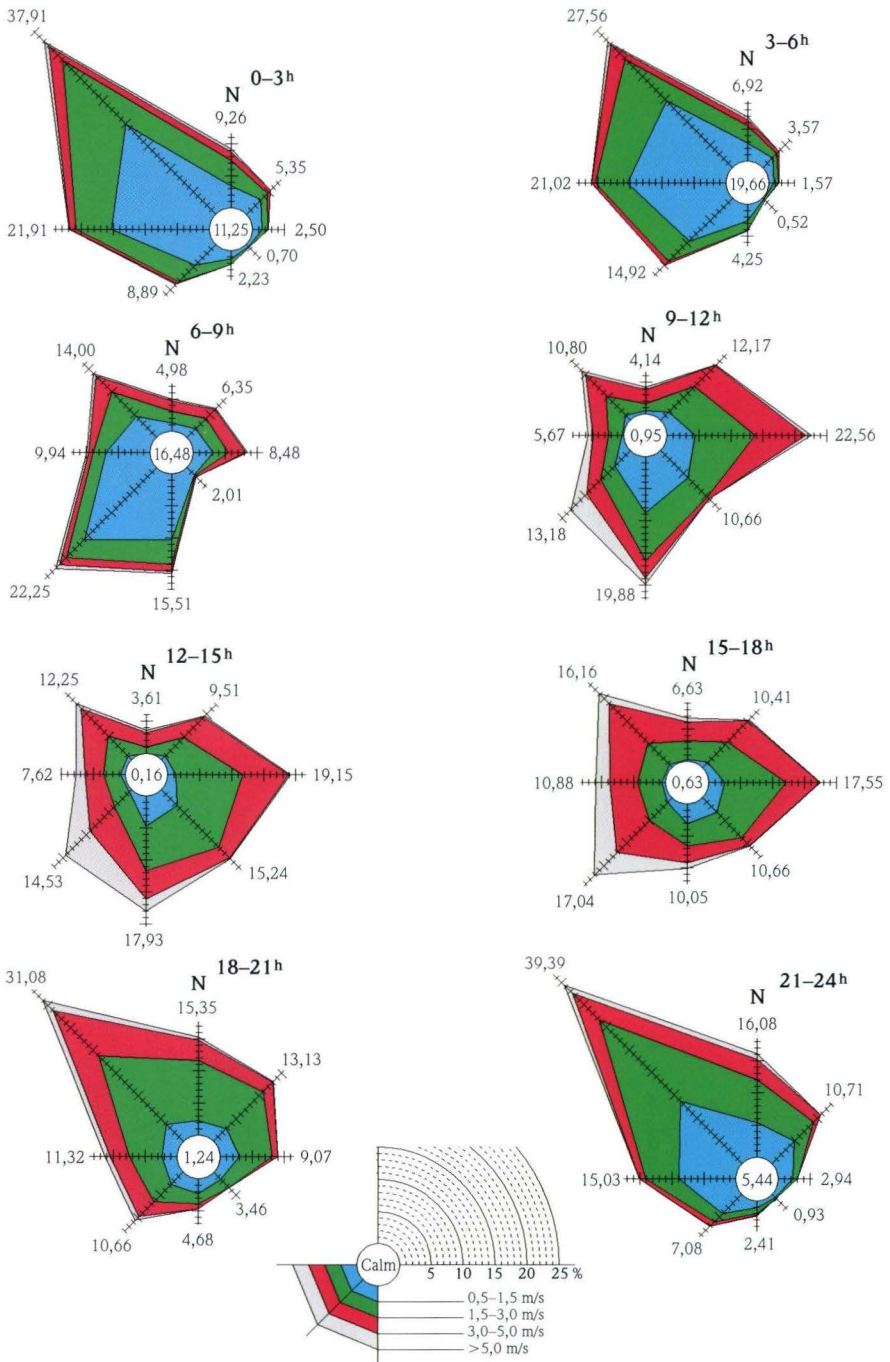


Abb. 5. Mittlere Windrichtungen und -geschwindigkeiten an Strahlungstagen für Geisenheim 1961–1990, Monat Juli.

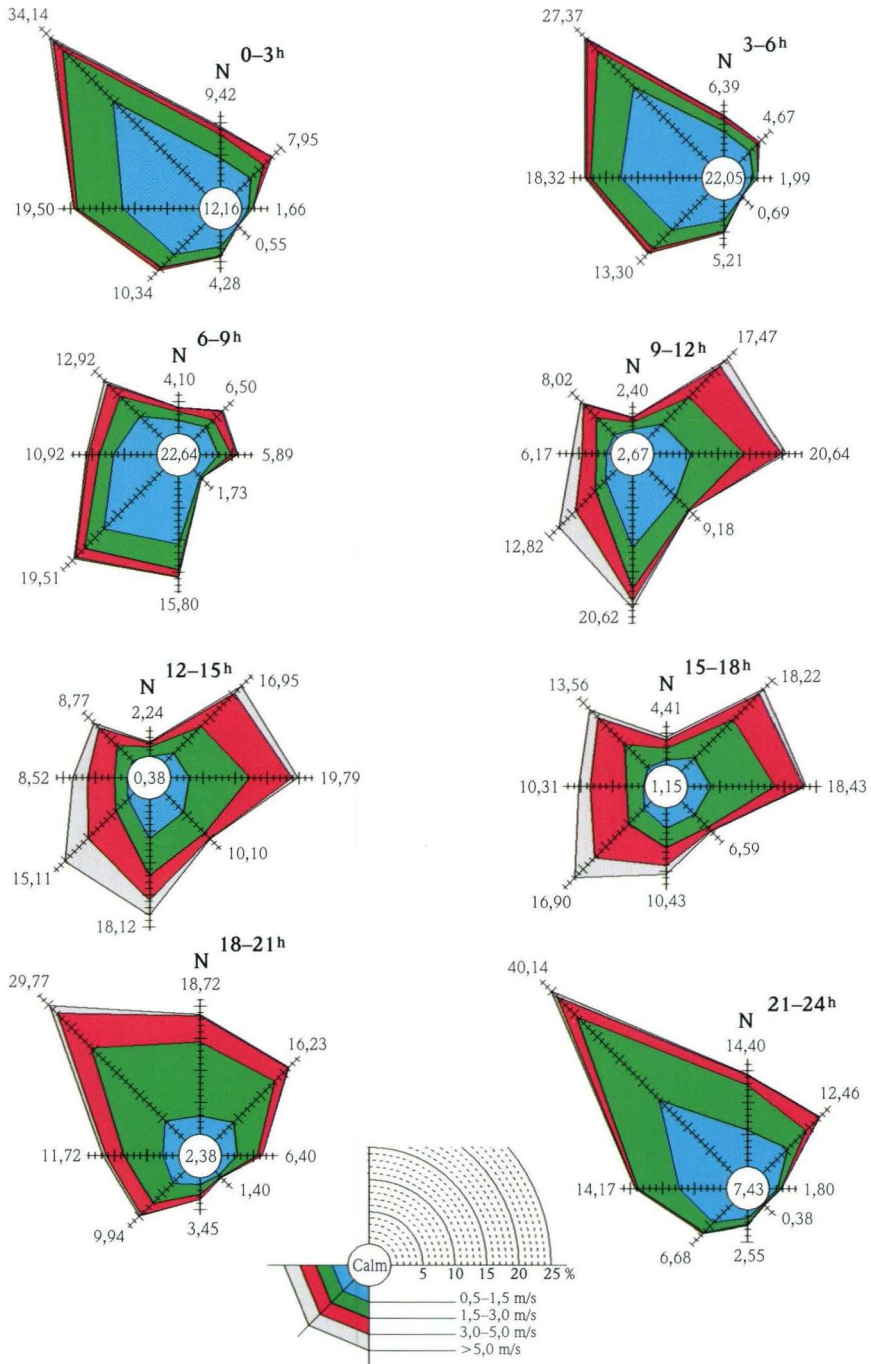


Abb. 6. Mittlere Windrichtungen und -geschwindigkeiten an Strahlungstagen für Geisenheim 1961-1990, Monat August.

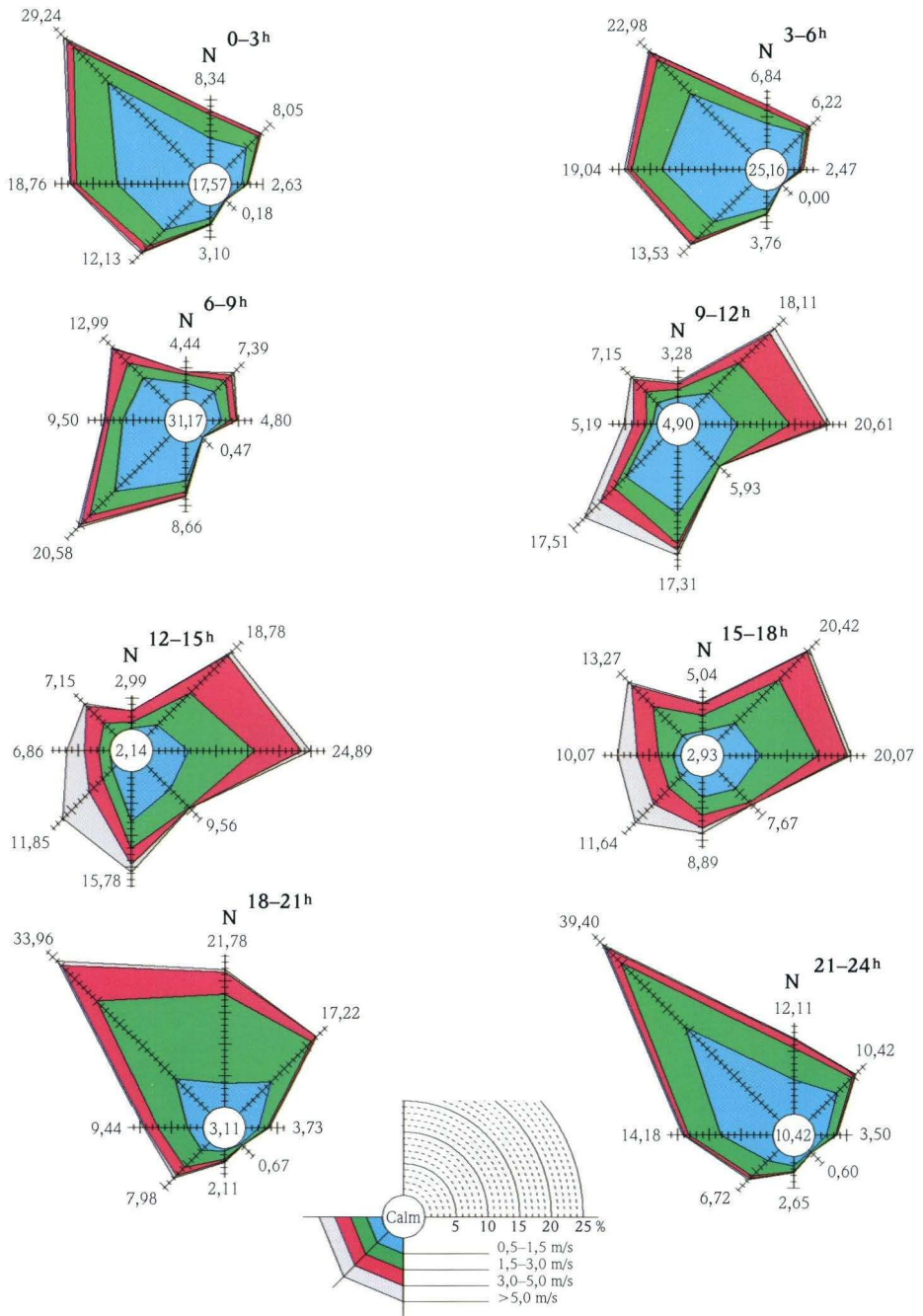


Abb. 7. Mittlere Windrichtungen und -geschwindigkeiten an Strahlungstagen für Geisenheim 1961–1990, Monat September.

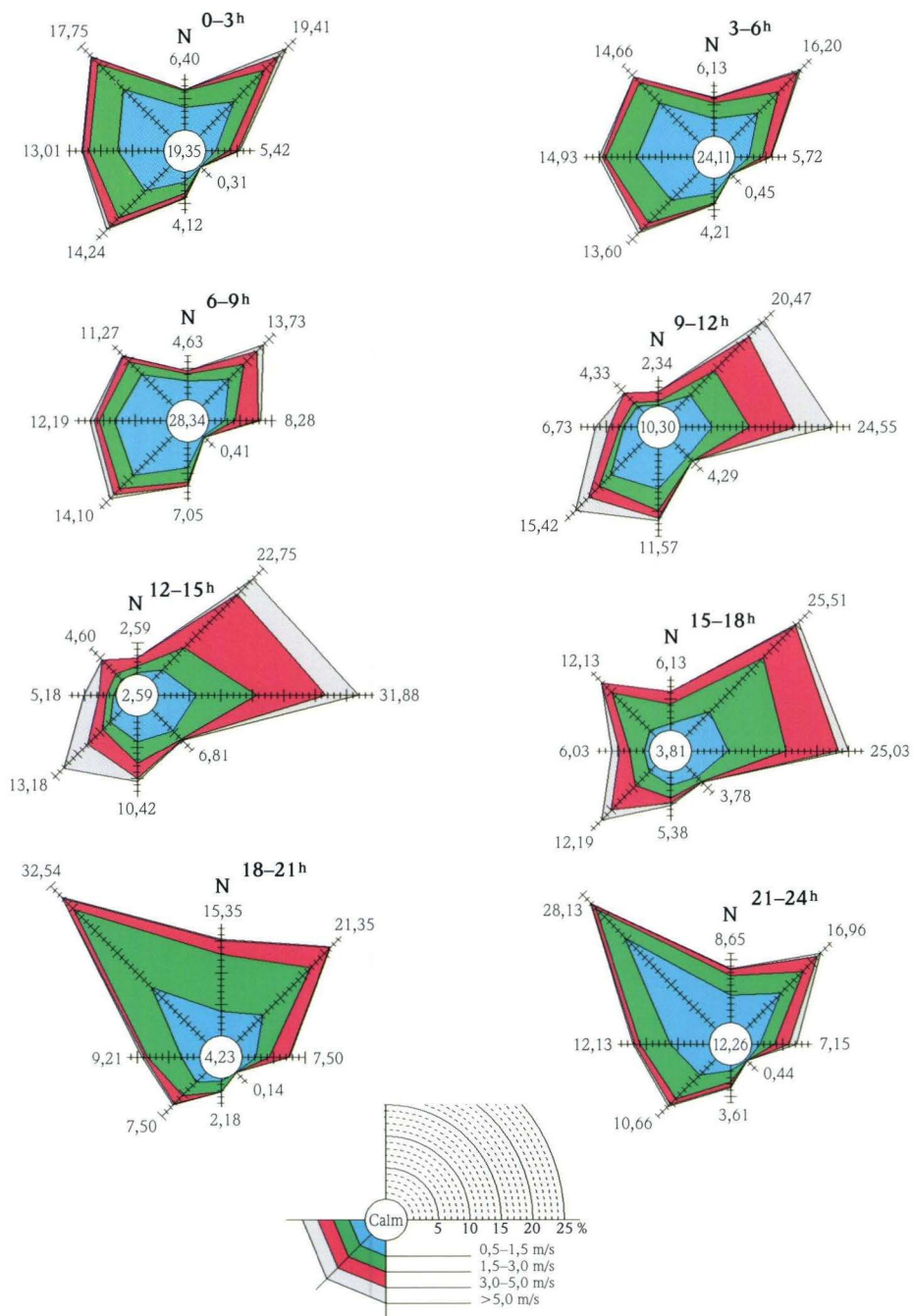


Abb. 8. Mittlere Windrichtungen und -geschwindigkeiten an Strahlungstagen für Geisenheim 1961-1990, Monat Oktober.

Die Böden und ihre Verbreitung in den hessischen Weinbaugebieten

1. Die Weinbaustandortkartierung in Hessen

Seit der Umstellung des Weinbaus auf den Pfropfrebenanbau ist die Ertragsfähigkeit der europäischen Edelreissorten ganz wesentlich von der Bodenverträglichkeit der rebblasresistenten amerikanischen Unterlage abhängig. Daher wurde 1947 zur Förderung des Weinbaus in Hessen mit der systematischen großmaßstäbigen bodenkundlichen Kartierung der Weinbaugebiete Hessens begonnen. Sie hatte zum Ziele, die Bodeneigenschaften zu beschreiben, die zur optimalen Auswahl der Unterlage führen.

Um auch kleinflächige Bodenunterschiede zu erfassen, wurden pro Hektar 40–50 Zweimeter-Bohrungen niedergebracht. Insgesamt erstreckt sich die Kartierung über ca. 10 000 ha, die weit über die tatsächlich bestockte oder genehmigte Weinbaufläche hinausgeht. Die Feldaufnahmen wurden durch umfangreiche Laboruntersuchungen ergänzt.

Nach vorläufigem Abschluss der Arbeiten im Jahre 1958 lagen 183 Bodenkarten in den Maßstäben 1:2 000 und 1:2 500 mit ca. 1 700 Bodeneinheiten vor. Diese Karten sind bisher unveröffentlicht, liegen aber den jeweiligen Gemeinden vor oder können beim Hessischen Weinbauamt in Eltville eingesehen werden (vgl. PINKOW 1948 und ZAKOSEK et al. 1979). Die Kartengrundlagen wurden in den letzten Jahren digital aufbereitet und werden in naher Zukunft

im Rahmen des Fachinformationssystems Boden/Bodenschutz (FISBO) zur Verfügung gestellt.

Nach Abschluss der Kartierungen wurde auf dieser Grundlage in enger Zusammenarbeit mit der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Geisenheim des Deutschen Wetterdienstes und dem Institut für Rebenzüchtung und Rebenveredlung der Forschungsstelle Geisenheim der Fachhochschule Wiesbaden die Weinbau-Standortkarte Rheingau 1:5 000 herausgegeben. Die Karten enthalten neben der Bodenkartierung auch die Ergebnisse der agrarmeteorologischen Kartierung und die Erfahrungen der bodenangepassten Adationsprogramme mit den wichtigsten Unterlagssorten und münden in eine Sorten- und Anbauempfehlung. Das Kartenwerk umfasst inzwischen 16 Blätter, die den größten Teil des Naturraumes Rheingau und Maingau abdecken, und ist über den Vertrieb des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie zu beziehen.

Im Zuge der Fortschreibung der Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete (ZAKOSEK et al. 1967) wurde die Bodenkarte der Weinbaugebiete Hessens 1:50 000 inhaltlich überarbeitet und räumlich im Wesentlichen um das bisher fehlende Gebiet Groß-Umstadt erweitert. Die Bearbeitung wurde 1995 noch am damals bestehenden Hessischen Landesamt für Bodenforschung abgeschlossen.

* Dr. K. Friedrich (e-mail: k.friedrich@hlug.de), Prof. Dr. K.-J. Sabel (e-mail: k.sabel@hlug.de), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, D-65203 Wiesbaden.

2. Die ökologischen Bodengruppen der Weinbau-Standortkarte

Generell werden alle Weinbergsböden in der Bodenkunde als Rigosole typisiert und der Klasse der Terrestrischen Kulturosole (Terrestrische anthropogene Böden) zugeordnet. Sie sind also ganz wesentlich durch die Tätigkeit des Menschen verändert und geschaffen worden.

Fast alle Weinberge werden vor der Neuanlage tiefgründig umgegraben (rigolt). Vor der Umstel-

lung des europäischen Weinbaues auf reblausresistente Unterlagssorten erfolgte dies in einem Turnus von 30 bis 80 Jahren, selten über 100 Jahre. Seither (von 1850 bis zur Gegenwart) sind Neuanlagen sogar alle 20 bis 40 Jahre notwendig geworden. Wenn man bedenkt, dass ein Teil der hessischen Weinbaufläche schon zu karolingischer Zeit angelegt wurde, so kann man für diese Weinberge mindestens einen 15- bis 20-fachen Rigolvorgang annehmen. Das Rigolen erfolgte bis vor 50 bis 60 Jahren fast ausschließlich von Hand (Umsetzen mittels Handgeräten) und bis zu einer Tiefe von 100 cm. Heute benutzt man überwiegend Rigolpflüge mit einer Arbeitstiefe zwischen 40 und 80 cm. Durch die wiederholten tiefgründigen Rigolarbeiten wurde die natürliche Horizontabfolge der Böden zerstört und das Bodenmaterial miteinander vermischt (Abb. 1). Da die Weinbergsböden außerdem zu großen Flächenanteilen aus Böden mit geringer Entwicklungstiefe hervorgegangen sind, wurde beim Rigolen auch unverwittertes Gestein erfasst und dem R-Horizont (R von Rigolen oder Roden) beigemischt. Zur Bodenverbesserung waren darüber hinaus besonders vor der „Kunstdüngerzeit“ Überschieferung und -mergelung, Lössüberdeckung usw. üblich. Dabei wurden z. T. wiederholt große Mengen Fremdmaterial aufgebracht. Aber auch heute wird noch Boden- und Gesteinsmaterial in die Weinberge gefahren, ferner oft große Mengen Erdaushub, Kohlenschlacke, Trester, Schlamm, Kompost usw.

Die Weinbergsterrassen, die vornehmlich im Mittelrheintal verbreitet sind, sollten ursprünglich die Bewirtschaftung erleichtern und den Boden vor Abtrag schützen. Bei ihrer Anlage erfordern sie jedoch, besonders in stark geneigten Lagen, große Erdbewegungen, da die Trockenmauern im festen Untergrund verankert werden und die Lockergesteinsdecke entsprechend tief abgeräumt wird. Das dabei gewonnene Material wurde zum Auffüllen der Weinberge verwandt. In den eng terrassierten Steillagen gibt es daher Bö-



Abb. 1. Typischer Rigosol mit grobbodenreichem aufgefülltem Bodenmaterial bis 1 m u. Fl. über tertiärem Meeressand (Greifenberg).

den, die fast ausschließlich aus Gesteinsmaterial bestehen, das bei der Anlage gewonnen und neu eingebaut wurde.

Sehr häufig sind also Weinbergsböden zu finden, bei denen der natürliche, ursprüngliche Boden fehlt, also erodiert ist. Über den Bodenausgangsgesteinen des Untergrundes wurde dann aber wieder zur Bodenverbesserung standortfremdes Bodenmaterial häufig zwischen 50 cm und mehreren Metern Mächtigkeit aufgetragen. Abb. 1 zeigt einen typischen aufgeschütteten Standort mit weitgehend ortsfremdem Material. Nicht selten wurde – wie im Beispiel – auch steiniges Material verwendet, das die Erosionsanfälligkeit herabsetzt. Um dem Lagencharakter treu zu bleiben, sollte bei der Neuanlage von Wingerden unter dem Gesichtspunkt der „Bodenverbesserungsmaßnahmen“ in Zukunft wieder stärker standortgerechtes Material verwandt werden, wie dies auch nach § 12 der Bundesbodenschutzverordnung gefordert wird (vgl. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie 2003).

Neben diesen beachtlichen Flächearealen der extrem starken Überprägung der Böden durch Auffüllung und Umlagerung finden sich auch noch vielerorts die traditionellen Rigosole, die aus dem reinen Umgraben der anstehenden Böden entstanden sind (Abb. 2). Dabei wird ein Teil der originären Bodenhorizontierung und das Bodengefüge zerstört und alles miteinander vermischt. Erhalten bleibt dagegen die mineralische Matrix, die ihre Eigenschaften und Merkmale weitgehend an den Rigosol weitergibt. So erwirbt jeder Rigosol seine charakteristische Eigenart. Je nach Mächtigkeit der Bodendecke ist der ursprüngliche Boden unter dem Rigolhorizont noch erkennbar oder im Mischhorizont diagnostizierbar. Bodentypologisch werden die Rigosole dann meist als Übergangssubtyp in Kombination mit dem Ursprungstyp ausgedrückt: Parabraunerde-Rigosol ist ein Rigosol aus Parabraunerde-material. Die Kombination des Übergangssubtypes mit dem Ausgangssubstrat der Bodenbildung zur Bodenform ergibt die hohe Zahl der Leitbodenformen der Bodenkarten.

Aus Gründen der besseren Handhabung für eine Standortbeurteilung wurden die vielen Bodeneinheiten zu sieben Bodengruppen zusammengefasst und zu ihrer Aggregation weinbau-ökologische Gründe herangezogen (Tab. 1). Da die Reben im schwach sauren bis neutralen Milieu bei ausgeglichenem Bodenwasserhaushalt am besten gedeihen, standen als Kriterien der Wasserhaushalt und die Bodenreaktion im Vordergrund.

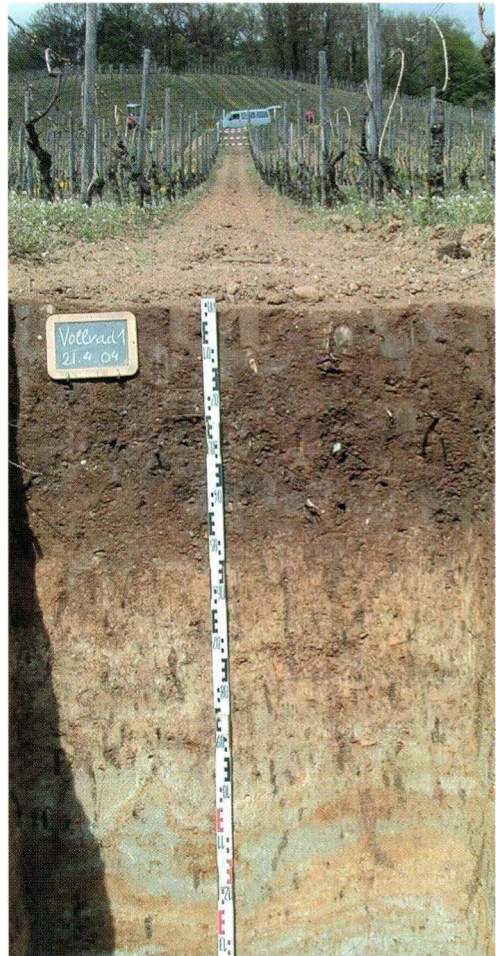


Abb. 2. Typischer Rigosol mit verändertem Oberboden durch Tiefumbruch bis ca. 55 cm u. Fl. über marinem Tertiär (Greifenberg).

Tab. 1. Die sieben Bodengruppen der hessischen Weinbaugebiete.

Bodengruppe I	vorwiegend flachgründige, sehr steinreiche, trockene, meist kalkfreie Böden
Bodengruppe II	mittel- und tiefgründige, steinreiche, lehmige, trockene bis frische, meist kalkfreie Böden
Bodengruppe III	tiefgründige, steinarme, lehmige, frische, basenreiche, meist kalkfreie Böden
Bodengruppe IV	lehmig-tonige, z.T. steinführende, häufig staunasse, meist kalkfreie Böden
Bodengruppe V	tiefgründige, nur vereinzelt steinführende, schluffige, vereinzelt sandig-lehmige, trockene bis frische, meist kalkhaltige Böden a) tiefgründige sandige bis sandig-schluffige, meist kalkhaltige Böden
Bodengruppe VI	tiefgründige, häufig steinführende, tonig-lehmige, frische bis feuchte, meist kalkhaltige Böden
Bodengruppe VII	tonige, steinarme, häufig staunasse, meist kalkhaltige Böden

Im Weiteren werden die Bodengruppen besprochen:

Die **Bodengruppe I** ist in den hessischen Weinbaugebieten mit ca. 3,5 % Flächenanteil nur gering vertreten. Sie erstreckt sich auf exponierte Reliefpositionen wie Oberhänge und Kuppen mit steinigen, lössarmen Solifluktonsdecken über carbonatfreien Festgesteinen wie Quarzit, Schiefer, quarzitischer Sandstein, Phyllit und Gneis (Rheingau) sowie Sandstein, Granodiorit und Diorit (Bergstraße, Groß-Umstadt). Zu den entsprechenden Lockergesteinen zählen pleistozäne Kiese und Sande der Rheinterrassen und der tertiäre Meeressand (Rheingau, Maingau). Die Rigosole sind aus z.T. flachgründigen Rankern, Braunerden oder Braunerde-Parabraunerden sowie Regosolen hervorgegangen, die nährstoffarm und sauer sind und oft nur einen eingeschränkten Wurzelraum bieten. Die groben Bodenarten sorgen für einen vorzüglichen Lufthaushalt und ermöglichen eine hohe Wasserdurchlässigkeit, mindern aber die Wasserspeicherung. Ihre Feldkapazität ist so gering, dass selbst in feuchten Jahren der Wasserbe-

darf der Reben nicht ausreichend gedeckt wird. Befriedigende Erträge sind auf diesen Trockenstandorten nur durch Bewässerung zu erzielen.

Die **Bodengruppe II** erstreckt sich auf die meist lösshaltigen und mächtigeren Solifluktonsdecken, die nicht nur Gesteinsschutt, sondern auch verwittertes Untergrundgestein aufgearbeitet haben. Ihre Verbreitung ist auf steilere Hänge oder höhere Lagen begrenzt. Des Weiteren sind auch die Böden über kiesig-sandigem Untergrund mit einem deutlich erkennbaren Lössanteil subsumiert. Zu den Ausgangsbodenformen zählen lösshaltige, kolloidreichere Braunerden und (oft erodierte) Parabraunerden. Ihr höherer Ton- und Schluffgehalt verbessert die Feldkapazität, ohne jedoch eine zeitweise Austrocknung zu verhindern. Sie sind überwiegend nährstoffarm und sauer. Diese standörtlichen Defizite können durch Bodenmeliorationsmaßnahmen wie Feinerdezufuhr oder durch gezielte Bewässerung ausgeglichen werden.

Die **Bodengruppe III** umfasst die Standorte mit sehr günstigen Eigenschaften. Neben einem

ausgeglichener Wasserhaushalt mit meist hoher nutzbarer Feldkapazität ohne Austrocknungsgefahr oder Staunässe weisen diese Rigosole eine nährstoffreiche und nur schwach sauer reagierende tiefgründige Bodenmatrix auf, die eine optimale Ausbildung des Wurzelwerkes gestattet. Ursprünglich handelte es sich um tief entwickelte Parabraunerden aus Löss und Sandlöss vornehmlich auf Verebnungen tieferer Lagen und auf gestreckten oder schwach konkaven Mittelhängen sowie um Kolluvisole aus umgelagertem Parabraunerdematerial in Unterhangpositionen. Abweichend von der Bodenkarte der 1. Auflage werden in dieser Ausgabe auch Bodenformen aus lössreichen Solifluktuionsdecken über (umgelagertem) lehmig-tonigem Zersatz oder vergleichbaren Gesteinen (ehemals Bodengruppe II) in die Bodengruppe III aufgenommen. Zahlreiche bodenphysikalische Untersuchungen rechtfertigen ihre Höherstufung.

Die Böden der **Bodengruppe IV** sind durch Staunässemerkmale gekennzeichnet, d. h. das Sickerwasserdargebot überfordert zumindest zeitweise die Wasserleitfähigkeit des meist verdichteten Unterbodens und es vernässen dann auch die Bodenluft führenden Grobporen des Oberbodens. Die Folgen sind ein unausgeglichener Lufthaushalt mit episodischem Sauerstoffmangel, Absenkung des pH-Wertes und Basenverarmung. Wegen ihrer besonders im Winterhalbjahr anhaltenden Wassersättigung erwärmen die Böden im Frühjahr nur zögerlich. Da der Wurzelraum wegen des Verdichtungshorizontes auf den Oberboden beschränkt ist, leiden diese Standorte während sommerlicher Trockenperioden zusätzlich an Austrocknung. Die dargestellten Merkmale und Eigenschaften liegen in verschiedener Intensität vor und können auch reliktsch, d. h. nicht mehr aktuell sein. Verbreitet sind diese Böden in den höheren Lagen des Rheingaus, wo auf Plateaus und schwach geneigten Oberhängen toniger Gesteinszersatz nur von einer geringmächtigen leichteren Deckschicht überwandert wurde. Vergleichbar staunass können auch die tertiären Tone des Mainzer Beckens an den Flanken der Seitentäler wirken.

Die **Bodengruppe V** besitzt in Hessen die weiteste Verbreitung. Die Böden sind meist aus Pararendzinen aus Löss hervorgegangen, die ihrerseits Erosionsformen der Parabraunerde darstellen. Sie treten bevorzugt in hängigem Gelände auf, wo die schluffreichen Böden einer erhöhten Erosionsgefahr unterliegen. Neben der alkalischen Bodenreaktion neigen erodierte Lössstandorte in meist exponierter Lage bei sommerlicher Trockenheit eher zu Trockenstress, wogegen der günstige Lufthaushalt und die Tiefgründigkeit diese Lagen aufwerten.

Die **Bodengruppe Va** wurde als Untereinheit zur Bodengruppe V neu eingeführt. Sie wird schwerpunktmäßig ebenfalls durch Pararendzinen repräsentiert, allerdings aus kalkhaltigen Flugsanden, z. T. aus Lösssand. Diese im Pleistozän aus den Schotterfluren ausgeblasenen Flugsande bis Lösssande beschränken sich auf Flächenbereiche an der Bergstraße im Übergang von der Oberrheinischen Tiefebene zum Odenwald und den nördlich des Mains anschließenden Bereichen des Maingaus.

Die **Bodengruppe VI** nimmt in erster Linie die Talebenen der Flüsse und Bäche ein und ist auf Auenböden beschränkt. Ausgangssubstrate der Bodenbildung sind kalkhaltige fluviale feinkörnige, meist sehr schwach humose Sedimente mit hohem Nährstoffgehalt. Verbreitet sind semiterrestrische Böden vom Braunen Auenboden bis zum Auengley mit mehr oder minder stark schwankendem Grundwasserspiegel, teilweise sind die Böden sogar überflutungsgefährdet. Für die Reben durchwurzelbar ist lediglich der längerfristig belüftete Raum oberhalb des Grundwasserspiegels, der mindestens 0,8 m unter Flur liegen sollte, da sonst der Wurzelraum nicht ausreicht.

Die **Bodengruppe VII** stellt typologisch Pararendzina-Rigosole aus tertiärem Ton- und Schluffmergel dar und ist auf das Mainzer Becken begrenzt. Vielfach sind es im Oberen Rheingau und im Maingau die SW-exponierten steilen Hangflanken, wo die Schichten von den Gerinnen unterschritten und wegen der Hängigkeit nicht

von mächtigem Löss verhüllt sind. Sie besitzen eine hohe Feldkapazität mit einem großen Totwasseranteil, eine Bodenwasserreserve, die der Pflanze nicht zur Verfügung steht. Zudem wird ihre Standort eignung durch eine geringe Wasserleit-

fähigkeit und einen mangelhaften Lufthaushalt beschränkt. Die Quellungs- und Schrumpfdynamik erschwert die Bearbeitung und Durchwurzelung der Standorte erheblich.

3. Die Weinbaugebiete und ihre Böden

Die hessischen Weinbaugebiete Mittelrhein, Rheingau, Maingau, Bergstraße und Dieburger Becken weisen sehr unterschiedliche naturräumliche Ausstattungen hinsichtlich ihrer Oberflächengestalt und ihres Untergrundgesteins auf. Da sich die Böden, ihre Eigenschaften und Merkmale u. a. aus diesen Faktoren herleiten, entstehen charakteristische, regional individuelle Bodengesellschaften, die sich auch in dem Spektrum der Weinbergböden widerspiegeln. Ihre Verteilung hat neben bodenbürtigen vor allem aber anbautechnische Gründe.

Die Weinbauwürdigkeit eines Standortes wird neben der allgemeinen landschaftsklimatischen Gunst durch Exposition und Inklination, also Ausrichtung und Neigung einer Fläche zur Sonneneinstrahlung, beeinflusst. Zur optimalen Ausnutzung des Strahlungsangebotes wird eine Annäherung an eine senkrechte Einstrahlung angestrebt, was in unseren Breiten nur in Hangpositionen ermöglicht wird. Generell gilt, dass nach Süden orientierte, stärker geneigte Hänge unterhalb einer landschaftsspezifischen orographischen, weil klimatischen Grenze, dem Strahlungsbedürfnis der Reben gerechter werden. Für den Wärmehaushalt spielen daneben noch geländeklimatische Besonderheiten wie Bewindung oder Auskühlung eine bedeutende Rolle. Zusätzlich wirken sich noch der Bodenluft- (leichte und schnelle Erwärmung im Frühjahr, Sauerstoffmangel durch Staunässe) und Bodenwasserhaushalt (Gefahr der Austrocknung oder Grundwasseranstieg in den Wurzelraum) sowie die Gründigkeit (ausreichender Wurzelraum) für die Auswahl des Standortes aus. Daher werden bestimmte Ele-

mente einer Bodenlandschaft zum Weinbau bevorzugt.

Wie schon oben in der Kurzbeschreibung zu den Bodengruppen angedeutet, beinhalten die Weinbaugebiete und darüber hinaus differenziert die einzelnen Großlagen sehr individuelle Bodengesellschaften. Einen generellen Überblick zur Verbreitung der Bodengruppen in den Großlagen gibt uns neben der Karte der Bodengruppen die Flächenübersicht in Abb. 3. Grundsätzlich zu ersehen ist hier schon die generelle Dominanz der Bodengruppen II, III und V, die in einzelnen Lokalitäten von anderen Gruppen in ihrer Bedeutung überragt werden. Dies ist beispielsweise bei den Ton- und Mergelstandorten der Bodengruppe VII im Maingau der Fall. Die Übersicht zeigt aber auch grundlegend die Heterogenität der einzelnen Großlagen auf, die sich unter den Gesichtspunkten des Terroir auf die Gestalt der Weine auswirkt. Im Folgenden werden die Weinbaugebiete mit ihrem Bodeninventar betrachtet, um die lokalen Besonderheiten zu beleuchten.

Die mit Abstand größte Anbaufläche erstreckt sich im **Rheingau (Oberer Rheingau)** auf ca. 25 km zwischen Wiesbaden und Rüdesheim, auf 3–6 km Breite, parallel zum Rhein. Die sanft gewellte Hügellandschaft wird vom Verlauf des Rheins nach Rüdesheim hin zunehmend verengt, bis sie bei Assmannshausen vom Taunuskamm abgeschnürt wird. Die nach Süden exponierte Abdachung vom Fuße des Taunuskammes bis zum Strom wurde von den Seitenbächen in zahlreiche lang gezogene Rücken und Riedel zertalt.

Der größte Teil des Rheingaus zählt geologisch zum Mainzer Becken, einem tertiären Senkungs-

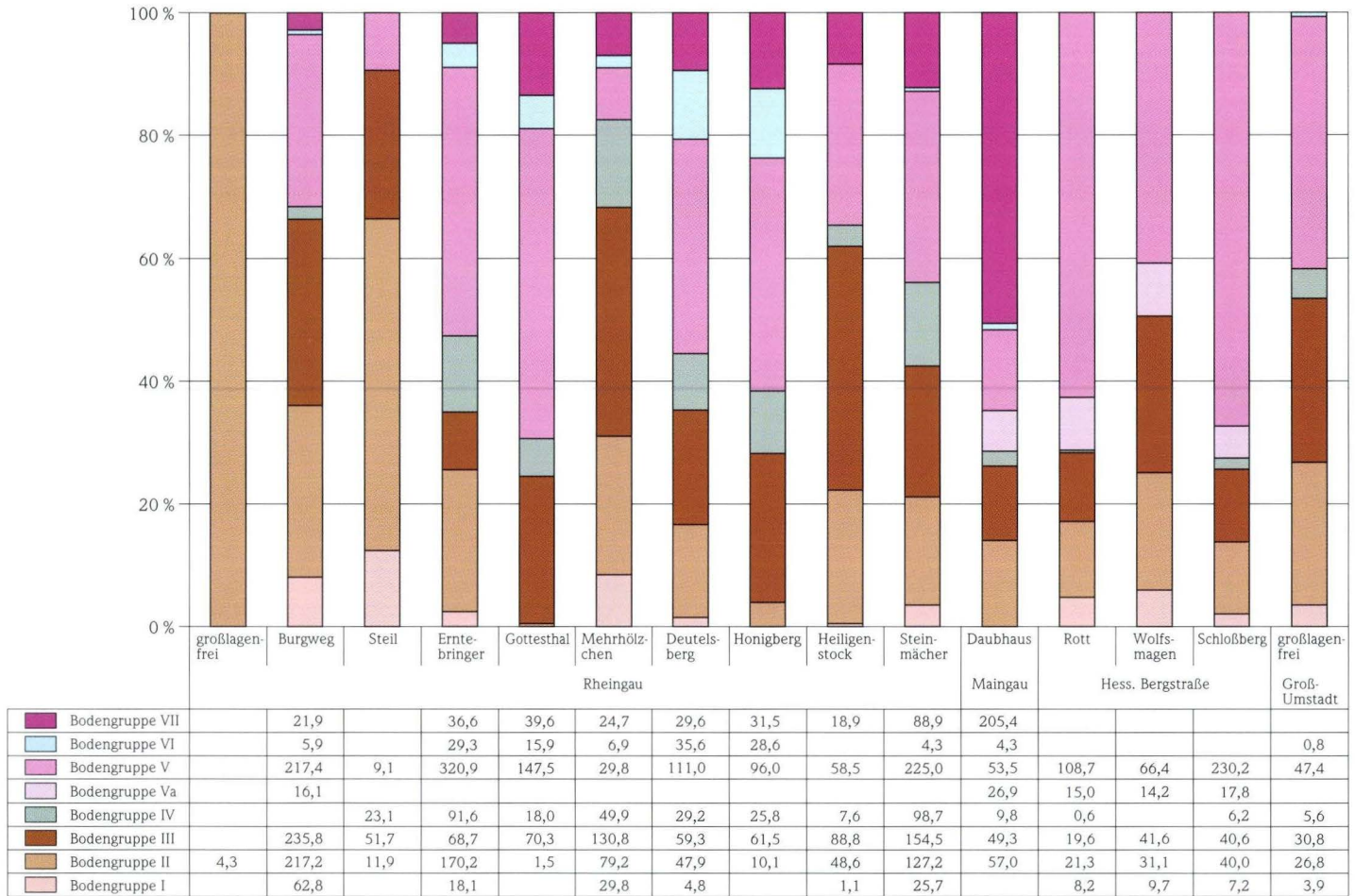


Abb. 3. Flächenanteile der Bodengruppen nach Großlagen (Anteil in der Großlage – Graphik; Fläche in ha – Tabelle).

gebiet, das mit Sanden, Tonen, Mergeln und Kalken verfüllt wurde. Morphologisch unmerklich wird taunuswärts die Randverwerfung des Mainzer Beckens überschritten, und der Untergrund wechselt zu teilweise tiefgründig zersetztem Phyllit, Serizitgneis und Schiefer des Rheinischen Schiefergebirges. Westlich Rüdesheim bilden auch Quarzite und Sandsteine des Naturraumes Taunuskamm den Untergrund. Zudem haben die älteren Flussverläufe des Rheins in verschiedener Höhenlage Sande und Kiese in Form einer Terrassentreppe hinterlassen.

Diese Gesteine bilden den tieferen Untergrund, in der Regel aber nicht die Ausgangsgesteine der Bodenbildung. Hier ist in erster Linie der Löss oder Sandlöss zu nennen, der als Flugstaub aus der kaltzeitlichen Schotterflur des Rheins ausgeweht und im Umfeld wieder abgelagert wurde. In Flussnähe findet man ihn in mächtigen Schichten, die mit dem Anstieg zum Taunus immer stärker ausdünnen und nur noch als geringmächtiger Schleier auftreten. Dies ist einerseits darauf zurückzuführen, dass mit wachsender Entfernung vom Fluss weniger Flugstaub angeliefert wurde, andererseits dürfte er in den steileren Reliefpositionen schlechter erhalten geblieben sein. Stattdessen herrschte in diesen Arealen Bodenfließen (Solifluktion) vor, bei dem während verschiedener Phasen der Eiszeiten sommerlich aufgetautes und zerfrorenes Gestein breiartig über den gefrorenen Untergrund die Hänge hinabkroch und sich mit dem eingewehten Staub vermischte. Diese kaltzeitlichen Solifluktionsdecken wurden mit Beginn der heutigen Warmzeit inaktiviert, sind in höheren Lagen und steilen Reliefpositionen allgegenwärtig und stellen das Ausgangsgestein der Bodenbildung dar. Abschließend sei noch auf die jungen, feinkörnigen Ablagerungen der Flüsse und Bäche, den Auen- und Hochflutlehm, verwiesen, die die Schotterkörper bedecken.

Die natürliche Bodengesellschaft des Rheingaus wird auf den Lössen von den tiefentwickelten, nährstoffreichen Parabraunerden mit ausgeglichener Wasserhaushalt dominiert. Der Jahr-

tausende alte Acker- und Weinbau förderte in Erosionslagen den Bodenabtrag, so dass die im Holozän entwickelten Böden z. T. völlig abgetragen wurden. Heute finden wir auf diesen Standorten so genannte kalkhaltige Pararendzina-Rigosole vor. Das abgetragene Bodenmaterial dagegen füllt als Kolluvisol Unterhänge, Dellen und Trockentäler. Wo die Lössbedeckung gering war und die tertiären Sedimente in der Solifluktionsdecke aufgearbeitet wurden, sind über dem Sand trockene Braunerde-Rigosole, über dem Ton Pelosol-Rigosole und über den Mergeln und Kalken Rendzina-Rigosole verbreitet. Über den zu tonigem Saprolit zersetzten Phylliten, die vornehmlich auf ebenen Standorten erhalten geblieben sind, neigen die Böden zur Staunässe, und es treten nährstoffarme, episodisch überfeuchtete Pseudogley-Rigosole auf. Diese Staunässeböden bilden vor allem große Flächenareale oberhalb der Weinbaugebiete im Taunus.

In den steilen Hangpositionen stand dagegen das frische Gestein an, wurde durch die Frostsprengung zerstört und solifluidal hangabwärts bewegt. In diesen steinig-grusigen Solifluktionsdecken entstehen vornehmlich Braunerde-Rigosole mit geringem bis mittlerem Wurzelraum und unausgeglichenem Wasserhaushalt. In den Talagen sind nährstoffreiche Böden verbreitet. Sie sind je nach Grundwasserstand als Gley- oder Vega-Rigosol ausgebildet.

Wegen der allgemeinen Klimagunst im Oberen Rheingau werden alle an den Rhein angrenzenden Hanglagen weinbaulich genutzt, teilweise sogar die ebene, von Hochflutlehm bedeckte Niederterrasse. Mit Annäherung an den (kühleren) Taunus differenziert sich die Landnutzung erheblich. Die N-S ziehenden Rücken und Riedel weisen im Querprofil eine deutliche Asymmetrie auf. Die nach Westen exponierten Hangflanken sind durch die Ostdrift der Bäche unterschritten und markant versteilt. Auf ihnen konnte sich der Löss nur in geringer Mächtigkeit erhalten und das anstehende Tertiär, vielfach Mergel, Tone und Sande, tritt an die Oberfläche und bildet das Ausgangsgestein der Bodenbildung. Trotz der

verbreitet ungünstigeren Böden (Bodengruppe VII) konzentriert sich hier expositionsbedingt der Weinbau, während auf den flachen Rücken und Riedeln trotz der wertvollen Parabraunerden aus Löss nur in orographisch tieferer Lage noch Weinbau betrieben wird. Die mit mächtigem Löss verkleideten, sanften ostexponierten Hangschleppen sind dagegen der sonstigen Landwirtschaft vorbehalten.

Im weiteren Anstieg zum Taunus jenseits der Grenze des Mainzer Beckens, beschränkt sich der Weinbau nur noch auf die S- bis SW-Exposition mit steinigen Braunerde-Rigosolen aus lössarmer Solifluktionsdecke mit Phyllit, während nun auch die Verebnungen mit den pseudovergleyten Böden über tonigem Zersatz ob ihres mangelhaften Bodenluft- und Bodenwasserhaushaltes gemieden werden.

Die offensichtliche Bevorzugung der nährstoffarmen, trockenen und steinigen Braunerden aus Solifluktionsschutt über Phyllit zwischen Frauenstein und Hallgarten sowie über Taunusquarzit und Hermeskeilsandstein zwischen Rüdesheim und Assmannshausen ist nur mit der optimalen Exposition und Hangneigung der Anbaufläche zu erklären und unterstreicht die überragende Bedeutung dieses standörtlichen Kriteriums.

So erklärt sich auch der vergleichsweise große Flächenanteil der Bodengruppe VII, die an den sonnigen Talflanken vorherrscht, während die eigentlich dominierenden Lössflächen in verebener Reliefposition und ostexponierter Hanglage trotz der bodengünstigen Parabraunerden nur untergeordnet auftreten. Wenn die Lössflächen weinbaulich genutzt werden, nehmen sie Hanglagen mit mittlerer bis stärkerer Hangneigung ein und sind infolge ihrer Erosionsanfälligkeit pedologisch meist durch Pararendzina-Rigosole repräsentiert (Bodengruppe V).

Im **Mittelrheintal (Unterer Rheingau)** trifft man eine völlig abweichende Bodengesellschaft an. Als Gesteine treten der Quarzit, Sandstein sowie Schiefer des Rheinischen Schiefergebirges auf. Terrassenreste als Flussablagerung sind im Steiltal nur vereinzelt erhalten geblieben und

häufig als Schotterstreu innerhalb der Solifluktionsdecken über den Hang verteilt.

Charakteristisch sind die weit verbreiteten Felsausbisse, die allenfalls Felshumusböden, Rohböden und Ranker aufweisen. Diese Grenzertragsstandorte bis zu blanken Felsen sind heute nicht mehr in der Bewirtschaftung und bezeichnen z. T. Relikte der historischen Bodenerosion. Weit verbreitet finden wir als Ausgangsgestein der Bodenbildung flachgründige Solifluktionsdecken, die sich in den exponierten Hangflanken aus wenig Löss, aber viel Untergrundgestein zusammensetzen. Ihre Gründigkeit ist oft auf weniger als 0,5 m beschränkt. Als typischer Boden herrscht der steinige, nährstoffarme, trockene Braunerde-Rigosol vor. Dagegen konnten sich vor allem im Mündungsbereich der Seitentäler und in konkaven Hangabschnitten mächtigere und lössreichere Solifluktionsdecken erhalten, in denen auch Parabraunerden entwickelt sind. Größere Lössflächen mit Rendzina-Rigosolen, z. T. mit lössreichen Fließerden treten auf den Unterhängen SE von Lorch auf (Bodengruppe V) und sind im übrigen Mittelrhein nur auf kleinere Flächen in flacheren geschützten Lagen zu finden. In den vom Weinbau meist ungenutzten Auen der Seitentäler ist Erosionsmaterial des Einzugesbietes angespült, ihre Böden reichen vom grundwasser-nahen Gley bis zum mächtigen, nährstoffreichen Braunen Auenboden.

Das Kriterium der Sonneneinstrahlung als Standortwahl gilt in besonderem Maße auch für den Unteren Rheingau im Engtal des Rheins, wo der Terrassenbau trotz schwierigster Arbeitsbedingungen die optimalen Hangpositionen bevorzugt. Lediglich die steilsten Relieflagen mit Felshumusböden und Syrosemern wurden gemieden. Beim Terrassenbau wurde angesichts der häufig flachgründigen Böden der Mangel an durchwurzelbarem Bodenraum durch Aufschüttungen ausgeglichen. Daher überwiegt auch eindeutig die Bodengruppe II, die in der Großlage Steil über 50 % der Flächen einnimmt.

Der Weinbau des **Maingaus** beschränkt sich auf die steileren Hänge am Main und Wicker-

bach, seltener auf die oberhalb anschließenden flacheren Terrassenflächen, die mit mächtigem Löss bedeckt sind. Da der Maingau geologisch gleichfalls zum Mainzer Becken zählt, treten im Untergrund ähnliche Gesteine wie im Rheingau auf, die in den Hanglagen angeschnitten werden und nur von einem geringmächtigen Lössschleier verhüllt sind. Es dominieren daher Ton- und Tonmergelböden der Bodengruppe VII, die fast 50 % der Weinbauflächen einnehmen. In geringerem Umfang kommen trockene Sand- und Kiesböden (Pararendzina- und Braunerde-Rigosol) vor, wo quartäre Terrassenreste solifluidal aufgearbeitet wurden. Auf den lössreichen Soliflukionsdecken dagegen konnten sich Parabraunerden bilden. Viele dieser Böden wurden aber erodiert, so dass auch die Pararendzina-Rigosole aus Löss oder umgelagertem Löss eine nicht ganz unbedeutende Verbreitung mit etwa 13 % Flächenanteil finden. Die Unterhänge säumen infolgedessen (kalkhaltige) Kolluviole. Stellenweise treten mit etwa 6 % Flächenanteil auch Flugsandfelder auf, die meist tiefgründige, aber trockene Braunerde-Rigosole, z. T. Pararendzina-Rigosole tragen (Bodengruppe Va).

Als **Bergstraße** bezeichnet man den östlichen Rand des Oberrheingrabens zum Odenwald. Die Untergrundgesteine, ganz überwiegend Magmatite des Kristallinen Odenwaldes, treten aber nur in exponierten Hanglagen wie Oberhänge und Kuppen zutage. In Mittel- und Unterhangposition sind sie großflächig mit Sandlöss und Löss verkleidet, die örtlich noch nährstoffreiche Parabraunerde-Rigosole mit ausgeglichenem Wasserhaushalt tragen. Die hohe Erosionsanfälligkeit des Sandlösses, die Reliefformierung der Hänge und die lange landwirtschaftliche Nutzung hat häufig die ursprünglichen Parabraunerden abgetragen, infolgedessen nehmen kalkhaltige Pararendzina-Rigosole diese Flächen ein. Das erodierte Solum akkumulierte an den Unterhängen, in Hangdellen und Bachtälern, wo Kolluviole eine weite Verbreitung finden. Die Löss-geprägten Flächen der Bodengruppe V zeigen vor allem in den

Großlagen Rott und Schlossberg mit weit über 60 % Flächenanteil die größte Verbreitung in den hessischen Weinbaugebieten. Zur Bodengesellschaft zählen auch die der Bruchstufe vorgelagerten Flugsande, die kalkhaltig sind. Als typische natürliche Böden dieser neu differenzierten Bodengruppe Va treten so genannte Bänderparabraunerden auf. Durch den Nutzungseinfluss finden wir heute in Erosionslagen Pararendzina-Rigosole sowie meist kalkhaltige Kolluviole. Diese Böden sind durchweg als trocken einzustufen.

Die exponierten Hänge und Kuppen tragen dagegen Soliflukionsdecken mit hohen Stein- und Grusgehalten, in denen trockene Braunerde-Rigosole vorherrschen. Extremstandorte der Bodengruppe I sind dabei recht selten, wogegen die Bodengruppe II mit ca. 12 % Flächenanteil in den Großlagen Rott und Schlossberg verbreitet und mit mehr als 20 % im „Wolfsmagen“ zu verdauen ist.

Das sehr kleine, verstreute Weinbaugebiet bei **Groß- und Klein-Umstadt** liegt in der Dieburger Bucht, dem nördlichen Rande des Odenwaldes vorgelagert. Es handelt sich um eine flachhügellige Landschaft, in der die tektonisch abgesunkenen Plutonite des Odenwaldkristallins großräumig mit mächtigem Löss verhüllt wurden. Die ursprünglichen Parabraunerden aus Löss sind in dieser Hügellandschaft großflächig zu kalkhaltigen Pararendzina-Rigosolen degradiert, während die Dellen und Dellentäler mit dem abgetragenen Solummaterial verfüllt und in der Regel kalkhaltige Kolluviole aufweisen. Die Böden der Bodengruppe V repräsentieren dabei ca. 40 % der Flächenanteile des Weinbaugebietes. Erst in den stärker reliefsierten Randbereichen durchragen die Festgesteine die Lössdecke. Dort bildeten sich über dem Festgestein Soliflukionsdecken mit Braunerden (Bodengruppe II) oder mehrschichtigen Parabraunerden (Bodengruppe III). Diese beinhalten mit jeweils etwa 25 % Flächenanteil die weiteren Schwerpunkte der Bodenverbreitung im Raum Groß-Umstadt.

4. Schriftenverzeichnis

- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2003): Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Material auf oder in den Boden. – Umwelt und Geologie, Böden und Bodenschutz in Hessen, **4**: 18 S.; Wiesbaden.
- PINKOW, H.-H. (1948): Die Kartierung der Weinbauggebiete im Rheingau, ihr Zweck und ihre Durchführung. – Der Weinbau, **3**: 180–182; Mainz.
- ZAKOSEK, H., KREUTZ, W., BAUER, W., BECKER, H. & SCHRÖDER, E. (1967): Die Standortkartierung der hessischen Weinbauggebiete. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **50**: 82 S., 1 Abb., 17 Tab., 1 Atlas; Wiesbaden.
- ZAKOSEK, H., BECKER, H., BRANDTNER, E. (1979): Einführung in die Weinbau-Standortkarte Rheingau i.M. 1:5 000. – Geol. Jb. Hessen, **107**: 261–281, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.

Die Karte der nutzbaren Feldkapazität

Eine der wichtigsten Bodenfunktionen für den Weinbau ist die Fähigkeit des Bodens Wasser zu speichern und den Pflanzen bei Bedarf abzugeben. Für die Pflanzen ist vor allem das pflanzenverfügbare Wasser wesentlich, das durch die Größe der nutzbaren Feldkapazität (nFK) charakterisiert wird. Die nFK stellt zudem einen wichtigen Parameter zur Definition ökologischer Boden- gruppen, zur Gefährdungseinschätzung durch Nitratverlagerung sowie für verschiedene Boden- pflegemaßnahmen dar.

Bei der nFK handelt es sich um Bodenwasser, das in den engeren Grobporen und den Mittel- poren gegen die Schwerkraft gehalten wird und

von den Pflanzen bei Bedarf dem Boden entzogen wird. Gemessen wird dies mittels des Druckes (cm Wassersäule), der aufzuwenden ist, um die entsprechenden Poren des Mineralbodens zu entwässern. Die Messgröße ist die Saugspan- nung (pF), die als Höhe der Wassersäule logarith- misch ausgedrückt wird. Die pflanzenverfügbare Speichermenge wird zwischen pF 1,8 und 4,2 definiert. Das Wasser der Feinporen ist bei einer Saugspannung größer als pF 4,2 (>15 000 cm Wassersäule Druck) als so genanntes Totwasser nicht mehr pflanzenverfügbar, bei geringerer Saugspannung als pF 1,8 (<60 cm Wassersäule Druck) erfolgt keine Speicherung.

Die Methode

Zur Erarbeitung einer nFK-Karte wurden 264 Bodenhorizonte auf verschiedene Parameter bodenphysikalisch und -chemisch untersucht, deren Spannweiten in Tab. 1 aufgelistet sind.

Erfahrungsgemäß besteht ein enger Zusammen- hang zwischen Porengrößenverteilung und Körnungssummenkurve. Dies belegen auch die Regressionen in den Abb. 1 und 2 zwischen dem Tongehalt und dem pF-Wert 4,2 (Abb. 1) bzw.

dem Sandgehalt und dem pF-Wert 1,8 (Abb. 2).

Die hohen Korrelationen berechtigen zu einer direkten Ableitung der pF-Werte aus der be- stimmten Bodenart (TIETJE & HENNINGS 1993, TIETJE & TAPKENHINRICHS 1993, ZIMMER 1996, 1997).

Somit konnte zusätzlich auf die Korngrößen- verteilung von 688 Bodenhorizonten zurückge- griffen werden, um sie direkt auszuwerten.

Tab. 1. Minimal- und Maximalwerte der ermittelten Bodenparameter (nur Stechzylinderproben)

	Grob- boden	Sand	Schluff	Ton	Humus	Dichte	pF 1,8	pF 2,5	pF 4,2
Min.	0,0	3,7	9,8	5,0	0,0	1,19	11,1	7,6	2,2
Max.	54,4	85,2	78,9	66,2	6,5	1,79	49,3	44,9	30,4

* Dr. T. Zimmer, Ringstr. 42, D-63303 Dreieich

Die Bestimmung erfolgte nach folgenden Formeln:

$$pF_{4,2} = 1,3716 + 0,4944 \times \text{Tongehalt (Gew.\%)}$$

$$pF_{1,8} = 31,481 - 0,144 \times \text{Grobboden (Gew.\%)} - 0,173 \times \text{Sandgehalt (Gew.\%)} + 0,18 \times \text{Tongehalt (Gew.\%)}$$

Daraus berechnet sich folgendes Beispiel:

Für eine Braunerde aus Terrassensand mit einem Solum (Tiefenbereich der Bodenentwicklung) von 100 cm Mächtigkeit und den bodenartigen Eigenschaften 5 Gew.% Grobboden, 85 Gew.% Sand, 5 Gew.% Ton ergibt sich ein

Wassergehalt von 3,8 Vol.-% für den pF-Wert 4,2 und einen Wassergehalt von 16,9 Vol.-% für den pF 1,8. Daraus errechnet sich die nutzbare Feldkapazität als Differenz der beiden Grenzwerte von 13,1 (= 131 mm) auf 1 m³ Boden.

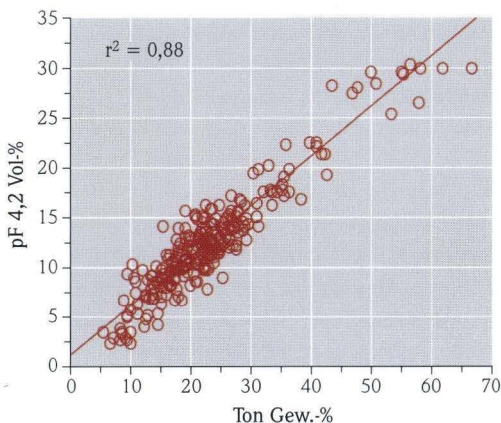


Abb. 1. Der Zusammenhang zwischen pF-Wert 4,2 und dem Tongehalt.

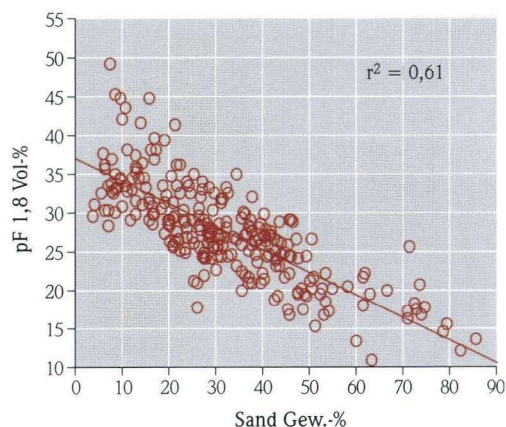


Abb. 2. Der Zusammenhang zwischen pF-Wert 1,8 und dem Sandgehalt.

Die nFK-Klassen

Zur Berechnung der nFK wurde auf die Originalkarten der Standortkartierung sowie auf die Bodenprofilbeschriebe zu den Bodenkarten von Hessen (Zakosek 1967b, Zakosek & Stöhr 1966) zurückgegriffen. Für die Bestimmung der nFK ist zunächst die Festlegung der zu berücksichtigenden Bodentiefe wesentlich. Hierzu wurde der effektive Wurzelraum bestimmt und anschließend die nutzbare Feldkapazität berechnet.

Es wurden folgende nFK-Klassen definiert:

Klasse	Wasserspeichervermögen	nFK-Klasse [mm]
I	gering	< 100
II	gering bis mäßig	100–125
III	mäßig	126–150
IV	mäßig bis gut	151–175
V	gut	176–200
VI	sehr gut	> 200
VII	Gleye und Auenböden	

Die semiterrestrischen, von Grund- und Überflutungswasser beeinflussten Böden wie Gleye und Auenböden wurden in einer eigenen Klasse zusammengefasst, da ihr Wasserhaushalt maßgeblich vom Grundwassereinfluss bestimmt und der Pflanzenentzug teilweise durch die kapillare Aufstiegsrate gespeist wird.

Zudem wurde das Wasserspeichervermögen des oberflächennahen Untergrundes, also jenseits der Untergrenze des Solums, mit berücksichtigt. Dies erscheint sinnvoll, da die Rebe als mehrjährige Kulturpflanze durchaus in der Lage ist, tiefer als 1 m zu wurzeln, sofern der Untergrund dies zulässt. Untersuchungen von ZEPPEL (1988) sowie ZIMMER (1997) bestätigen, dass ein Wasserentzug aus einer Tiefe größer als 1 m sehr wohl vorhanden und messbar ist (Abb. 3). Um diesen Entzug des Bodenwassers ausreichend zu berücksichtigen, wurden Standorte mit einer Untergrundspeicherung größer 12,5 Vol.-% nFK um 1 nFK-Klasse angehoben und Standorte mit einer Untergrundspeicherung größer 25 Vol.-% nFK gar um 2 nFK-Klassen angehoben. Größere Probleme bereitete die Zuordnung der staunassen Böden.

Die Auswertung der Flächenanteile der nFK-Klassen zeigen ein charakteristisches Bild (Abb. 4). Die besten Standorte (Klasse VI) repräsentieren mit Abstand die größten Flächenanteile der hessischen Weinbaufläche mit ca. 40 %. Die Klassen II (100–125 mm) bis V (175–200 mm) zeigen einen abnehmenden Anteil von ca. 14 % bis 10 % der Weinbaufläche, während die bezogen auf den Wasserhaushalt extrem ungünstigen Standorte der Klasse I nur ca. 6 % ausmachen. Die Flächenanteile der Gleye und Auenböden nehmen mit 2,5 % nur eine untergeordnete Stellung ein.

Klasse I (< 100 mm):

In ihr sind Böden sehr geringer Gründigkeit, mit hohem Grobbodenanteil und sehr hohem Sandgehalt zusammengefasst. Wenn nicht Festgestein den Wurzelraum nach unten begrenzt, so steht doch sehr grobes, feinerdefreies Lockergestein ohne jegliches Wasserspeichervermögen an. Neben natürlichen Standorten in Steilhanglagen handelt es sich oft um Erosionsstandorte. Die Verbreitung dieser Böden ist eher kleinflä-

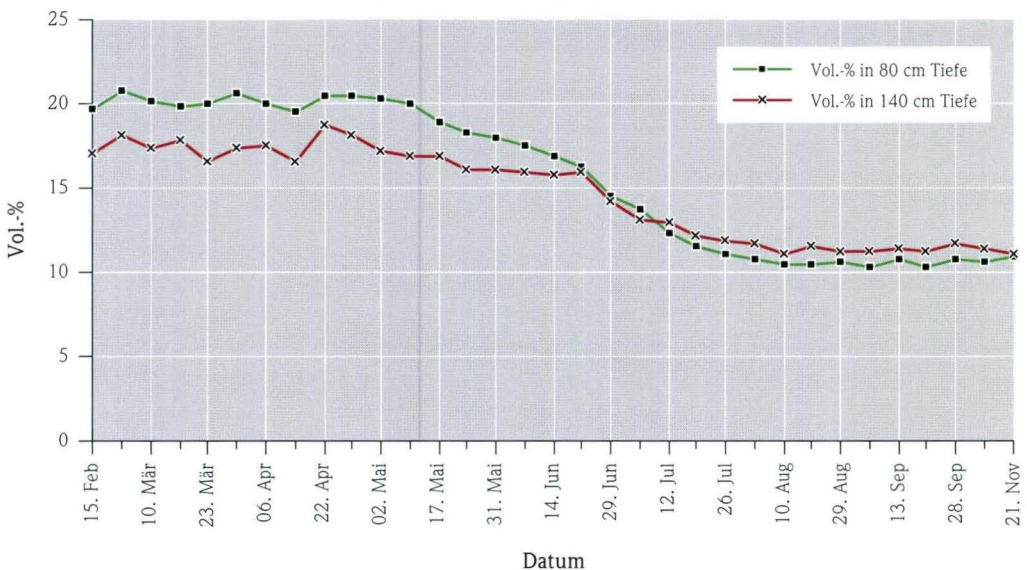


Abb. 3. Jahresverlauf (1994) der Bodenfeuchte.

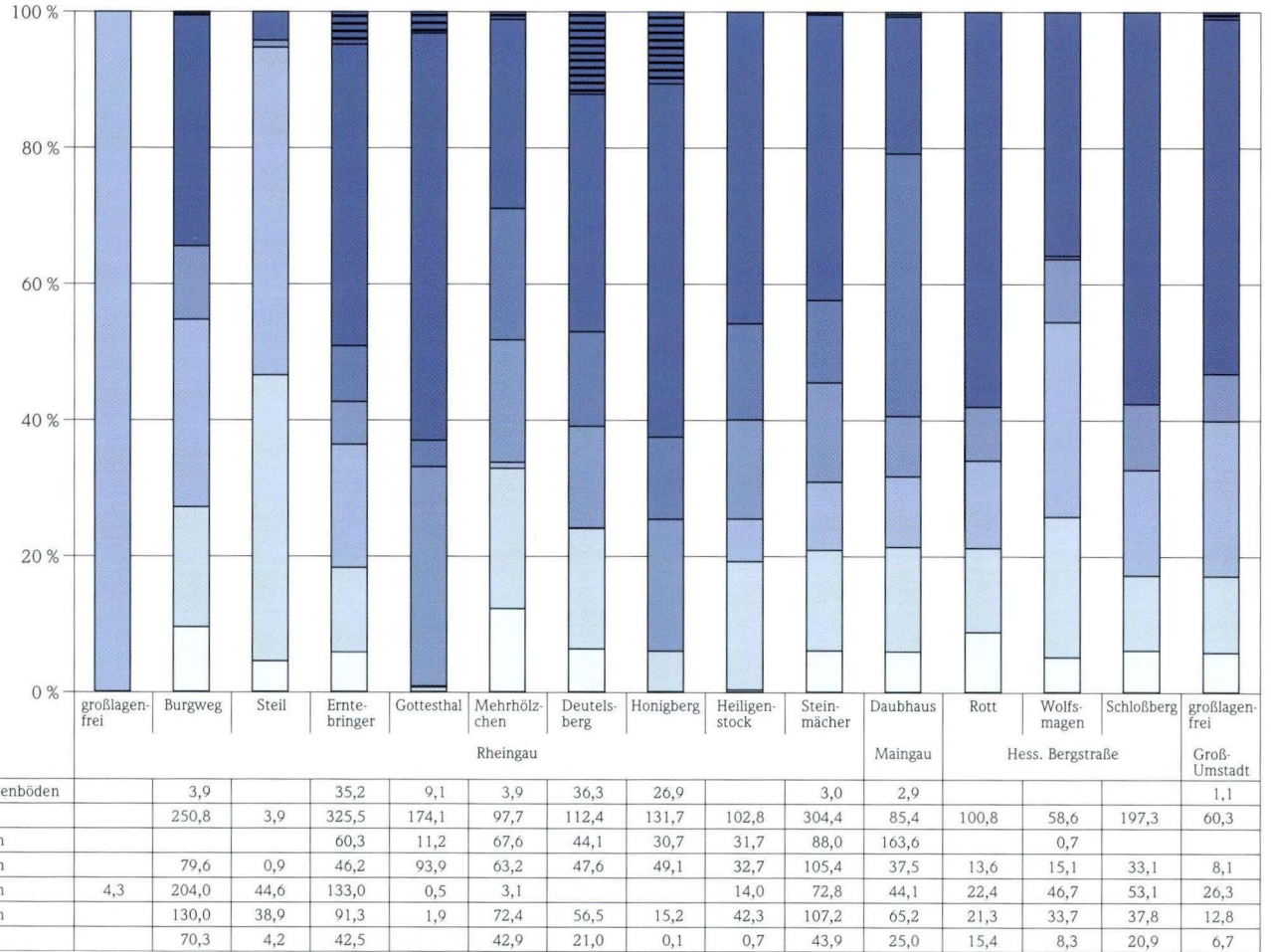


Abb. 4. Flächenanteile der Klassen der nutzbaren Feldkapazität nach Großlagen (Anteil in der Großlage – Graphik; Fläche in ha –Tabelle).

chig und überwiegend an exponierte Relieflagen gebunden. Größere Areale finden sich zwischen Rüdesheim und Assmannshausen. In der Großlage Burgweg nimmt die Klasse I westlich Rüdesheim ca. 70 ha oder 23 % der Fläche ein. In den Großlagen Erntebinger, Mehrhölzchen und Steinmächer ist die Klasse mit jeweils 40 ha vertreten (Abb. 4). Zur ökologischen Bodengruppe I besteht weitgehende Kongruenz der Flächen, da sie beide praktisch mit den gleichen Parametern definiert sind.

Klasse II (100–125 mm):

Diese Klasse beinhaltet leichte Böden mit einer gegenüber Klasse I erhöhten mittleren Mächtigkeit des Wurzelraumes von 60–100 cm, aber immer noch hohem Grobbodenanteil über grobem Lockergestein, oft auch über Festgestein. Diese nFK-Klasse tritt – bei deutlich höherem Flächenanteil – vergesellschaftet mit der nFK-Klasse I auf und repräsentiert dann den weniger stark erodierten Boden. Die Klasse II ist in fast allen Großlagen zu Flächenanteilen um die 10 % vertreten. Abweichend tritt diese Klasse in der Großlage Gottesthal vollends zurück, während sie in der Großlage Steil sogar über 40 % Fläche einnimmt.

Klasse III (126–150 mm):

Es werden Böden mit einer mittleren Mächtigkeit des Solums (60–100 cm), aber höherem Feinbodenanteil (meist Lösslehm) und abnehmendem Grobboden subsumiert. In dieser Klasse sind auch Hangschuttstandorte mit großer Mächtigkeit (>150 cm) sowie Flugsande vertreten. Entsprechend treten diese Standorte vor allem in den Hanglagen des Mittelrheintales, insbesondere in den Großlagen Burgweg und Steil auf. Bei letzteren nimmt sie fast 50 % der Großlagenfläche ein. Ein zweiter Verbreitungsschwerpunkt liegt in den Flugsandgebieten der Bergstraße.

Klasse IV (151–175 mm):

In dieser Klasse werden die Böden mit grobbodenarmem und feinmaterialreichem Solum

über tertiärem Mergel sowie Parabraunerden aus Löss mit einer Mächtigkeit kleiner 150 cm zusammengefasst. Neben der deutlichen Feinbodenkomponente im Solum spielt auch die größere Durchwurzelungstiefe eine positive Rolle. Im Falle des unterlagernden Mergels kommt die Wasserspeicherkapazität dieses Sedimentes zur Geltung.

Entsprechend der Verbreitung der Bodenausgangssubstrate nehmen Böden dieser Klasse im Rheingau, untergeordnet im Maingau, größere Flächen ein und treten in Richtung Mittelrhein dagegen stark zurück. An der Bergstraße sind auch die Flugsande mit deutlicher Lösskomponente sowie die Kolluvisole aus Flugsand allerdings mit nur weniger als 10 % der Großlagenfläche einbezogen. Die größte Verbreitung findet sich in den Großlagen Gottesthal und Steinmächer.

Klasse V (176–200 mm):

Diese Klasse umfasst zu großen Anteilen Böden mit hohem Löss- bzw. Lösslehmgehalt über Mergel. Entsprechend dem geologischen Aufbau beschränkt sich die Verbreitung dieser Standorte auf den Maingau (Daubhaus) und vor allem auf die westexponierten Hangflanken im Rheingau (Erntebinger, Mehrhölzchen, Deutels- und Honigberg sowie Steinmächer). Subsumiert werden hier auch die staunassen Standorte über saprolithisch verwittertem Untergrund. Zwar ist die Lagerungsdichte der tonreichen Unterböden hoch bis sehr hoch und dementsprechend mangelhaft ihr Lufthaushalt, doch kann gerade in lang anhaltenden Trockenphasen immer noch eine kapillare Bodenwasserreserve beobachtet werden, die der Pflanze zugute kommt.

Klasse VI (> 200 mm):

Die Standorte mit dem größten Wasserspeichervermögen sind auf mächtigem Löss oder kolluvial akkumuliertem Lösssubstrat (>150 cm) verteilt, z.T. mit umgelagertem Mergel vermischt. Sie sind bis auf das Mittelrheintal großflächig verbreitet und dominieren flächig im

Rheingau in den Großlagen vom östlichen Bereich des Burgweges über Erntebringer bis Steinmächer sowie an der Bergstraße (Schlossberg) und Groß-Umstadt, etwas zurücktretend aber auch im Maingau.

Zusammenfassung

Die 519 Kartiereinheiten der Weinbergsbodenkartierung wurden unter dem Gesichtspunkt des Wasserspeichungsvermögens zusammengefasst und generalisiert als Karte der nutzbaren Feldkapazität (nFK) dargestellt.

Die räumliche Ausdehnung der nFK-Klassen 2–6 unterscheidet sich von den ökologischen Gruppen nach ZAKOSEK (1967a) und FRIEDRICH & SABEL (2004), da bei der nFK nur das pflanzenverfügbare Wasserdargebot betrachtet wird. Die

Klasse VII (Gleye und Auenböden):

Diese Klasse umfasst alle Standorte im Grundwassereinflussbereich und deckt sich mit der ökologischen Bodengruppe VI, die gleich definiert ist. Die Flächen spielen weinbaulich nur eine untergeordnete Rolle, da sie nur selten bestockt sind.

Extremstandorte der Klasse I und VI finden dagegen durchaus kongruente Flächen zu den ökologischen Gruppen.

Die Auswertung stellt eine Grundlagenkarte für viele Fragestellungen in den Weinbaugebieten dar. Hierzu gehören z. B. Fragen zur Ertrags- erwartung, Bestockung, Nitrataustragsgefährdung, Sickerwasser- und Grundwasserbetrachtungen.

Schriftenverzeichnis

- FRIEDRICH, K. & SABEL, K.-J. (2004): Die Böden und ihre Verbreitung in den hessischen Weinbaugebieten. – (dieser Bd.).
- TIETJE, O. & TAPKENHINRICHS, M. (1993): Evaluation of pedo-transfer functions. – *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **57**: 1088–1095; Madison, Wi.
- TIETJE, O. & HENNINGS, V. (1993): Evaluation of pedo-transfer functions for estimating the water retention curve. – *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, **156**: 447–455; Weinheim.
- ZAKOSEK, H. (1967a): Die Böden der hessischen Weinbaugebiete. – *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **50**: 9–20; Wiesbaden.
- ZAKOSEK, H. (1967b): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25 000, Blatt 5913 Presberg. – 59 S., 16 Tab., 16 Textprof.; Wiesbaden.
- ZAKOSEK, H. & STÖHR, W. (1966): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25 000, Blatt 5914 Eltville. – 138 S., 54 Tab., 53 Textprof.; Wiesbaden.
- ZEPP, H. (1988): Wasserbilanz und Bodenwasserbewegung an einem Rebstandort im Rheingau. – *Geol. Jb. Hessen*, **116**: 293–305; Wiesbaden.
- ZIMMER, T. (1996): Die Berechnung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) als wichtige Größe zur Abschätzung der Begrünungseignung eines Rebstandortes. – Vortrag anlässlich der XI Tagung des Arbeitskreises für Begrünung im Weinbau; Kaltern.
- ZIMMER, T. (1997): Untersuchungen zum Wasserhaushalt von Weinbergsböden im Rheingau. – *Geisenheimer Ber.*, **35**: 232 S.; Geisenheim.

Rebsorten und Standort in den hessischen Weinbaugebieten

1. Vorbemerkung

Für die Entwicklung des Pfropfrebenbaues in den hessischen Weinbaugebieten war die Existenz der Forschungsanstalt Geisenheim ein glücklicher Umstand. In Geisenheim ist bereits 1890 die erste deutsche Rebenveredlungsanstalt gegründet worden. Das Weinbaugebiet im Rheingau konnte unmittelbaren, praktischen Nutzen aus der Forschung ziehen, die in Geisenheim betrieben worden ist. Die ersten Anlagen mit Pfropfreben entstanden im Rheingau versuchsweise schon im letzten Jahrhundert. Späterhin beschränkten sich die Pfropf- und Anbauversuche auf wenige – zwischenzeitlich erprobte – Unterlagssorten, die im so genannten „engeren preußischen Sortiment“ zusammengefasst waren.

Damals wie heute galt es, den Qualitätsweinbau auch im gepfropften Zustand zu erhalten. Mit dem Erscheinen der Berlandieri x Riparia-Typen aus der Ursprungszüchtung von TELEKI Ende der zwanziger Jahre wurden die älteren Unterlagen der Riparia-Rupestris-Vinifera-Abstammung verdrängt. Daneben waren aber vornehmlich die Aramon x Riparia 143 A und die Geisenheimer 26 G (Trollinger x Riparia) bis nach dem 2. Weltkrieg stark im Gebrauch. Erst in den letzten Jahren wurden auch diese Unterlagen aus Gründen mangelnder Reblausresistenz verworfen, und es verblieben praktisch nur noch die reblaustole-

ranten Berlandieri x Riparia-Unterlagen, wobei insbesondere die Klonenzüchtungen von Interesse sind, welche heute den Unterlagenmarkt beherrschen. Erst 1991 wurde mit der Klassifizierung der Unterlagssorte Börner der Praxis eine reblausresistente Unterlage zur Verfügung gestellt.

Parallel mit der Einführung des Pfropfrebenbaues verlief die züchterische Verbesserung der Edelreisbestände. Der hessische Weinbau mit seinem Kerngebiet im Rheingau ist in der Entwicklung der Klone insbesondere bei der Sorte Riesling schon sehr früh den anderen Gebieten vorausgeeilt. Die Klone des Fachgebietes für Rebenzüchtung und Rebenveredlung in Geisenheim und der Verwaltung der Staatsweingüter haben den Rieslinganbau erst rentabel gemacht. Neben dem Riesling als Hauptsorte, welcher den Gebietscharakter repräsentiert, sind auch andere Edelsorten im Anbau. Die nördliche Lage des deutschen Weinbaues zwingt in sehr starkem Maße die Gunst des Standortes zu nutzen. Klima und Boden sind Faktoren, welche die Qualität entscheidend beeinflussen. Die in Verbindung mit der richtig gewählten Unterlage auf einem bestimmten Standort angepflanzte Qualitätssorte ist Grundlage der Wirtschaftlichkeit unserer Weinbaubetriebe.

* Dr. J. Schmid (e-mail: j.schmid@fa-gm.de), Dr. R. Ries (e-mail: r.ries@fa-gm.de), Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Rebenzüchtung und Rebenveredlung, Postfach 1154, D-654358 Geisenheim.

2. Die Pfropfrebe als Ganzheit

Bei der Pfropfrebe besitzen die unterirdischen Teile eine andere genetische Konstitution als die oberirdischen. Dadurch ist nicht allein die Unterlage bei dem Studium der standortgebundenen Faktoren zu sehen, sondern auch das Edelreis. Beide Komponenten stellen im ganzheitlichen Sinne die Pfropfrebe dar. Sie beeinflussen sich innerhalb bestimmter Grenzen gegenseitig und zwar standortgebunden. Es ist z. B. nicht möglich, durch die Unterlage allein die Kalkchlorose zu überwinden. Eine kalkempfindliche Edelreissorte behält diese individuelle Eigenschaft im Grundzug auch dann, wenn die Unterlage die genannten Standortsschwierigkeiten für sich allein zu überwinden in der Lage ist. Andererseits lässt sich das Edelreis durch die Unterlage beeinflussen. Diese Einwirkung bewegt sich im Rahmen der Reaktionsnorm der Edelreissorte bzw. -klone. Der praktische Weinbau hat die Möglichkeit, die innere genetisch fixierte Beeinflussung von Unterlage und Edelreis mit den äußeren modifikativen Effekten gegeneinander abzuwägen. Dies hat in einem Umfang zu geschehen, der den höchstmöglichen Leistungserfolg sichert.

Die Frage der Adaption bzw. Bodenverträglichkeit wird bei der Diskussion der Unterlagenfrage zu einseitig gesehen. Unsere Unterlagen „passen“ sich nicht an bestimmte Standortfaktoren an, sondern sie verhalten sich entsprechend ihrer Reaktionsnorm. Eine wärmebedürftige Unterlage kann, um ein Beispiel zu nennen, sich nicht an einen kühlen Standort „gewöhnen“, und wenn ihr noch so viel Zeit dazu gelassen würde. Damit ist ausgesprochen, was unter Adaption zu verstehen ist: Die Standortverträglichkeit einer als Pfropfunterlage für ein bestimmtes Edelreis verwendete Unterlagensorte im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung. Die starre Vorstellung der Adaption und Affinität im Weinbau, welche durch das biologische Weltbild des letzten Jahrhunderts geprägt wurde, ist heute nicht mehr vertretbar. Wie sollte bei der Kober 5BB von „schlechter Adaption“ gesprochen werden kön-

nen, wenn diese starkwüchsige Unterlage durch zu enge Pflanzweise zum Verrieseln des Edelreises führt? Das Gegenteil von „schlechter Adaption“ ist in diesem Falle zu verzeichnen, denn die kräftig wachsende Kober 5BB erweist an dem angenommenen Standort eine ausgezeichnete Bodenverträglichkeit. Dies gereicht allerdings für den Stock unter den angenommenen Umständen zum Nachteil. Der unglücklich gewählte Begriff „Standortaffinität“ kann in solchen Fällen nur schwer über den versagenden Begriff „Adaption“ hinweghelfen.

So zeigten ältere Versuche mit verschiedenen Unterlagen eine Überlegenheit der schwachtriebigen Formen. Der moderne Weinbau erfordert auf Grund der Maschinenteknik aber entsprechende Zeilen- und Stockabstände. Durch den Einsatz von Dauer- und Teilzeitbegrünung – ob ganzflächig oder jede zweite Zeile – zur Verminderung der Bodenerosion wie auch die Reduzierung der Düngemaßnahmen auf ein notwendiges Maß sind gänzlich andere Anforderungen an die Unterlagen zu stellen, so dass heute die mittelwüchsigen oder unter Umständen starkwüchsigen Unterlagen bevorzugt werden. Diese Tatsachen haben nur noch wenig mit dem überkommenen Begriff „Adaption“ gemein. Die Pfropfrebe als Ganzheit betrachtet besteht aus den beiden Komponenten Edelreis und Unterlage, die sich gegenseitig beeinflussen. Auf das Edelreis wirkt in erster Linie das Kleinklima ein. Auch die Unterlage folgt diesem Einfluss. Wir kennen z. B. Unterlagen, die sich besonders für warme Lagen eignen.

Die Unterlage selbst wird von dem Boden entscheidend beeinflusst. Auch für das Edelreis spielt der Faktor Boden eine Rolle, obwohl es keinen direkten Kontakt dazu hat. Das lässt sich auch unmittelbar am Wein nachweisen. Die Unterlage selbst muss gegen alle Reblausrassen tolerant oder aber besser reblausresistent sein, d. h. sie muss den Befall ohne Schaden ertragen. Ist dies nicht der Fall, dann kann die Reblaus je

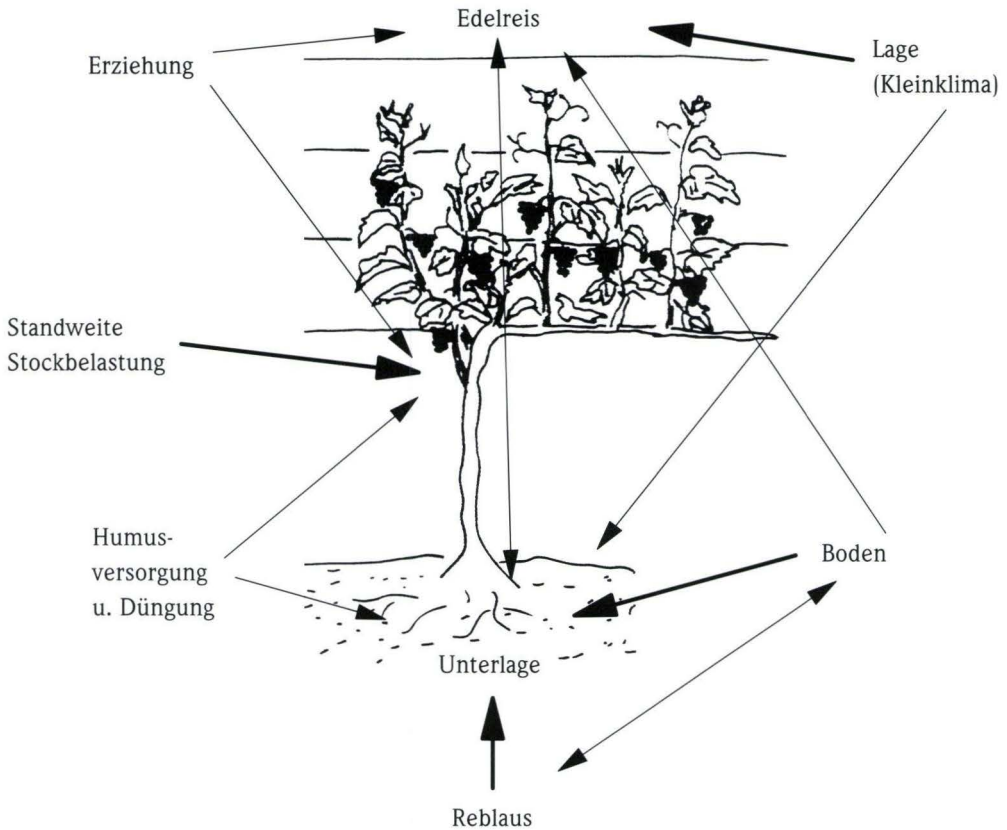


Abb. 1. Darstellung der Faktoren des Pfropfrebenbaues und ihre Wirkungsweise.

nach Rasse zum entscheidenden Faktor, beispielsweise bei Europäer x Amerikaner-Unterlagen werden. Ein typisches Beispiel dieser Art ist die Unterlage 26 Geisenheim (Trollinger x Riparia). In Böden, welche der Reblaus eine sehr gute Vermehrung gestatten, kommt es bei dieser Unterlage im Falle einer Infektion zu Rückgangerscheinungen. Allerdings spielt hier die Frage der Reblausrassen eine große Rolle. Virulente Typen der Reblaus können, mit Ausnahme der Unterlagssorte Börner, alle unsere gebräuchlichen Unterlagen befallen. Erfreulicherweise werden diese durch den Befall in der Regel nicht beeinträchtigt. Sie haben sich als ausreichend reblausfest erwiesen.

Humusversorgung und Düngung ist bei der Pfropfrebe besonders wichtig. Viele Schwierigkeiten lassen sich durch eine ausreichende Humusversorgung überwinden. Diese wirkt sich ganz allgemein positiv auf Propfreben aus.

Die Standweite hat eine große Bedeutung, wie oben angedeutet wurde. Auch die Erziehung selbst ist wiederum nicht ohne Einfluss auf die ganze Pfropfrebe. Für Menge und Güte hat die Zahl der angeschnittenen Augen eine große Bedeutung. In Abb. 1 sind die ganzheitlichen Probleme des Pfropfrebenbaus aufgezeichnet, wobei die Pfeile die einzelnen Faktoren schematisch darstellen, in welcher Stärke und Richtung sie wirksam sind. Diese grundsätzlichen Erkennt-

nisse müssen berücksichtigt werden, wenn die Probleme der Unterlagenwahl je nach Standort zu diskutieren sind.

Allgemein kann festgestellt werden, dass die Standortprobleme im hessischen Weinbau im Sin-

ne einer ganzheitlichen Sicht bearbeitet wurden. Es fand dabei nicht allein die Pflanze Berücksichtigung, sondern auch Boden und Klima. Darüber hinaus wurden Adaptionsversuche mit verschiedenen Unterlagen angelegt.

3. Die im hessischen Weinbau angepflanzten Rebsorten

In der Folge werden die Eigenschaften der wichtigsten im hessischen Weinbau verwendeten

Rebsorten nach Unterlage und Edelreis getrennt aufgeführt.

3.1 Die Unterlagen

1. Kober 5BB (V. berlandieri x V. riparia)

Aus den ursprünglich von S. TELEKI gezüchteten Berlandieri x Riparia Typen selektionierte KOBER den Typ 5BB. Bei guter Kalkverträglichkeit, diese Unterlage toleriert bis zu 20 % freien Kalk im Boden auf durchlässigen Standorten, verleiht sie dem Edelreis einen kräftigen Wuchs. Sie ist besonders geeignet für durchlässige, leichtere Böden. Auf tiefgründigen Standorten kann die 5BB dem Edelreis ein übermäßiges vegetatives Wachstum verleihen, was zu einer schlechteren Ausfärbung von roten Sorten und Problemen mit Stiellähme und Beerenbotrytis führen kann. Bei blühempfindlichen Sorten wie Gewürztraminer oder Riesling führt dies bei engen Standweiten in manchen Jahren zum Verrieseln und damit zu einem schlechteren Fruchtansatz. Aus dem bekannten Klon 13 Geisenheim der Kober 5BB wurden mittlerweile virusgetestete Subklone ausgelesen, die sich bestens bewährt haben.

2. 5C Geisenheim (V. berlandieri x V. riparia)

Die Geisenheimer Klone 6 und 10 der 5C, welche BIRK aus der von S. TELEKI selektionierten Sorte auslas, haben auf Grund ihrer mittleren Wüchsigkeit im Rieslingweinbau eine große Bedeutung erlangt. Bei guter Kalkverträglichkeit eignet sie sich besonders für lehmige nicht zu schwere Böden und führt bei blüteempfindlichen Sorten nicht wie 5BB zum Verrieseln, hat aber eine stärkere Wüchsigkeit als SO₄.

3. Teleki 4/Selektion Oppenheim (SO₄) (V. berlandieri x V. riparia)

Die aus der Vermehrung der Teleki 4 stammende Sorte hat im deutschen Weinbau eine große Verbreitung gefunden. Sie toleriert bis zu 18 % freien Kalk im Boden, benötigt aber fruchtbare Standorte. Hier ist die SO₄ bei schwachwüchsigen Ertragssorten und engen Standweiten der 5BB überlegen. Auf weniger fruchtbaren Böden kann vor allem bei reichtragenden Sorten das vegetative Wachstum des Edelreises zu gering werden, weshalb die SO₄ an solchen Standorten gemieden werden sollte. Dies gilt insbesondere bei Dauerbegrünung und extensiver Bewirtschaftung

4. Teleki 8B (V. berlandieri x V. riparia)

Die 8B ist eine mittel- bis starkwüchsige Unterlage, die derzeit beste Unterlage für schwere bis sehr schwere Böden. Hier beeinflusst sie das Edelreis auch bei höheren Kalkgehalten positiv. Ihre geringere Veredlungsfähigkeit macht sie bei den Veredlern nicht beliebt. Daher ist ihre Verbreitung auch gering. Gute Ergebnisse sind insbesondere in Kombination mit Riesling auch auf trockenen Standorten zu erzielen. Auf feuchten Standorten vermindert sie, gerade in Verbindung mit hohen Kalkgehalten, das Chloroserisiko.

5. Kober 125AA (V. berlandieri x V. riparia)

Die 125AA gleicht in ihrer Wuchskraft der 5BB, ohne bei empfindlichen Sorten den Bee-

renansatz zu beeinträchtigen. Vor allem die gute Kalk- und Trockentoleranz sind Gründe für die steigende Beliebtheit dieser Sorte. Die stets dunkelgrünere Blattfarbe des Pfropfpartners beruht auf dem sehr guten Nährstoffaneignungsvermögen der 125AA. Als Edelreis eignen sich besonders die Burgundersorten, sie bringt aber auch mit allen anderen Sorten beste Ergebnisse. Auf kalkhaltigen, feuchten Standorten ist die 125AA bei extensiver Bewirtschaftung und Begrünung anderen Unterlagen mit Ausnahme der 8B überlegen.

6. Börner (*V. riparia* x *V. cineria* Arnold)

Die Unterlagssorte Börner wurde ursprünglich in Naumburg an der Saale gezüchtet, und ihr Anbauwert wurde durch das Fachgebiet Rebenzüchtung und Rebenveredlung in Geisenheim ermittelt. 1991 wurde die Börner für die Bundesrepublik klassifiziert und ist somit noch relativ neu in der Weinbaupraxis. Besonders beachtlich ist ihre völlige Reblausresistenz. Während alle anderen klassifizierten Unterlagen einen Reblausbefall bis zu einem gewissen Grad tolerieren, kann sich dieser Schädling an der Börner weder ernähren noch vermehren. Die Wüchsigkeit liegt zwischen der 125AA und der 5C. Bisherige Versuche deuten eine gute Anpassung an die meisten in Deutschland vorkommenden Bodenarten an. Sie ist gut geeignet für trockene, skelettreiche, leichte, auch flachgründige Böden und zeichnet sich hier durch eine hohe Trockentoleranz aus. Sie verträgt mittlere Kalkgehalte, neigt aber auf schweren, bindigen Böden in Verbindung mit Staunässe zu Chlorose, auf leichten, gut dränierten Standorten kann sie auch mit hohem Grundwasserstand gute Ergebnisse erzielen.

7. Couderc 3309 (*V. riparia* x *V. rupestris*)

Die französische Unterlage C 3309 ist von mittelstarker Wuchskraft. Aufgrund der heute

üblichen Standweiten kann sie nur auf sehr tiefgründigen, nährstoffreichen Böden empfohlen werden. Sie benötigt frische, aber keine nassen Böden, toleriert keine Trockenheit und ist damit ungeeignet für trockene, flachgründige Standorte als auch für zu feuchte und kühle Böden. Ihre geringe Kalkverträglichkeit schränkt die Auswahl geeigneter Standorte zusätzlich ein. Sie eignet sich besonders gut für verrieselungsempfindliche Ertragssorten auf tiefgründigen Böden mit guter Humus- und ausgewogener Wasserversorgung.

8. Binova

Bei der Binova handelt es sich vermutlich um die weibliche Form der SO_4 . Die Unterlagssorte ist in ihren Eigenschaften der SO_4 sehr ähnlich, übertrifft diese aber in ihrer Kalkverträglichkeit und eignet sich daher für kalkreiche, nicht zu schwere Böden. Bei nicht zu großen Standräumen bieten sich blüteeempfindliche Ertragssorten als Pfropfpartner an. Ihre Leistungsdaten unterscheiden sich kaum von denen der SO_4 .

9. Sori (*Solonis* x *Riparia*)

Die Sori wurde wie die Börner ursprünglich in Naumburg/Saale gezüchtet. Sie zählt zu den schwachwüchsigen Unterlagen, besitzt aber im Gegensatz zur C 3309 eine hohe Kalkverträglichkeit. Sie benötigt nährstoffreiche, tiefgründige Böden mit einem ausgeglichenen Wasserhaushalt. Für Anlagen mit großen Standweiten oder mit Dauerbegrünung ist sie auf Grund ihrer Wüchsigkeit nicht geeignet.

10. Riparia 1 Geisenheim

Die Riparia 1 Geisenheim ist schwachwüchsig und extrem kalkempfindlich. Mit der Einführung größerer Zeilenbreiten kam ihr Einsatz in der Praxis ganz zum Erliegen.

3.2 Die Edelreissorten

1. Riesling

Die Sorte Riesling nimmt im Rheingau 83 % und an der Bergstraße 55 % der Rebfläche ein. Der Gebietscharakter wird im Rheingau von der Sorte Riesling, welche früher im gemischten Satz angepflanzt wurde, geprägt. Die Sorte reift spät. Sie verlangt daher warme Lagen. Auf steinigten Böden mit felsigem Untergrund gedeiht die robuste Sorte ebenso wie auf schweren Böden. Die frühe Holzreife erlaubt auch einen Anbau in kühleren Lagen, was jedoch zu geringeren Weinen führt und nicht empfohlen werden kann. Die zurzeit laufende Klonenselektion hat die züchterische Verbesserung des Rieslings und damit die Anhebung der Qualität zum Ziel.

2. Müller-Thurgau

Die in Geisenheim im letzten Jahrhundert entstandene Müller-Thurgau-Rebe ist im Rieslinggebiet die erste Ergänzungssorte mit 5 % der Anbaufläche (Rheingau). Ertragsfreudigkeit, Frühreife und kräftiger Wuchs sind die Merkmale der Müller-Thurgau-Rebe. In geringeren Lagen mit unzureichendem Strahlungsgenuss ist die Qualitätsleistung insbesondere bei starkem Anschnitt gering. Feuchte Lagen führen zu vorzeitiger Fäulnis, da die Botrytisanfälligkeit groß ist. Die Müller-Thurgau-Rebe liefert auf guten Böden bei mäßigem Anschnitt in mittleren Lagen wertvolle Weine. Als Unterlage für die Müller-Thurgau-Rebe muss eine wuchsstarke Sorte verwendet werden.

3. Silvaner

Die alte Rebsorte Silvaner tritt im Rheingau zunehmend in den Hintergrund. Der Silvaner ist im Wuchs schwächer als der Riesling und stellt seiner schlechten Holzreife wegen hohe Ansprüche an das Klima.

4. Blauer Spätburgunder

Der Spätburgunder ist eine anspruchsvolle Qualitätsweinsorte, welche nur in guten warmen Lagen gedeiht. Abbauerscheinungen zwingen zur ständigen Selektion, die heute schon so weit führt, dass verschiedene Klontypen ausgelesen werden konnten. Der Praxis stehen inzwischen neben den altbewährten Standardklonen sowohl lockerbeerige, kleinbeerige wie auch aufrecht wachsende Spätburgunder-Typen zur Verfügung. Der Spätburgunder reagiert sehr empfindlich auf äußere Einflüsse und gedeiht am besten auf mittelwüchsigen Unterlagen. Die Sorte Spätburgunder nimmt rund 10 % der Fläche des hessischen Weinbaues ein.

5. Ergänzungssorten

In der Folge werden einige Ergänzungssorten, welche in der Anbaufläche nicht höher als 1 % liegen, aufgeführt.

Der **Traminer** ist eine Ergänzungssorte, deren Weine für Verschnitzzwecke dienen oder als reine Sorte ausgebaut Anklang finden. Er stellt hohe Ansprüche an den Standort, der durch gute Böden und günstiges Klima ausgezeichnet sein muss.

Der **Ruländer** verlangt tiefgründige Böden in guten Lagen. Er reift auch in ungünstigen Jahren und bringt dann hohe Mostgewichte bei angenehmen Säurewerten. Früh geerntet, bringt er spritzige, fruchtige Weine hervor.

Der **Weißburgunder** verlangt tiefgründige Böden, die nicht zu schwer und nicht zu hoch im Kalkgehalt sein dürfen. Die kräftig wachsende Sorte ist anfällig für Chlorose. Die Klimaansprüche des Weißburgunders sind nicht gering, daher ist er nur für gute Lagen zu empfehlen. Die Weine des Weißburgunders passen in ihrer Art besser zu unserem Weinbau als jene des Ruländers.

4. Die Unterlagen für die Bodengruppen

Nachfolgend werden einige Hinweise für den Anbau von Pflöpfreben unter Berücksichtigung der gegebenen Standortverhältnisse mitgeteilt. Die Empfehlungen beruhen auf den Ergebnissen umfangreicher Anbauversuche und den hierbei berücksichtigten Erfahrungen der Praxis (Tab. 1). Die Böden werden von ZAKOSEK (1967) sehr ausführlich beschrieben, welcher auch die ökologische Gruppeneinteilung vorgenommen hat. Mit der Neuauflage wurde die Bodengruppenkarte von E. THIEL überarbeitet und die Bodengeographie von FRIEDRICH & SABEL (2004) neu beschrieben. Bezüglich der Klimaverhältnisse sei auf KREUTZ & BAUER (1967), HORNEY (1975), HOPPMANN (1988) und HOPPMANN & LÖHNERTZ (1996) verwiesen.

Die Böden der Gruppe I sind meist ausgesprochene Trockenstandorte. Eine optimale weinbauliche Nutzung ist kaum möglich, da in der Regel eine Bewässerung nicht erfolgen kann. In trockenen Jahren ist bei der Bodengruppe I mit starken Trockenschäden, vornehmlich durch frühzeitiges Einstellen des Wachstums zu rechnen. Im hessischen Weinbau sind weniger als 5 % der Böden in die Gruppe I einzuordnen. Es hat sich herausgestellt, dass von allen derzeit gebräuchlichen Unterlagen Kober 5BB und Börner die höchste Trockenresistenz besitzen. Der Stockertrag von Rieslingpflöpfreben auf diesen Unterlagen liegt in trockenen Jahren bei gleichzeitig nachweisbarem besserem Wuchs günstiger als bei allen anderen Unterlagen. In der Bodengruppe I sind beide Unterlagen für alle Rebsorten geeignet. Die Frage der Edelreissorten ist deshalb anzuschneiden, weil vorwiegend in den Höhenlagen typische Standorte der Bodengruppe I vorzufinden sind. Sofern dort überhaupt noch Qualitätsweinbau – der Höhenlage wegen – möglich ist, wären hier andere Sorten als der Riesling zu empfehlen. Da die Müller-Thurgau-Rebe und andere großblättrige, wasserbedürftige Sorten dort weniger geeignet sind, bleibt es der Rebenzüch-

tung vorbehalten, für die Höhenlagen geeignete Edelreissorten zu schaffen bzw. zu erproben. Sofern die Bodengruppe I in klimatisch besseren Lagen anzutreffen ist, kommt nur der Riesling als Edelreis in Frage.

In der Bodengruppe II finden wir Verwitterungsböden der verschiedensten Ausgangsgesteine. Gemeinsam ist dieser Bodengruppe die Mittel- bis Tiefgründigkeit und die Kalkfreiheit. Pflanzenphysiologisch sind an den Standorten der Bodengruppe II hinsichtlich der Wasserverhältnisse bessere Voraussetzungen als in der Gruppe I gegeben. Da eine Beregnung auch in trockenen Jahren aus weinbaupolitischer Sicht nicht in Frage kommen dürfte, sind hier allgemeine Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserspeichervermögens und der Bodenverbesserung durchzuführen. Sofern die klimatischen Voraussetzungen gegeben sind, könnten die Standorte für den Riesling-Weinbau als ideal bezeichnet werden. Leider sind die Möglichkeiten der Bodenverbesserung nur beschränkt durchzuführen. Deshalb sind Unterlagen zu wählen, die Trockenheit vertragen können. Damit scheidet für diese Böden alle jene Unterlagen aus, welche eine zu geringe Wüchsigkeit aufweisen. Versuche zeigten in diesen Böden eine Überlegenheit der Berlandieri x Riparia-Unterlagen. Für den Riesling können hier in den besseren Böden bei offener Bodenbearbeitung die 5C und die SO₄ empfohlen werden. Für die trockeneren und ärmeren Böden der Gruppe II sowie auf begrünten Standorten dieser Bodengruppe die 5BB, 125AA wie auch die ebenfalls starkwüchsige Börner. Diese Unterlagen sind vor allem auch für die starkwüchsigen Sorten wie Müller-Thurgau und Silvaner geeignet. Die übrigen Qualitätssorten werden in der Wahl der Unterlagssorten dem Riesling gleichgestellt.

Die Bodengruppe III ist für den Weinbau insbesondere für die Rieslingrebe optimal, sofern die klimatischen Faktoren entsprechen. In diesen tief-

gründigen Böden, welche sich vorwiegend in Plateau- und Hangfußlagen befinden, haben die Wurzeln aller Unterlagssorten beste Bedingungen. Dies führt jedoch zu einem starken Wuchs, zumal die Wasserversorgung in diesen kalkfreien Böden optimal ist. Daher haben hier die Unterlagen mit mäßigem Wuchs den Vorzug. $5C$ und SO_4 können bei entsprechenden Standorten in diesen Böden praktisch für alle Edelreissorten verwendet wer-

den. Die einzige Unterlage aus der *V. riparia* x *V. rupestris*-Gruppe, die 3309C, kann auf guten, garebereiten Böden in Verbindung mit geringer Einzelstockbelastung ebenfalls Verwendung finden. Man denke hier in diesem Zusammenhang gerade an die Diskussion um die sogenannte Dichtpflanzung. Auf begrüntem Standorten ist eine entsprechend stärker wachsende Unterlage, wie z. B. Börner oder 125AA zu wählen.

Tab. 1. Bodengruppen der hessischen Weinbaugebiete und zu empfehlende Unterlagen für offene und begrünzte Bewirtschaftungsformen

Boden-Gruppe	Boden	Flächen-Anteil in %	ohne Begrünung	mit Begrünung
I	vorwiegend flachgründige, sehr skelettreiche, trockene, meist kalkfreie Böden aus Schiefen, Kiesen, Quarziten, Magmatiten oder Sandsteinen, z.T. mit Lößschleier	3,6	Börner 5BB 125AA	Börner 5BB
II	mittel- und tiefgründige, skelettreiche, lehmige, trockene bis frische, meist kalkfreie Böden aus Schiefen, Kiesen, Quarziten, Magmatiten oder Sandsteinen, häufig mit Lößbedeckung	18,4	125AA Börner 8B, 5C SO_4	5BB 125AA Börner
III	tiefgründige, skelettarme, lehmige, frische, basenreiche, meist kalkfreie, garebereite Böden aus Lößlehm	21,1	5C, SO_4 , 125AA, Börner 3309C*	125AA Börner 8B, 5C
IV	lehmig-tonige, z.T. skelettführende, häufig staunasse, meist kalkfreie Böden aus Tonen oder Lößlehm	7,1	SO_4 , 125AA 8B,	125AA 8B
V und Va	tiefgründige, nur vereinzelt skelettführende, sandig-lehmige, trockene bis frische, meist kalkhaltige Böden aus Flugsand und Sandlöß (Va) oder Löß	35,3	125AA Börner 8B 5C, SO_4	5BB 125AA Börner
VI	tiefgründige, häufig skelettführende, tonig-lehmige, frische bis feuchte, meist kalkhaltige Böden aus Löß oder Hochflutlehm	2,6	8B, 125AA SO_4 , 5C	125AA 8B Börner
VII	tonige, skelettarme, häufig staunasse, meist kalkhaltige Böden aus Mergel	9,8	8B, 125AA	8B, 125AA 5BB

* nur bei geringer Stockbelastung

In Gruppe IV sind die staunassen kalkfreien Böden einzuordnen. Es hat sich immer gezeigt, dass Böden dieser Art, wenn die Staunässe längere Zeit während der Vegetation ansteht, für Reben schlechthin ungünstig sind. Vor allem auch die biologische Untätigkeit dieser Böden und ihre Kälte sind physiologisch negative Faktoren. Wir finden daher im Extremfall an solchen Standorten keine befriedigenden Weinberge, gleichgültig auf welcher Unterlage sie auch stehen mögen. Daher ist eine weinbauliche Nutzung ohne entsprechende Melioration nicht ratsam. Für Riesling als Edelreis empfiehlt es sich, die Unterlagen 8B und SO₄ für Müller-Thurgau die 125AA zu verwenden, sofern keine Begrünung vorliegt. Bei Dauerbegrünung sollte für Riesling und ähnlich wüchsige Rebsorten auf 125AA und Börner sowie 5BB zurückgegriffen werden.

In der Bodengruppe V finden wir den überwiegenden Teil der hessischen Weinbergsböden. Das sind die Böden, in denen die Berlandieri x Riparia-Unterlagen ihre beste Leistung zeigen. Hier schließt der Kalkgehalt den Einsatz anderer Unterlagen aus. Selbst in feuchten Jahren begünstigen diese Böden Ertrag und Qualität im positiven Sinne. Es sind demnach für den Riesling und andere empfohlene Qualitätssorten in erster Linie 5C, Börner, SO₄ und 8B, an trockenen Standorten auch 5BB zu empfehlen. Für wüchsige Sorten kommen hier nur die Unterlagen

5BB, 125AA und Börner in Frage. Bei Begrünung sind die starkwüchsigen Sorten bevorzugt zu verwenden.

Auch für die Bodengruppe VI sind die Berlandieri x Riparia-Unterlagen geeignet. Der Kalkgehalt verbietet auch hier den Einsatz kalkempfindlicher Unterlagsorten. Die Böden der Gruppe VI sind meist sehr triebig und sichern den Reben eine hinreichende Wasserversorgung. Hier sind also die kalktoleranteren Unterlagen wie 8B, SO₄, 125AA, eingeschränkt auch 5BB und 5C angebracht. Entsprechend der Wuchskraft, welche die Reben in diesen Böden entfalten können, ist ein größerer Standraum als in Steillagen erforderlich. Die Kober 5BB kann in diesen Böden vor allem als Unterlage für starktriebige Sorten dienen.

Die Bodengruppe VII umfasst aus weinbaulicher Sicht ausgesprochen schwierige Böden. In trockenen Jahren wirkt die wasserhaltende Kraft positiv, in feuchten Jahren aber negativ. Chloroseerscheinungen sind häufig. Maßnahmen der Bodenverbesserung und Melioration sind vielerorts unvermeidlich. Im Grunde ist keine der jetzt gebräuchlichen Unterlagen so recht geeignet für diese Böden. Der geringste Fehler wird begangen, wenn Unterlagen der Berlandieri x Riparia-Gruppe je nach Wüchsigkeit zum Einsatz kommen. Besonders die Unterlage 8B zeichnet sich hier durch eine geringere Chloroseanfälligkeit aus.

5. Schlussbetrachtung

Die Empfehlung von Edelreis und Unterlage nach Standorten ist nur in ganzheitlicher Sicht möglich. Es kann im Weinbau, der wie jede andere Sonderkultur in einer steten Entwicklung begriffen ist, keinen Stillstand geben. Daher sind auch Empfehlungen nie endgültig. Die Entwicklung, insbesondere in der Unterlagenfrage, zwingt zur Revision der Auffassungen vornehmlich bei den Typen mit Vinifera-Erbgut, welche sich in der Praxis bei Reblausbefall als hinfällig

erwiesen haben. Bei der künftigen Orientierung der Sortenfrage wird das Experiment mehr noch als bisher Bedeutung gewinnen. Dies gilt für Edelreis und Unterlage gleichermaßen. Das im Lande Hessen in enger Zusammenarbeit zwischen dem ehemaligen Hessischen Landesamt für Bodenforschung, heute Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie und dem Fachgebiet für Rebenzüchtung und Rebenveredlung, Geisenheim, aufgebaute Adaptionsprogramm zur

Prüfung der Unterlagsorten an verschiedenen Standorten hat zu fundierten Ergebnissen geführt, die sich in der gegebenen Empfehlung niedergeschlagen haben. Eine Aufgabe von großer Bedeutung für die Zukunft wird die Prüfung neuer Edelreis- und Unterlagsorten sein, der

sich das Fachgebiet für Rebenzüchtung und Rebenveredlung der Forschungsanstalt Geisenheim in Zusammenarbeit mit verschiedenen für die Standortforschung zuständigen Stellen widmet. Hierbei sind die erarbeiteten Grundlagen der Kartierung unentbehrlich.

6. Schriftenverzeichnis

- FRIEDRICH, K. & SABEL, K.-J. (2004): Die Böden und ihre Verbreitung in den hessischen Weinbaugebieten. – (dieser Bd.).
- 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. & 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.
- HORNEY, G. (1975): Die ökologische Wirkung des Windes. – Berichte des Deutschen Wetterdienstes, **138**: 20 S.; Offenbach.
- KREUTZ, W. & BAUER, W. (1967): Die kleinklimatische Geländekartierung der Weinbaugebiete Hessens. – In: ZAKOSEK et al.: Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **50**: 20–49; Wiesbaden.
- ZAKOSEK, H. (1967): Die Böden der hessischen Weinbaugebiete. – In: ZAKOSEK et al.: Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **50**: 9–19; Wiesbaden.

Die potenzielle Nitrataustragsgefährdung in den hessischen Weinbaugebieten

In den geförderten Rohwässern der meisten Trinkwasserbrunnen der hessischen Weinbaugebiete sind die Nitratgehalte seit den 70er Jahren kontinuierlich gestiegen und haben mittlerweile die von der Trinkwasserverordnung festgelegte Höchstgrenze von 50 mg Nitrat/l überschritten, teilweise werden über 200 mg Nitrat gemessen (BERTHOLD 1991, SCHALLER et al. 1994).

Da Nitrat zu einem wesentlichen Teil über die Stickstoffdüngung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, also auch in Weinbergen eingetragen wird, hat das Fachgebiet Bodenkunde und Pflanzenernährung der Forschungsanstalt Geisenheim in Zusammenarbeit mit der agrarmeteorologischen Beratungsstelle des Deutschen Wetterdienstes in Geisenheim die Nitrataustragsgefährdung der Weinbergböden untersucht (BERTHOLD 1991, SCHALLER et al. 1994).

Als Anion wird Nitrat im Boden nur in geringem Maße sorbiert, so dass es leicht mit dem Sickerwasser aus der Wurzelzone in den tieferen Untergrund verlagert werden kann. Die Auswaschungsgefährdung steigt also mit der Sickerwasserrate, die sich vor allem aus dem jährlichen Wasserbilanzüberschuss ergibt und verringert sich mit der Verweildauer des Wassers im Boden und dem dadurch vermehrten Nitratentzug durch die Pflanzen. Die Verweildauer ist entscheidend vom Wasserspeichervermögen des Bodens, der Feldkapazität (FK), abhängig. Ermittelt wird sie aus der Körnungssummenkurve, dem Grobbodenanteil, dem Humusgehalt und der Lagerungsdichte des Mineralbodens. Allerdings kann die Pflanze nur eine bestimmte Teilmenge der Bodenwasserreserve nutzen, die nutzbare Feldkapazität (nFK, ZIMMER 2004).

1. Der methodische Ansatz

Als methodischer Ansatz gilt allgemein folgende Beziehung:

$$\text{potenzielle Nitrataustragsgefährdung} = \frac{\text{Sickerwassermenge (mm)}}{\text{Feldkapazität (mm/dm)} \times \text{Tiefe des Wurzelraumes (dm)}}$$

Bei der Ermittlung der Feldkapazität sowie des Wurzelraumes wurde vornehmlich auf die Datenbestände der großmaßstäbigen Bodenkarten sowie die Untersuchungsergebnisse von ZIMMER (2004) zurückgegriffen.

Die Sickerwassermenge wird üblicherweise als „mittlere Jahressumme der klimatischen Wasser-

bilanz“ (KWBa) aus der Differenz von Jahresniederschlag und potenzieller Verdunstung abgeleitet. Allerdings setzt diese Methode eine positive Bilanz, also einen Sickerwasserüberschuss voraus. Die Unterlagen des Deutschen Wetterdienstes belegen aber für Geisenheim auf Basis der Jahre 1951–1980 eine deutlich negative KWBa,

* Dr. K. Emde (e-mail: K.Emde@geo.uni-mainz.de), Johannes Gutenberg-Universität, Geographisches Institut, D-55099 Mainz.

also keinen versickerungsfähigen Überschuss, demzufolge auch kein Nitrataustrag geschehen sein dürfte. Der Widerspruch offenbart einen methodischen „Fehler“, da die Berechnung der Wasserbilanz für die gesamte Bundesrepublik standardisiert ohne Berücksichtigung standörtlicher Besonderheiten erfolgen muss. Realistischere Sickerwasserraten lassen sich ermitteln, wenn die aktuelle (tatsächliche) Verdunstung unter Beachtung z. B. der Hangposition und der Vegetationsbedeckung herangezogen wird. Daher wurden mittels eines Modells zur Berechnung des Bodenfeuchteverlaufes in Abhängigkeit der Rebenentwicklung (HOFMANN 2004) die Sickerwasserraten über den Zeitraum von 1961–

1990 für offen gehaltene Weinberge simuliert. Berücksichtigt wurden neben der traditionellen Eingangsgröße Niederschlag die tatsächliche Evapotranspiration (Verdunstung Boden und Vegetation) bei verschiedenen Hangneigungen und unterschiedlichen Expositionen sowie der Oberflächenabfluss.

Die Standorte mit sehr geringem Wasserspeichervermögen und hoher Sickerwasserrate stehen im Verdacht, besonders nitrataustragsgefährdet zu sein. Die Tab. 1 und 2 dokumentieren die Sickerwasserspende der Böden mit geringer nutzbarer Feldkapazität an verschiedenen Standorten der Weinbaugebiete in Abhängigkeit von der Exposition und der Hangneigung. Erwar-

Tab. 1. Sickerwassermenge ($l \times m^{-2}$) eines Bodens mit einer nFK von 100 mm (geringes Speichervermögen) für verschiedene Stationen im Rheingau

Exposition	Lorch				Geisenheim			
	Hangneigung				Hangneigung			
	0 < 10°	10–20°	20–30°	> 30°	0 < 10°	10–20°	20–30°	> 30°
Süd	236	208	166	123	188	163	131	96
SW/SO	236	212	173	130	188	167	137	103
West	236	226	198	161	188	180	159	132

Exposition	Wiesbaden-Biebrich				Hochheim			
	Hangneigung				Hangneigung			
	0 < 10°	10–20°	20–30°	> 30°	0 < 10°	10–20°	20–30°	> 30°
Süd	241	212	173	132	221	193	155	115
SW/SO	241	216	180	140	221	197	161	122
West	241	230	205	172	221	210	185	152

Tab. 2. Sickerwassermenge ($l \times m^{-2}$) eines Bodens mit einer nFK von 100 mm (geringes Speichervermögen) für verschiedene Stationen an der Bergstraße

Exposition	Groß Umstadt				Bensheim			
	Hangneigung				Hangneigung			
	0 < 10°	10–20°	20–30°	> 30°	0 < 10°	10–20°	20–30°	> 30°
Süd	321	289	244	193	422	382	321	254
SW/SO	321	294	252	202	422	387	329	263
West	321	309	280	239	422	404	361	303

Tab. 3. Sickerwassermenge (in mm) des gleichen Bodens mit einer geringen nFK von 100 mm in ebener Reliefposition an verschiedenen Standorten

	Mittelwert	Median	Max.	Min.	Std.-abw.	Var.-koef.	Maximale Sickerwassermenge in % der Jahre				
							10	25	50	75	90
Lorch	236	255	466	26	120	50,8	64	150	255	340	376
Geisenheim	188	181	386	20	97	51,5	52	109	181	250	301
Wiesbaden-Biebrich	241	242	413	32	92	38	130	172	242	318	358
Hochheim	221	208	473	34	112	50,7	70	149	208	300	380
Bensheim	422	410	698	172	157	37,3	213	300	410	567	652

tungsgemäß verringert sich mit zunehmender Hangneigung (Oberflächenabfluss, Verdunstung durch Sonneneinstrahlung, geringere Niederschlagsdichte) und nach Süden drehender Exposition (Verdunstung durch Sonneneinstrahlung) die Sickerwasserspende.

Die Durchschnittswerte der langjährigen Sickerwasserspendsen sagen noch nichts über die jährlichen Schwankungen und Intensitäten aus, was in Tab. 3 deutlich wird. Diese zeigt die Verteilung der errechneten Werte um den Mittelwert und die zu erwartenden Sickerwassermengen in den einzelnen Jahren für sehr flachgründige Böden.

Danach können im Unteren Rheingau in 10 % der Fälle, also in 3 von 30 Jahren, maximal 64 mm Sickerwasser erwartet werden. In 25 % der Jahre sind bis zu 150 mm Sickerwasser zu erwarten.

In der Umgebung von Geisenheim werden in 25 % der Jahre bis maximal 109 mm Sickerwasser erwartet. Die Region um Wiesbaden weist dagegen schon in 10 % der Jahre Sickerwasserraten von bis zu 130 mm auf.

Im Bereich der Hessischen Bergstraße ist bereits in 10 % der Jahre mit einem Sickerwasseranteil von 213 mm, in 25 % der Jahre bis zu 300 mm zu erwarten.

2. Die Karte der Nitrat austragsgefährdung

Aufgrund der großen Datenmenge lässt sich die Austragsgefährdung in Abhängigkeit der nutzbaren Feldkapazität (nFK) in 8 Klassen differenzieren und bewerten.

Die Bewertung erfolgte auf Grundlage der nFK der Böden. Die Austragsgefährdung wird bei stauwasserbeeinflussten Böden durch potenzielle Denitrifikation, längere Verweilzeit des Stauwassers im Wurzelraum (dadurch erhöhter Entzug durch die Pflanzen) und einen nicht quantifizierbaren lateralen Nitratreintrag bzw. -austrag

durch Interflow (Zwischenabfluss) besonders beeinflusst.

Klasse	Sickerwassermenge	Auswaschungsgefährdung
Klasse 1	< 100 mm	sehr gering
Klasse 2	100–<150 mm	gering
Klasse 3	150–<200 mm	gering bis mäßig
Klasse 4	200–<250 mm	mäßig bis hoch
Klasse 5	250–<300 mm	hoch
Klasse 6	300–<350 mm	hoch bis sehr hoch
Klasse 7	350–<400 mm	sehr hoch
Klasse 8	> 400 mm	extrem hoch

Ähnlich problematisch verhält es sich mit den Grundwasserböden, die durch die schwankenden Grundwasserstände einen nicht durch Niederschlag und Verdunstung allein zu berechnenden Wasserhaushalt aufweisen. Diese Standorte wurden pauschal immer um eine Klasse schlechter (höheres Verlagerungsrisiko) eingestuft als sich rein rechnerisch ergab.

Im Gegensatz zu der vereinfachten Betrachtungsweise mittels der jährlichen mittleren Klimatischen Wasserbilanz beweist das Bewertungsverfahren, dass auch in niederschlagsarmen Regionen mit einem beachtlichen Potenzial der Nitratauswaschungsgefährdung zu rechnen ist. Die Karte der potenziellen Nitratauswaschungsgefährdung belegt, dass die hohen Niederschläge an der Bergstrasse auch die Gefahr des Nitrataustrages besonders erhöhen. Allerdings kann durch das hohe Wasserspeichervermögen der Böden aus Löss und vergleichbarer Standorte das Risiko begrenzt werden. Dies gilt gemäß der Verbreitung dieser Böden vornehmlich für Unterhanglagen, während die Mittel- und Oberhänge

flachgründige, feinerdearme Böden mit hoher Auswaschungsneigung tragen.

Das Gefährdungsrisiko der übrigen Weinbaugebiete ist tendenziell vor allem wegen der niedrigeren Niederschläge geringer. Besonders sind die Weinbaulagen des Mittelrheins hervorzuheben, die von einem kleinräumigen Wechsel der Standortverhältnisse gekennzeichnet sind. Hier sind grobbodenreiche Steilhanglagen mit sehr geringem Wasserspeichervermögen und tiefgründige Unterhanglagen mit hoher nFK benachbart. Im Rheingau macht sich bei vergleichbaren Bodenverhältnissen die allmähliche Zunahme der Niederschläge von Rüdesheim auf Wiesbaden zu bemerkbar, wo dann eine deutlich höhere Nitratverlagerungsgefährdung zu erwarten ist. Auch im Maingau lassen die vergleichsweise niedrigen Niederschlagssummen und die größere Verbreitung speicherfähiger Böden eher nur ein geringes bis mäßiges Risiko erwarten. Eine statistische Übersicht der Nitrataustragsgefährdung ist in Abb. 1 dargestellt.

3. Zusammenfassung

Bei der Ermittlung der potenziellen Nitratauswaschungsgefährdung der hessischen Weinbaugebiete ist im Gegensatz zu den bisher üblichen Verfahren die aktuelle rebenspezifische Verdunstung konventionell offen gehaltener Flächen als Grundlage der Berechnung herangezogen worden. Von den vielen berücksichtigten Parametern hat sich die räumliche und zeitliche Verteilung der Niederschläge als bedeutendster Faktor

herausgestellt. Die hohe Nitratauswaschungsgefährdung der Weinbergslagen der Bergstraße ist vornehmlich auf die hohen Niederschläge zurückzuführen. Trotz geringerer Niederschläge im Rheingau und Maingau ist auch hier regional eine Auswaschung zu erwarten. Die Gründe sind dann in der Reliefposition (Exposition, Hangneigung) der Böden sowie ihrem mangelhaften Speichervermögen zu suchen.

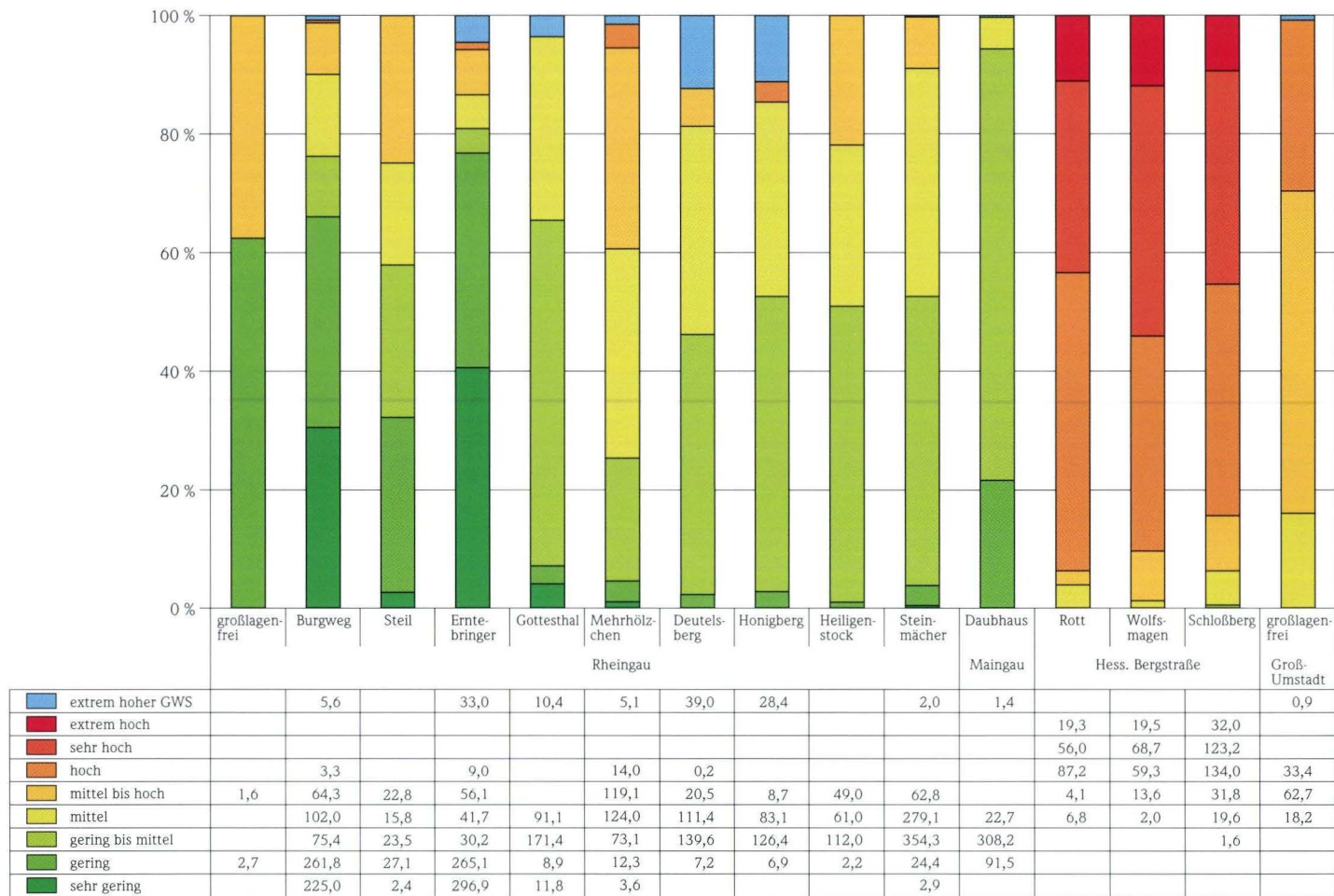


Abb. 1. Flächenanteile der Klassen der Nitrataustragsgefährdung nach Großlagen (Anteil in der Großlage – Graphik; Fläche in ha – Tabelle).

4. Schriftenverzeichnis

- BERTHOLD, G. (1991): Untersuchungen zur N-Dynamik weinbaulich genutzter Flächen unter besonderer Berücksichtigung der Bewirtschaftungsform. - Geisenheimer Ber., **7**: 209 S.; Geisenheim.
- HOFMANN, B. (2004): Das Trockenstressrisiko bei einer Dauerbegrünung der Rebanlagen. – (dieser Bd.).
- SCHALLER, K., JAGOUTZ, H., BERTHOLD, G. & EMDE, K. (1994): Bewirtschaftungssysteme und Nitratbildung in Rebflächen. Teil 1: Grundlagen für die Erarbeitung eines Simulationsmodells. – Geisenheimer Ber., **16a**: 290 S.; Geisenheim.
- SCHALLER, K., JAGOUTZ, H., BERTHOLD, G. & EMDE, K. (1994): Bewirtschaftungssysteme und Nitratbildung in Rebflächen. Teil 2: Parameterschätzung und Umsetzung zu einem Düngeberatungsmodell. – Geisenheimer Ber., **16b**: 255 S.; Geisenheim.
- ZIMMER, T. (2004): Die Karte der nutzbaren Feldkapazität. – (dieser Bd.)

Die potenzielle Erosionsgefährdung in den hessischen Weinbaugebieten

Der Weinbau unterlag im letzten Jahrhundert einschneidenden Veränderungen. Neben der Einführung der Pflöpfreben auf reblausresistente Unterlagen hatte die umfangreiche Mechanisierung, Spezialisierung und Intensivierung weitreichende Folgen. Die Umstellung auf eine maschinelle Bodenbearbeitung ersetzte selbst in Steillagen die traditionelle Seilzugtechnik durch Direktzuranlagen. Dadurch entstanden Fahrspuren mit der ihnen typischen Bodenverdichtung oder Pflugsohlen, die das Versickern der Niederschläge behindern, den Oberflächenabfluss aber fördern. Da zudem durch Flurbereinigungsverfahren die Parzellenlänge vergrößert wurde, sammelt sich mehr Oberflächenwasser, erhöht sich die Fließgeschwindigkeit und somit auch die Erosionsgefahr. Vor allem die Steilhanglagen sind von der Bodenerosion in besonderem Maße betroffen, der durch nutzungsbezogene Schutzmaßnahmen entgegengewirkt werden muss.

Dieses Problem wird schon seit der Wiederbelebung und Intensivierung des Weinbaus in den 50er Jahren thematisiert (GEGENWART 1952, HERMANN 1965, HORNEY 1969, 1974, KURON et al. 1956, KURON & JUNG 1961, JUNG & BRECHTEL 1980, RUPPERT 1952, SCHMITT 1952, 1954, 1955). Dabei zeigt sich, dass sowohl die Erosivitäts- (Niederschlag) als auch Erodibilitätsfaktoren

(Bodenanfälligkeit) entscheidende Kennwerte für die Beurteilung der Bodenerosion sind. KURON et al. (1956) entwickelten ein Kartierverfahren, mit dem in vielen Flurbereinigungsverfahren die Erosionsgefährdung ermittelt und vorsorgende Maßnahmen zum Bodenschutz abgeleitet wurden (RICHTSCHEID 1988). Daraus erwuchs das Kartenwerk „Gefahrenstufenkarten Bodenerosion durch Wasser“, das flächendeckend die landwirtschaftlich genutzten Areale Hessens beurteilt und im Rahmen der agrarstrukturellen Vorplanung (AVP) Anwendung findet, zumal für die einzelnen Erosionsgefährdungsintensitäten vorsorgende Maßnahmen bis hin zu Nutzungseinschränkungen empfohlen werden.

Für die Weinbaugebiete Hessens wurde ein modifizierter Ansatz zur Beurteilung der Bodenerosionsgefährdung erarbeitet (EMDE 1992), in dem Art und Menge der Niederschläge vorrangige Berücksichtigung finden. Eine weitere Kenngröße des Modells ist die Erosionsanfälligkeit der Bodenformen. Diese Parameter fließen in die „Universelle Bodenabtragsgleichung“ (WISCHMEIER & SMITH 1978) ein, die als Basismodell zur Beurteilung der potenziellen Bodenerosionsgefährdung in den hessischen Weinbaugebieten eingesetzt wurde.

Bodenkenngrößen

Zur Beurteilung der Erodibilität der Böden müssen der Humus- und Karbonatgehalt sowie die Aggregatstabilität des Oberbodens bekannt

sein. Von entscheidender Bedeutung ist allerdings die Korngrößenzusammensetzung. Darüber hinaus wurde die Wasserleitfähigkeit bestimmt.

* Dr. K. Emde (e-mail: K.Emde@geo.uni-mainz.de), Johannes Gutenberg-Universität, Geographisches Institut, D-55099 Mainz.

Aus diesen Parametern lässt sich die Erodierbarkeit des Bodens ableiten (SCHWERTMANN et al. 1987). Da aus den Rohdaten nicht immer zweifelsfrei der Grobbodengehalt zu entnehmen war, wurde auf den Bodentyp im Sinne einer substratspezifischen Bodenform ausgewichen, der eine verlässlichere Interpretation zur Gesamtbodenart erlaubte als die Zuordnung zur ökologischen Bodengruppe bzw. die Daten der Bodenschätzung.

Ein digitales Höhenmodell lag zur Zeit der Bearbeitung noch nicht vor, so dass auf den Datenbestand der AVP-Standortkartierung „Gefahrenstufenkarte Bodenerosion durch Wasser“ zurückgegriffen wurde. Die eingeführten Neigungsklassen wurden auch für die vorliegende Neubearbeitung beibehalten:

	< 2 %
	2 – < 6 %
	6 – < 12 %
	12 – < 18 %
	18 – < 24 %
	> 24 %

Weitere Parameter wie Hanglänge und Bedeckungsgrad konnten wegen fehlender Daten nicht einbezogen werden.

Ergebnisse

Den ökologischen Bodengruppen kann jeweils eine charakteristische Erodibilität zugeordnet werden, auch wenn teilweise größere Schwankungen innerhalb der Bodeneinheiten unvermeidbar waren. Das Höchstmaß der Erosionsanfälligkeit wurde mit 1 festgelegt und alle Bodenformen dagegen relativiert. Im Rheingau zeigt sich folgendes Ergebnis:

Bodengruppe II	0,3 – < 0,4
Bodengruppe III	0,4 – < 0,5
Bodengruppe IV	0,3 – < 0,4
Bodengruppe V	0,4 – < 0,6
Bodengruppe VII	0,2 – < 0,3

Für die hessische Bergstraße konnte wegen der geringen Verbreitung der Bodengruppen IV, VI und VII keine Zuweisung der Erodierbarkeit

erfolgen. Ansonsten ergibt die entsprechende Zuordnung folgendes Bild:

Bodengruppe I	um 0,2
Bodengruppe II	0,3 – < 0,5
Bodengruppe III	0,4 – < 0,5
Bodengruppe V	< 0,6

Die Differenzen der beiden Weinbaugebiete, vornehmlich in der Gruppe II, sind mit dem regional unterschiedlichen Bodenformenverteilungsmuster innerhalb dieser Gruppe zu erklären. Die hohe Erodibilität der Bodengruppe V ergibt sich durch den extrem erosionsanfälligen Schluff der Pararendzina aus Löss.

Klimakenngrößen

Besonders Starkregenereignisse, bei denen mindestens 10 mm Niederschlag innerhalb von sechs Stunden fallen, werden als erosionsauslösend betrachtet. Fallen weniger, dann müssen aber mindestens 5 mm innerhalb von 30 Minuten niedergehen, um gleichfalls berücksichtigt zu werden. Solche detaillierten Informationen bieten nur Klimastationen mit Regenschreibern. Für die hessischen Weinbaugebiete konnten die Stationen Geisenheim mit mehr als 30-jähriger sowie Bensheim und Darmstadt mit mehr als 10-jähriger Beobachtungsdauer herangezogen werden.

Ergebnisse

Im Vergleich der Verteilung der erosiven Starkregenereignisse (Tab. 1) gibt es die auffallende Gemeinsamkeit, dass diese Niederschläge auf das Sommerhalbjahr mit Schwerpunkt in den Monaten Juni bis August verteilt sind, was mit der sommerlichen Gewitterhäufigkeit zusammenhängt. Im Detail zeigen sich jedoch zwischen den Stationen einige Unterschiede. Vor allem ist die doppelt so hohe Starkregenintensität in Darmstadt/Heppenheim im Vergleich zu Geisenheim bemerkenswert.

Tab. 1. Mittlere monatliche erosive Regen der Stationen Geisenheim, Heppenheim und Darmstadt sowie ihr Jahresdurchschnitt

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Ø
Geisenheim (1961–1990, 260 erosive Regen, Ø 8,7 Regen/April–Oktober)	0	0	0	0,5	4,1	7,8	9,3	7,9	4,0	1,5	0	0	35,1
	0	0	0	0,5	4,1	10,0*	12,5*	10,2*	4,0	1,5	0	0	42,7*
Geisenheim (1970–1979, 70 erosive Regen, Ø 7,0 Regen/April–Oktober)	0	0	0	0,9	4,6	5,9	13,3	6,5	1,7	0,8	0	0	33,7
								13,6*					40,8*
Heppenheim (1983–1994, ohne 91/92; 127 erosive Regen, Ø 12,7 Regen/April–Oktober)	0	0	0	1,3	9,5	28,0	11,3	14,4	8,5	2,0	0	0	75,0
Darmstadt (1970–1979, 161 erosive Regen, Ø 16,1 Regen/Januar–Dezember)	0,1	0,9	0,8	1,9	8,8	9,3	21,6	14,6	4,0	2,3	4,1	1,8	70,2
* inclusive extrem erosive Regen													

Klassifizierung der Gefährdungsstufen der potenziellen Erosion

Aufgrund der Auswertungen zur Erosivität der Niederschläge und der Erodibilität der Böden wurde die Karte der potenziellen Erosionsgefährdung der hessischen Weinbaugebiete gemäß folgender Rangordnung aufgestellt:

- klimatische Verhältnisse, Menge und Intensität der Starkregen
- Erodierbarkeit der Böden
- Hangneigungsverhältnisse

Als vorrangig wird die Niederschlagscharakteristik gesehen, d. h. die Intensität und Verteilung der (Stark-)Niederschläge sowie deren Häufigkeit. Die Erosionsanfälligkeit der Böden wird dagegen nachgeordnet. Bei der Verschneidung der Ergebnisse der Ableitungen aus den Boden- und Klimakenngrößen stellt sich heraus, dass sich die Bodenformen hinsichtlich ihrer Erodierbarkeit in vier Gruppen (A bis D der Tab. 2) differenzieren lassen, wobei sich die schluffreiche Pararendzina aus Löss gegenüber Starkregen am anfälligsten erwies (Gruppe A: sehr hohe Ero-

dierbarkeit). Wenig Abtrag dagegen ist bei den schuttreichen Böden zu befürchten (Gruppe D: geringe Erodierbarkeit). Im Falle hoher Grobbodengehalte wird darin ein wirksamer Schutz gegen die Abspülung erkannt und daher hinsichtlich der potenziellen Erodierbarkeit eine Standortaufwertung vorgenommen. Unter Berücksichtigung der Hangneigungsstufen ergibt sich folgendes Bild:

Zu den wesentlichen Ergebnissen zählt, dass die Bodenformen Pararendzina aus Löss und Braunerde aus Flugsand bei geringster Hangneigung bereits mäßig, ab einer Hangneigung von 12 % sogar sehr stark erosionsgefährdet sind, während dies für alle anderen Bodenformen erst ab der Neigung >18 % und für die grobbodenreichen sogar erst ab >24 % gilt.

Die regionale Analyse kommt zu dem Ergebnis, dass die hessische Bergstraße aufgrund der hohen Zahl der Starkregenereignisse und der Verbreitung abtragungsgefährdeter Böden aus Löss und Flugsand ein besonders hohes Erosionsgefährdungspotenzial aufweist. Hohe Gefahrenstufen kennzeichnen auch das Mittel-

Tab. 2. Stufen der Erosionsgefährdung (E) der Böden durch Wasser für die Sonderkultur Weinbau

Neigung [%]	Gruppe A		Gruppe B		Gruppe C		Gruppe D	
	Erodierbarkeit sehr hoch		Erodierbarkeit hoch		Erodierbarkeit mittel		Erodierbarkeit gering	
	a) Pararendzina aus Löss b) Braunerde aus Flugsand		a) Parabraunerde aus Löss über Löss b) Parabraunerde aus geringmächtigem Löss über sonstigem Gestein c) Braunerde aus Meeressand		a) Übergangssubtypen der Parabraunerde b) Pararendzina aus Mergel c) Grundwasserböden d) Bodenformen mit Grobbodenanteil ≤40 % im Oberboden)		a) lössarme Braun- oder Parabraunerden über verschiedenem Gesteinszersatz b) Braun- oder Parabraunerden aus Hangschutt c) Bodenformen mit Grobbodenanteil ≥40 % im Oberboden	
0–≤2	gering bis mäßig	E 2	gering bis mäßig	E 3	gering	E 2	sehr gering	E 1
2≤6	mäßig bis erhöht	E 4	gering bis mäßig	E 3	gering bis mäßig	E 3	gering	E 2
6≤12	erhöht bis stark	E 5	mäßig bis erhöht	E 4	mäßig bis erhöht	E 4	gering bis mäßig	E 3
12≤18	sehr stark	E 6	erhöht bis stark	E 5	erhöht bis stark	E 5	mäßig bis erhöht	E 4
18≤24	sehr stark	E 6	sehr stark	E 6	sehr stark	E 6	erhöht bis stark	E 5
> 24	sehr stark	E 6	sehr stark	E 6	sehr stark	E 6	sehr stark	E 6

rheintal, da hier die extreme Reliefenergie alle anderen Faktoren überlagert. Im Rheingau zeigt sich ein differenziertes Bild. Die steilen Süd- und Südwestlagen sind hoch gefährdet, auch wenn vor allem der tertiäre Ton bzw. Mergel der Abtragung eher widersteht als der Löss. Erosionsmindernd wirken sich auch die grobbodenreichen Hangschuttlagen aus, die die kinetische Energie der Niederschläge stark abbremsen. Ein ähnliches Bild zeigt auch der Maingau. Eine statistische Übersicht der Erosionsgefährdstufen ist in Abb. 1 dargestellt.

Empfehlungen zum Erosionsschutz für die Sonderkultur Weinbau

Im Eigeninteresse des Weinbaus, aber auch zum Schutze des Bodens und der Umwelt wird sich traditionell intensiv darum bemüht, den Bodenabtrag durch standortangepasste Flächenbehandlung zu verhindern, zumindest aber durch zielgerichtete Maßnahmen auf ein unvermeidbares Maß zu reduzieren. Dazu stehen eine ganze Reihe von Bewirtschaftungsmaßnahmen, Bodenbedeckungen und Bearbeitungstechniken zur

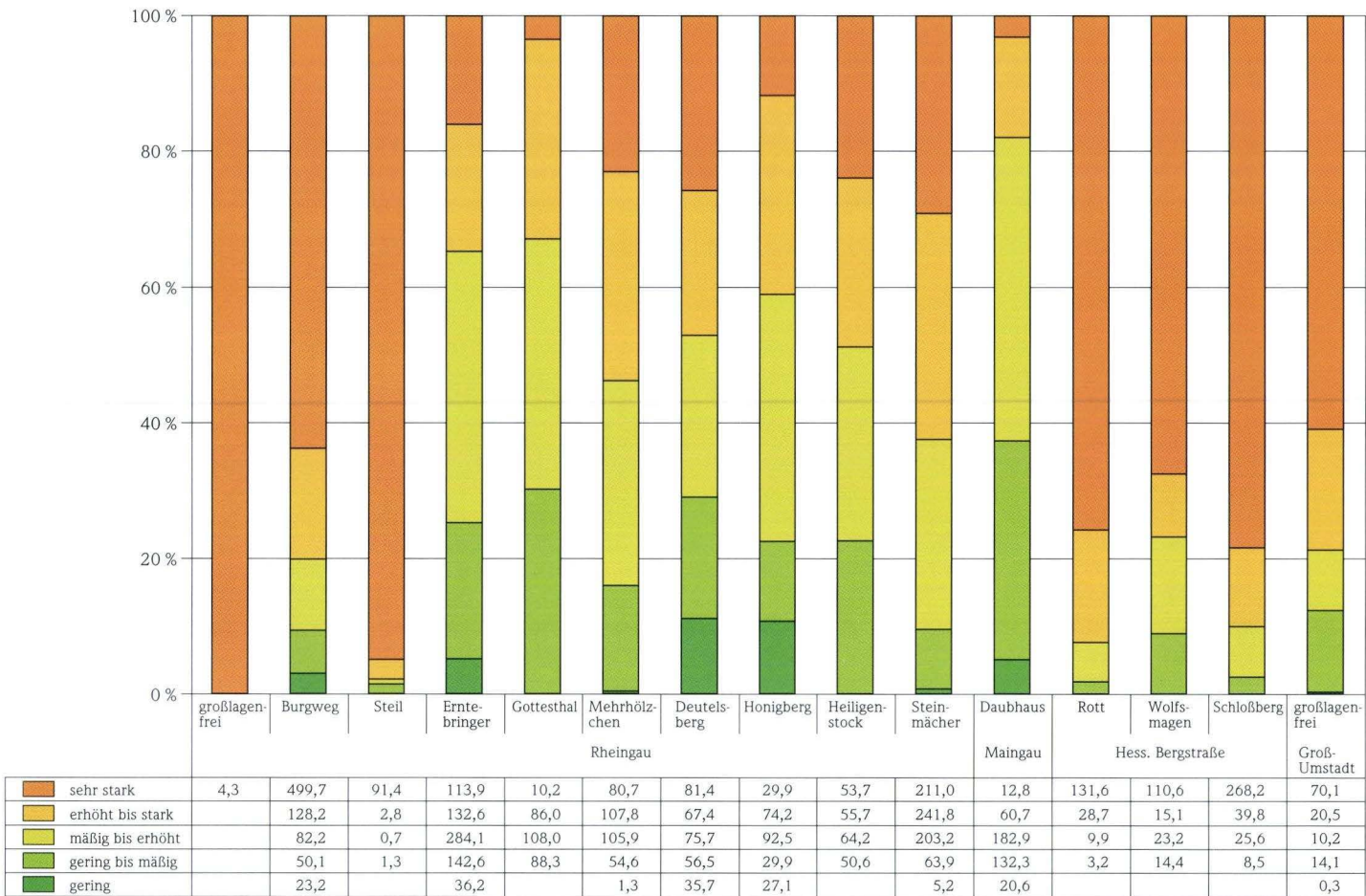


Abb. 1. Flächenanteile der Klassen der Erosionsgefährdung nach Großlagen (Anteil in der Großlage – Graphik; Fläche in ha - Tabelle).

Tab. 3. Empfehlungen zum Bodenschutz für die Sonderkultur Weinbau

E 1:	keine besonderen Maßnahmen über einen ordnungsgemäßen Weinbau hinaus nötig
E 2:	jede 2. Zeile begrünen, Unterstockbereich kann offen gehalten werden
E 3:	jede 2. Zeile begrünen, Unterstockbereich in der Vegetationszeit abdecken, Mulchabdeckung in der offenen Zeile oder bei ausreichender Wasserversorgung ganzflächige Begrünung
E 4:	jede 2. Zeile begrünen, Unterstockbereich in der Vegetationszeit abdecken, Mulchabdeckung in der offenen Zeile oder bei ausreichender Wasserversorgung ganzflächige Begrünung
E 5:	ganzflächige Dauerbegrünung, Unterstockbereich in der Vegetationszeit abdecken, oder jede 2. Zeile begrünen, oder Unterstockbereich in der Vegetationszeit abdecken und andere Zeile Mulch
E 6:	Standorte mit ausreichender Wasserversorgung: <ul style="list-style-type: none">• ganzflächige Dauerbegrünung, Standorte mit unzureichender Wasserversorgung: <ul style="list-style-type: none">• ganzflächige Mulchabdeckung• oder jede 2. Zeile begrünen, Unterstockbereich in Vegetationszeit abdecken, andere Zeile Mulch; Schlaglänge bei Flurbereinigung auf etwa 60 m begrenzen

Verfügung, die in Tab. 3 als Empfehlungen ausgesprochen werden.

Als Vorkehrung gegen die Bodenerosion und Reduzierung der erosiven Fließgeschwindigkeit des Oberflächenabflusses ist die Dauerbegrünung der Rebzeilen und Fahrgassen natürlich die optimale Lösung. Durch die Konkurrenz mit dem Grasbewuchs kann bei der Rebe vornehmlich in niederschlagsarmen Jahren Trockenstress ausgelöst werden, der vor allem die Qualität des Weines beeinträchtigen kann. Es gilt daher bei Begrünungsmaßnahmen, den Bodenwasserhaushalt sowie den Sortenanbau genau zu beachten. Vor allem die Erosionsgefährdungsklassen E 5 und E 6 erfordern nachhaltige Schutzmaßnahmen. Die leistungsfähigen Standorte nehmen oft Hanglagen mit hoher Neigung (> 18 %) ein. Wegen der Steilheit des Geländes sind die Böden in der Regel flachgründig und feinerdearm, was einen eingeschränkten und unausgebalancierten Bodenwasserhaushalt zur Folge hat. Zwar wäre eine ganzflächige Begrünung anzustreben, lässt aber wegen der geringen Wasserspeicherfähigkeit der Böden Trockenstress der Reben befürchten. Um

das Erosionsrisiko zu reduzieren, wird alternativ z. B. nur jede zweite Zeile begrünt oder mit Abdeckmaterialien auf den nicht begrüntem Gassen gearbeitet. In jedem Falle ist auf diesen Standorten außerhalb der Vegetationszeit der Reben eine Einsaat oder ein dichter natürlicher Aufwuchs zu fördern. Optimal wäre auf diesen sensiblen Standorten eine Dauerbegrünung kombiniert mit einer Tröpfchenbewässerung der Rebe, da durch die gezielten Wasserspenden Trockenstress vermieden, andererseits Bodenerosion unterbunden wird.

Neben den verschiedenen Arten der Begrünung werden zum Schutze des Bodens auch Abdeckmaterialien eingesetzt. Neben Stroh (Brandgefahr), das selten zur Anwendung kommt, werden nicht zuletzt wegen des Düngeeffektes Biokomposte gerne genutzt. Allerdings ist gerade der damit verbundene hohe Stickstoffeintrag der limitierende Faktor, da die Nitratzufuhr im Weinbau begrenzt ist (ZIMMER 2004). Weit verbreitet sind Rindenmulch oder ähnliche Materialien. Sie haben ein weites C/N-Verhältnis und werden daher kaum düngewirksam.

Schriftenverzeichnis

- EMDE, K. (1992): Experimentelle Untersuchungen zu Oberflächenabfluß und Bodenaustrag in Verbindung mit Starkregen bei verschiedenen Bewirtschaftungssystemen in Weinbergsarealen des Oberen Rheingaus. – Geisenheimer Ber., **12**: 250 S.; Geisenheim.
- GEGENWART, W. (1952): Die ergiebigen Stark- und Dauerregen im Rhein-Main-Gebiet und die Gefährdung der landwirtschaftlichen Nutzflächen durch die Bodenzerstörung. – Rhein-Main. Forsch., **36**: 52 S.; Frankfurt am Main.
- HERMANN, R. (1965): Vergleichende Hydrographie des Taunus und seiner südlichen und südöstlichen Randgebiete. – Giessener Geogr. Schriften, **5**; Gießen.
- HORNEY, G. (1969): Ein Beitrag zur Wassererosion im Weinbau. – Weinberg und Keller, **16**: 629–652; Frankfurt am Main.
- HORNEY, G. (1974): Wassererosion am Hang aus agrar-meteorologischer Sicht. – Der Deutsche Weinbau, **26**: 912–914; Neustadt an der Weinstraße.
- JUNG, L. & BRECHTEL, R. (1980): Messungen von Oberflächenabfluß und Bodenabtrag auf verschiedenen Böden der Bundesrepublik Deutschland. – Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK), **48**; Hamburg.
- KURON, H., JUNG, L. & SCHREIBER, H. (1956): Messungen von oberflächlichen Abfluß und Bodenabtrag auf verschiedenen Böden Deutschlands. – Schriftenreihe des Kuratoriums für Kulturbauwesen (DVWK), **5**; Hamburg.
- KURON, H. & JUNG, L. (1961): Untersuchungen zur Bodenerosion und Bodenerhaltung im Mittelgebirge als Grundlage für Planungen bei Flurbereinigerungsverfahren. – Zeitschrift für Kulturtechnik, Jg. **2**: 129–145; Berlin.
- RICHTSCHEID, P. (1988): Minderung der Bodenerosion in Hessen. Modelle im Bereich der Landeskulturverwaltung. – IfB, **57**: 53–67; Kassel.
- RUPPERT, K. (1952): Die Leistung des Menschen zur Erhaltung der Kulturböden im Weinbaugebiet des südlichen Rheinhessens. – Rhein-Main. Forsch., **34**; Frankfurt am Main.
- SCHMITT, O. (1952): Grundlagen und Verbreitung der Bodenzerstörung im Rhein-Main-Gebiet mit einer Untersuchung über Bodenzerstörung durch Starkregen im Vorspessart. – Rhein-Main. Forsch., **33**; Frankfurt am Main.
- SCHMITT, O. (1954): Bodenerosion durch Regen- und Schmelzwässer im Rhein-Main-Gebiet. – Natur und Volk, **84** (3): 69–78; Frankfurt am Main.
- SCHMITT, O. (1955): Zur Kartierung und quantitativen Erfassung von Abspülschäden durch Bodenerosion. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 246–256; Wiesbaden.
- SCHWERTMANN, U., VOGL, W. & KAINZ, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags durch Bewertung von Gegenmaßnahmen. – Stuttgart.
- WISCHMEIER, W. & SMITH, D.D. (1978): Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. – US Dep. of Agricul., Agriculture Handbook, **537**: 58 S.; Washington.
- ZIMMER, T. (2004): Die Karte der nutzbaren Feldkapazität. – (dieser Bd.).

Das Trockenstressrisiko bei einer Dauerbegrünung der Rebanlagen

1. Einführung

Eine Dauerbegrünung der Rebanlagen ist aus mehreren Gründen wünschenswert. Sie gewährt eine Befahrbarkeit der Rebzeilen auch bei nassen Witterungsverhältnissen. Sie erhöht den Humusanteil in den Parzellen und reduziert den Nitrat- austrag in das Grundwasser (BERTHOLD 1991). Sie erhöht das Versickerungsvermögen bei hohen Niederschlägen, minimiert damit den Oberflächenabfluss und schützt die Anlagen vor Boden- austrag.

Die häufig durchgeführte Winterbegrünung kann die Bodenerosion nicht verhindern, weil die erosiven Niederschläge im Sommer nieder- gehen (EMDE 1992). Um das Bodenwasser zu schonen, wird sie im Frühjahr umgebrochen. Durch Mineralisation können dann große Men- gen Stickstoff frei werden. Für eine umweltscho- nende Bewirtschaftung ist daher eine Dauerbe- grünung vorzuziehen.

Allerdings können in manchen Lagen die Be- grünungspflanzen eine ernst zu nehmende Kon- kurrenz zur Rebe um das verfügbare Bodenwas-

ser sein, was zu Ertrags- und Qualitätseinbußen führen kann (BREIL 1991).

Der Rheingau gehört zu den trockensten deut- schen Weinbaugebieten, daher ist dieses Risiko dort besonders hoch. An der hessischen Berg- straße hingegen sind wegen der deutlich höhe- ren Niederschläge weniger Probleme zu erwar- ten (Tab. 1).

Im Rheingau selbst ist eine Zunahme der Niederschläge von Geisenheim im Westen bis Wiesbaden im Osten festzustellen.

Da die Vegetationszeit der Begrünungspflan- zen eher beginnt als die der Rebe, kann es bei geringen Niederschlägen schon frühzeitig zu ei- nem Abfall des Bodenwasservorrats kommen (BERTHOLD 1991). Zum Zeitpunkt der Reben-Blü- te ist in manchen Jahren auf begrünten Standor- ten schon mit deutlich trockeneren Bedingun- gen zu rechnen als bei offen gehaltenen Rebanlagen.

Eine Abschätzung des Wasserhaushalts in Weinbergen mit Hilfe der klimatischen Wasserbi- lanz wurde von HOPPMANN & HÜSTER (1988a) durchgeführt. Die dabei zu Grunde gelegte po- tenzielle Verdunstung ist jedoch nur gegeben, wenn die Pflanzen immer optimal mit Wasser ver- sorgt sind. Dies ist jedoch nicht der Fall. Bei trok- enen Witterungsbedingungen kommt es zu ei- ner zunehmenden Austrocknung des Bodens. Die optimale Wassernachlieferung ist nicht mehr ge- geben. Die Rebe ist bei zunehmender Wasser- knappheit in der Lage, ihren Wasserverbrauch zu reduzieren, die Verdunstung von der Bodenober- fläche ist eingeschränkt und Gras verringert sein Wachstum. Die tatsächliche Verdunstung ist da-

Tab. 1. Langjähriges Mittel der Niederschläge aus den hydrologischen Jahren 1961–1990 an ausgewähl- ten Stationen der hessischen Weinanbaugebiete

	Gesamtjahr Nov.–Oktober	Vegetationsperiode April–Oktober
Geisenheim	548 mm	342 mm
Eltville	612 mm	382 mm
Wiesbaden	636 mm	391 mm
Bensheim	828 mm	521 mm

* Dipl. Geogr. B. Hofmann (e-mail: birgit.hofmann@imail.de), Forstenrieder Allee 136, D-81476 München.

her geringer als die potenzielle Verdunstung. Ihre Bestimmung ist jedoch weitaus schwieriger. Hierbei muss die Entwicklung der Bodenwassergehalte berücksichtigt werden. Mit Hilfe eines Bodenfeuchtesimulationsprogramms ist dies möglich.

Um das Risiko einer Dauerbegrünung zu beurteilen, soll die zu erwartende Entwicklung der

Bodenwassergehalte unter einer kurz gehaltenen Grasdecke berechnet werden. Dieser Ansatz wurde bereits von HÜSTER (1993) verfolgt. Letztendlich handelt es sich um eine Abschätzung des Trockenstressrisikos. Andere Wechselwirkungen zwischen Rebe und Begrünungspflanzen werden nicht berücksichtigt.

2. Maß für die Trockenstressgefährdung

Die Bewertung des Trockenstressrisikos beinhaltet die Frage nach dem Wasserbedarf der Reben. Der Wasserbedarf ist zu unterscheiden vom Wasserverbrauch. Der Verbrauch richtet sich nach dem Wasserangebot. Entscheidend ist aber die Frage nach dem nötigen Bedarf für ein ausreichendes Ertrags- und Qualitätsziel.

Bei der Rebe ist es jedoch schwierig Aussagen darüber zu treffen in welchem Entwicklungsabschnitt, ab welchem Grenzwert und in welchem Umfang bei nicht optimaler Wasserversorgung mit Ertrags- und Qualitätsveränderungen zu rechnen ist. Ertrag und Qualität werden von vielen Faktoren beeinflusst, und das Gewicht der einzelnen Einflussfaktoren verschiebt sich im Laufe der Vegetationszeit, so dass der reine Einfluss des Bodenwassers insbesondere unter Freilandbedingungen oft nicht eindeutig bestimmbar ist. Viele Untersuchungsergebnisse stammen daher aus Gefäßversuchen (SMART & COOMBE 1983, BERAN 1986).

Die Qualität, im herkömmlichen Sinne als Mostgewicht und Gesamtsäure gemessen, wird deutlich von der Temperatur und der Anzahl der Sonnenscheinstunden gesteuert. Die Wasserbilanz beeinflusst wesentlich stärker den Ertrag (HOPPMANN & HÜSTER 1988b). Ein Zusammenhang mit Wasserstress wird aber auch bei der Entstehung des „Unspezifischen Alterungstons“ (UTA) bei Weinen angenommen (SCHWAB 1996). Zur Einschätzung des Trockenstressrisikos soll im Folgenden der Zeitraum betrachtet werden, in dem sich Trockenstress besonders negativ auf den Ertrag auswirken würde, weil die Zusam-

menhänge mit dem Wasserhaushalt am eindeutigen sind.

Neben anderen Autoren berichtet BETTNER (1979), dass die Rebe in der Phase des beginnenden Beerenwachstums besonders empfindlich auf Wassermangel reagiert und dann mit geringeren Erträgen zu rechnen ist. Es ist die Zeit des Beerenansatzes, der darüber entscheidet, wie viele Beeren die Trauben bilden, und die Zeit der Zellteilungen, in der die Anzahl der Zellen in den Beeren festgelegt werden. Später findet nur noch eine Zellstreckung statt, es können aber keine neuen Zellen mehr gebildet werden. Nach CURRLE et al. (1983) dauert diese Phase bei den spät reifenden Sorten, zu denen auch der Riesling gehört, ca. 44 bis 46 Tage. Früher reifende Sorten wie der Müller-Thurgau durchlaufen diese Phase schneller.

Problematischer ist die Festsetzung eines Schwellenwertes für den Bodenwassergehalt, ab dem Trockenstress angenommen werden soll. MÜLLER (1980) nennt unter Freilandbedingungen die Werte von 30–40 % der nutzbaren Feldkapazität bei Böden mit geringem Wasserspeichervermögen als problematisch. BERAN (1986) berichtet davon, dass erst erstaunlich niedrige Werte der Bodenfeuchte im Freiland einen deutlichen Einfluss hatten.

Als Grenzwert für Trockenstress wird in dieser Arbeit nicht ein bestimmter prozentualer Anteil der nutzbaren Feldkapazität herangezogen, sondern ein einheitlicher Restwassergehalt in Millimeter. Dies begründet sich darin, dass Böden miteinander verglichen werden sollen, die zum

Tab. 2. Restwassergehalt verschiedener Böden bei gleichem prozentualen Anteil an der nutzbaren Feldkapazität (Schicht 0–100 cm Bodentiefe)

	nFK	50 %	40 %	30 %
Sand	110 mm	55 mm	44 mm	33 mm
Löß	220 mm	110 mm	88 mm	66 mm

Teil sehr niedrige und zum Teil sehr hohe nutzbare Feldkapazitäten aufweisen. Unter der Annahme, dass bis zum Erreichen des permanenten Welkepunktes der Pflanze Bodenwasser zur Verfügung steht, befänden sich bei einem Vergleich auf prozentualer Ebene noch deutlich unterschiedliche Mengen Wasser im Boden (Tab. 2).

Auf so unterschiedlichen Böden sind gleiche prozentuale Anteile der nutzbaren Feldkapazität auch nicht mit gleich hohen Saugspannungen verknüpft. Eine Berechnung der Saugspannung nach CAMPBELL (1985) von ZIMMER (1997) ergibt für vergleichbare Horizonte bei Wassergehalten von 40 % nFK bei Sand pF-Werte kleiner 2 und bei Löss pF-Werte um 3. Je nach Totwasseranteil variieren diese Werte etwas. Bei einem tonigen Boden läge er noch höher.

Generell ist zu beachten, dass Bodenwassergehalte – wie auch das Matrixpotenzial – nur ein angenähertes indirektes Maß für Trockenstress der Pflanzen sein können. Stress ist ein physiologisches Phänomen, welches stark von den Anpassungsmöglichkeiten der Pflanzen beeinflusst ist; z. B. können der Ernährungszustand oder eine gewisse Stressgewöhnung einen modifizierenden Einfluss haben.

Für die Bewertung der Trockenstressgefährdung wird die Zeitspanne von der Blüte bis 40 Tage nach der Blüte betrachtet und der mittlere Bodenwassergehalt dieses Zeitraums für jedes Jahr berechnet. Als Schwellenwert, ab dem eine Gefährdung angenommen wird, wurde ein Restwassergehalt von 40 mm festgesetzt. Das ent-

spricht bei einer nutzbaren Feldkapazität von 100 mm einem prozentualen Anteil von 40 %. Eine ursprünglich angestrebte Auszählung der Anzahl der Tage mit Bodenwassergehalten unterhalb des Grenzwerts konnte nicht beibehalten werden. Dieses Verfahren würde in Jahren, in denen der Bodenwassergehalt im Auswertungszeitraum längere Zeit nur knapp unterhalb oder oberhalb des Grenzwerts liegt, zu größeren Fehleinschätzungen führen.

Obwohl die Rebe in der Lage ist, sehr tief reichende Wurzeln zu entwickeln, wird hier nur der Bereich bis zu einer Tiefe von 1 m berücksichtigt. Hier befindet sich die Hauptmasse der Rebwurzeln (SMART & COOMBE 1983; STEINBERG 1968) und nur für diesen Bodenraum lassen sich für eine Vielzahl von Böden unter vertretbarem Aufwand die notwendigen Bodenkennwerte ermitteln oder flächendeckend abschätzen. Insbesondere die Bodenfeuchtemessung auf skelettreichen Standorten ist extrem schwierig. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass in vielen Fällen eine Notversorgung der Rebe aus dem tieferen Untergrund gegeben ist. Sie kann aber nicht als sicher angenommen werden. Insbesondere auf Standorten mit Festgestein im Untergrund ist eine tiefere Durchwurzelung sehr von den lokalen Bedingungen abhängig.

Die ermittelte Häufigkeit des Trockenstressrisikos gilt nur für den oben genannten Zeitraum. Das relative Verhältnis des Trockenstressrisikos für die einzelnen Standorte untereinander lässt sich jedoch auf spätere Zeiträume im Jahr übertragen. Auf frühzeitig zu Austrocknung neigenden Böden kommt es im Laufe des Jahres zu einer Verschärfung des Trockenstressrisikos. Später im Jahr reagiert die Rebe aber nicht mehr so empfindlich darauf. Für Einflüsse auf die Qualität lassen sich momentan weder eindeutige Zeiträume noch Grenzwerte der Bodenwasserversorgung bestimmen.

3. Berechnung der Bodenwassergehalte

Entscheidend für die Einschätzung der Begrüpfungsfähigkeit eines Standorts ist die zu erwartende Häufigkeit des Auftretens von Trockenstress. Da langjährige Messreihen der Bodenfeuchte nicht ausreichend vorhanden sind, werden die Bodenwassergehalte mit Hilfe eines Simulationsmodells errechnet.

3.1. Das Simulationsmodell

Grundlage des Programms war eine von GOMMES & ROBERTSON (1983) für die Food and Agriculture Organisation (FAO) der UNO vereinfachte Version des Mehrschichtmodells von BAIER & ROBERTSON (1966). Es wurde von HÜSTER (1993) an die Verhältnisse von Rebanlagen angepasst und erstkalibriert. In den Jahren 1993 und 1994 wurde das Modell an verschiedenen repräsentativen Standorten sowohl in begrünten wie auch offenen Rebanlagen mit gemessenen Daten überprüft und in einigen Punkten überarbeitet. Letztendlich wurden mit dem resultierenden Ein-Schicht-Modell ausreichend gute und z. T. sogar bessere Simulationsergebnisse erzielt als mit dem detaillierteren Drei-Schicht-Modell. Es können nun auch verschiedene Hangneigungen und Expositionen berücksichtigt werden.

Entscheidend für die Wahl dieses Modells war, dass es mit wenigen, relativ leicht verfügbaren Eingangsdaten auskommt.

An Klimadaten gehen der Tagesniederschlag und die täglichen Werte von Temperatur (t_{14}) und Dampfdruck (e_{14}) um 14 Uhr ein. An Bodenkennwerten werden der Wassergehalt bei Feldkapazität ($pF_{1,8}$) und am Welkepunkt ($pF_{4,2}$) – ausgedrückt in Volumenprozent – und die Bodenmächtigkeit benötigt. Die Bodenmächtigkeit wurde hier mit maximal 1 m eingegeben.

Die tägliche Änderung der Bodenfeuchte wird bilanziert als:

$$\text{Bodenfeuchte (neu)} = \text{Bodenfeuchte (alt)} + \text{Niederschlag} - \text{Sickerwasser} - \text{aktuelle Verdunstung} \quad (1)$$

Um zu gewährleisten, dass verschiedene Verläufe der Witterung gut repräsentiert sind, wird ein Zeitraum von 30 Jahren betrachtet. Dies ist ein Standardzeitraum für klimatologische Untersuchungen. Damit verschiedene Untersuchungen auch vergleichbar sind, gibt es eine weltweite Übereinkunft über den gültigen Bezugszeitraum. Momentan sind dies die Jahre 1961–1990.

Als Sickerwasser wird der Anteil der Niederschläge betrachtet, der über die Wiederauffüllung auf Feldkapazität hinausgeht.

Für die Bestimmung der aktuellen Verdunstung (ET_a) wird zunächst die potenzielle Verdunstung (ET_p) nach HAUDE (1963) errechnet (Tab. 3). Dieses Verfahren kommt mit wenigen und leicht zu beschaffenden Eingangsparametern aus. Der Vergleich mehrerer Berechnungsverfahren der potenziellen Verdunstung durch SPONAGEL (1980) und ERNSTBERGER (1987) für die Berechnung der Bodenwasserentwicklung zeigte, dass die oft bevorzugte Bestimmung der Verdunstung nach PENMAN (1948) nicht eindeutig überlegen war. Da in beide Verfahren monats- oder phänologiebezogene, nur empirisch bestimmbare Faktoren eingehen müssen, um die potenzielle Verdunstung des jeweils betrachteten Pflanzenbestandes zu erhalten, und die weiter unten beschriebene Reduktionsfunktion aufgrund ihres Rückkoppelungseffekts eine hohe ausgleichende Wirkung besitzt, wurde hier auf die Berechnung nach PENMAN (1948) verzichtet. Hinzu kommt, dass die benötigten Daten für den Windterm nur an wenigen Stationen vorliegen.

HAUDE (1963) bestimmt die potenzielle Verdunstung über die Menge Wasser, die auf Grund des Sättigungsdefizits der Luft um 14 Uhr noch aufgenommen werden könnte. Das Sättigungsdefizit errechnet sich aus der Differenz zwischen

Tab. 3. Faktoren zur Bestimmung der potenziellen Verdunstung nach HAUDE für verschiedene Bodenpflegesysteme. Die potenzielle Verdunstung wird in Abhängigkeit von der aktuellen Bodenfeuchte zur aktuellen Verdunstung (ETa) reduziert

begrünt	0,20	0,21	0,29	0,29	0,28	0,26	0,25	0,23	0,22	0,20
phän. Tag	60	91	121	152	182	213	244	274	305	366
offen			0,1	0,16	0,18	0,21	0,21	0,19	0,12	0,10
phän. Tag			124	150	175	208	242	288	300	366

gemessenem Feuchtegehalt der Luft (e_{14}) und dem bei der gemessenen Temperatur (t_{14}) maximal möglichen Feuchtegehalt der Atmosphäre. Der Feuchtegehalt wird als Dampfdruck in Hektopascal ausgedrückt.

$$\text{Sättigungsdefizit um 14 Uhr} = (E - e_{14}) \quad (2)$$

Der Sättigungsdampfdruck (E) errechnet sich nach der MAGNUS'schen Formel aus:

$$E = 6,1078^{(17,08085 \times t_{14} / (234,175 + t_{14}))} \quad (3)$$

$$\text{potenzielle Verdunstung (ETp)} = \text{Faktor} \times (E - e_{14}) \quad (4)$$

Als Bestandsfaktor werden für begrünte Weinberge die pflanzenspezifischen Faktoren für Gras verwendet. Für offene Bodenpflege wurden Faktoren für die Rebe in der Außenstelle Geisenheim des Geschäftsfeldes Landwirtschaft des Deutschen Wetterdienstes von HOPPMANN (1988) ermittelt. Diese wurden leicht modifiziert übernommen. Der phänologische Tag gibt an, bis zu welchem Tag die Faktoren Gültigkeit haben (vgl. Tab. 3).

$$ETa = (\text{aktuelle nutzbare Bodenfeuchte} / \text{maximale nutzbare Bodenfeuchte})^{0,4} \times ETp \quad (5)$$

Abb. 1 zeigt die resultierende Beziehung zwischen Bodenwassergehalt und angenommener aktueller Verdunstung. Bei einem aktuellen Wassergehalt von 40 % des nutzbaren Bodenwassers wird die aktuelle Verdunstung mit ca. 70 %

der potentiellen Verdunstung veranschlagt. Mit weiterem Absinken des Bodenwassergehaltes wird die aktuelle Verdunstung zunehmend eingeschränkt und erliegt mit dem Aufbrauchen des nutzbaren Bodenwassers ganz.

Diese Beziehung zeichnete an vielen Messstandorten den Abfall und die Wiederauffüllung der Bodenwassergehalte am besten nach. Teilweise überschätzt sie den Wasserentzug im Vergleich zu den Messdaten. An diesen Standorten sind modifizierende Einflüsse durch Hangwasser oder parallelen Wasserentzug aus tieferen Schich-

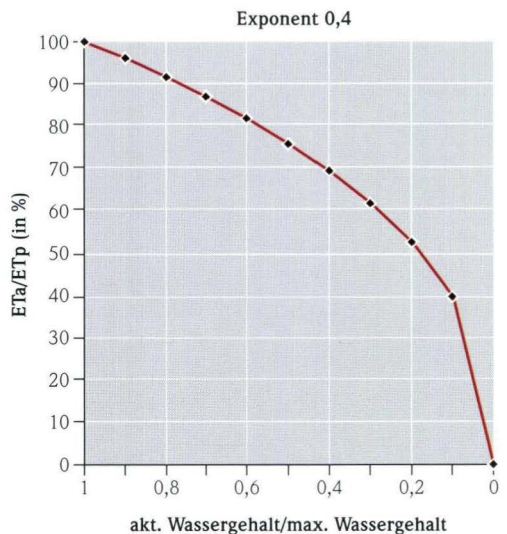


Abb. 1. Reduktion der potenziellen Verdunstung zur aktuellen Verdunstung in Abhängigkeit vom Verhältnis der aktuellen Bodenfeuchte zur maximalen Bodenfeuchte bezogen auf das nutzbare Bodenwasser.

ten nachgewiesen oder können mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden. Daher wurde hier keine weitere Reduktionsbeziehung berücksichtigt. Eine Überschätzung des Wasserentzugs kann hier eher toleriert werden als eine Unterschätzung. Gesicherte Zusammenhänge verschiedener Reduktionsbeziehungen mit der nutzbaren Feldkapazität oder der Bodenart konnten nicht ermittelt werden.

Der Anteil des Niederschlags, der nicht im Boden versickert, sondern auf der Oberfläche der Pflanzen direkt als so genannte Interzeption verdunstet, wird nicht gesondert berücksichtigt, da damit keine Verbesserung der Simulationsergebnisse erreicht werden konnte.

Die unterschiedlichen Einstrahlungsbedingungen auf stärker geneigten im Vergleich zu ebenen Flächen müssen ebenso berücksichtigt werden, wie der höhere Abflussanteil von Niederschlägen an Hangstandorten.

Da die Strahlung bei der Bestimmung der potenziellen Verdunstung nach HAUDE (1963) in die Berechnung nicht direkt eingeht, wurde der unterschiedliche Energiegegensuss für die verschiedenen Hangneigungen und Expositionen indirekt

als Faktor eingeführt. Der berechnete Verdunstungswert nach HAUDE (1963) wird entsprechend dem monatlichen Verhältnis der Strahlungsbilanz der geneigten Fläche zur ebenen Fläche korrigiert. Die Berechnungen von JAGOUTZ im Geschäftsfeld Landwirtschaft des Deutschen Wetterdienstes in Geisenheim lagen bereits vor (Tab. 4). Nach SE oder E ausgerichtete Standorte wurden wie SW oder W ausgerichtete Standorte gerechnet. Eine Horizontüberhöhung wurde nicht berücksichtigt.

Der Niederschlag, der ausgedrückt werden kann in l/m^2 , wird auf die größere Fläche der Hänge umgerechnet, denn die Projektion einer horizontal ausgerichteten Fläche von einem Quadratmeter umfasst auf einer geneigten Fläche mehr als einen Quadratmeter.

In Abhängigkeit von der Niederschlagshöhe, der Hangneigung und der Art der Bodenpflege wird ein Oberflächenabfluss angenommen, so dass der Niederschlag zu einem infiltrierenden Niederschlag reduziert wird (Abb. 2).

Das Simulationsprogramm errechnet die Bodenfeuchtwerte fortlaufend. Es wird nicht von einer generellen Wiederauffüllung des Boden-

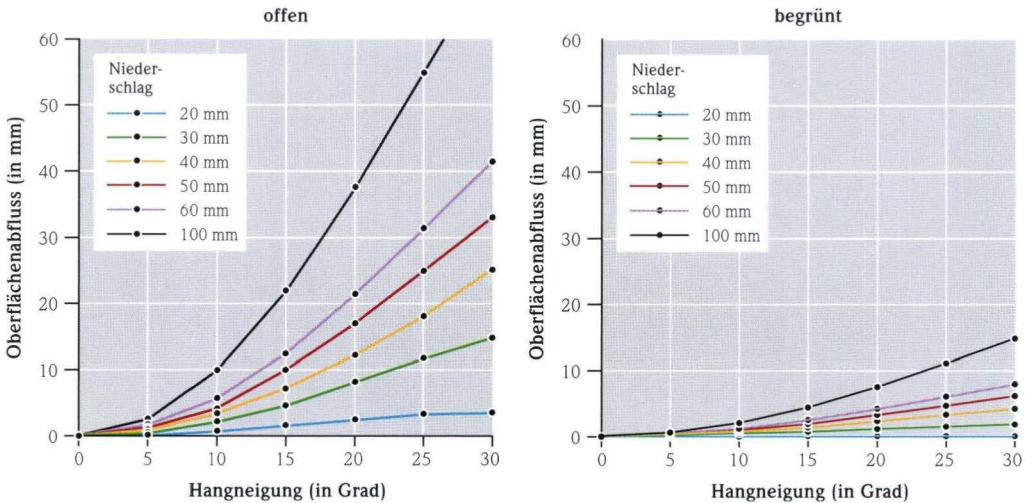


Abb. 2. Oberflächenabfluss in Abhängigkeit von Niederschlagshöhe und Hangneigung bei offen gehaltenen und begrüntem Rebanlagen.

Tab. 4. Faktoren zur Korrektur der Verdunstung nach HAUDE für verschiedene Hangneigungen und Expositionen.

Die Faktoren wurden aus dem mittleren Verhältnis der Strahlungsbilanz im Vergleich zum ebenen Standort über die Jahre 1988-1992 ermittelt (JAGOUTZ, Agrarmeteorologische Beratungs- und Forschungsstelle des Deutschen Wetterdienstes/Geisenheim)

Exposition	Süd	Süd-West	West	Süd	Süd-West	West
Hangneigung						
	Januar			Februar		
10°	1,282	1,205	1,003	1,178	1,128	0,995
20°	1,594	1,430	0,991	1,324	1,225	0,970
30°	1,928	1,663	0,962	1,429	1,285	0,924
	März			April		
10°	1,140	1,103	0,995	1,079	1,056	0,989
20°	1,245	1,173	0,968	1,116	1,077	0,951
30°	1,305	1,205	0,922	1,110	1,060	0,892
	Mai			Juni		
10°	1,042	1,027	0,983	1,001	1,002	0,988
20°	1,038	1,019	0,936	0,970	0,973	0,946
30°	0,987	0,975	0,867	0,900	0,913	0,880
	Juli			August		
10°	1,023	1,01	0,983	1,069	1,04	0,984
20°	1,004	0,993	0,936	1,091	1,05	0,942
30°	0,940	0,939	0,866	1,06	1,03	0,879
	September			Oktober		
10°	1,138	1,09	0,989	1,212	1,146	0,992
20°	1,235	1,155	0,953	1,396	1,262	0,963
30°	1,281	1,168	0,897	1,533	1,33	0,916
	November			Dezember		
10°	1,285	1,198	0,991	1,28	1,201	1,001
20°	1,548	1,371	0,968	1,565	1,379	0,988
30°	1,768	1,503	0,930	1,790	1,523	0,958

wasservorrates im Winter ausgegangen. Dies ist zur Berechnung der jährlichen Sickerwassermengen nötig. Außerdem reichen die in einigen Jahren sehr geringen Winterniederschläge bei einer theoretisch angenommenen Entleerung des Bo-

denwasservorrates im Sommer nicht aus, um alle Böden wieder aufzufüllen.

So wird z. B. in Geisenheim nur in der Hälfte der Jahre ein Winterniederschlag von über 200 mm erreicht, in 10 Prozent der Jahre bleibt

Tab. 5. Maximal zu erwartende Winterniederschläge (November–März) in Prozent der Jahre

Perzentile	10 %	25 %	50 %
Geisenheim	139 mm	173 mm	207 mm
Bensheim	195 mm	257 mm	322 mm

er sogar unter 139 mm (Tab. 5). Bei dieser Abschätzung zur möglichen Wiederauffüllung ist eine winterliche Verdunstung noch nicht berücksichtigt.

3.2. Datengrundlage

Die auftretenden Expositionen und Hangneigungen wurden anhand des topographischen Kartenmaterials erarbeitet. Da die einstrahlungsbedingten Unterschiede bei Hangneigungen kleiner 10 Grad zunehmend geringer werden, wurde in dieser Neigungsklasse keine Exposition ausgewiesen.

Die Einschätzung des Wasserspeichervermögens beruht auf der Karte der nutzbaren Feldkapazität. Es wurden jedoch nur die vier Klassen unter 100 mm, 100–150 mm, 150–200 mm und über 200 mm berücksichtigt. In der nFK-Klasse über 200 mm finden sich Böden mit einer sehr guten Untergrundspeicherung (ZIMMER 1997), so dass hier ein effektiver Wasserentzug aus Schichten tiefer als 1 m einkalkuliert worden ist.

Die klimatologischen Daten stammen aus dem Stationsnetz des Deutschen Wetterdienstes.

Im Rheingau standen die Daten der Niederschlagsstationen von Lorch, Rüdesheim, Johannisberg, Geisenheim, Eltville, Eltville-Steinberg (Hattenheim), Wiesbaden und Hochheim zur Verfügung, an der Bergstraße von Bensheim, Heppenheim und Groß-Umstadt. Die Temperatur wird nur in Lorch, Geisenheim, Wiesbaden, Mainz und Bensheim erfasst, wobei in Lorch und Bensheim die Beobachtung 1989 eingestellt wur-

Bei einer fortlaufenden Simulation besteht jedoch die Gefahr, dass sich ein möglicher Fehler in der Berechnung über viele Jahre hin auswirken kann. Dies kann aber nur stattfinden, wenn keine Wiederauffüllung erfolgt. Standorte mit einer hohen nutzbaren Feldkapazität sind daher davon eher betroffen als die trockenstressgefährdeten Standorte mit niedriger nutzbarer Feldkapazität. Da zeitlich gestreut immer wieder sehr feuchte Winterhalbjahre auftreten, ist eine lang anhaltende Fehlerfortpflanzung nicht möglich.

Eine Diskussion über die Modellierung und ihre Ergebnisse findet sich bei HOFMANN (1996).

de und daher Datenergänzungen mit Hilfe der Nachbarstationen erfolgen mussten. Für Groß-Umstadt liegen für einen Teil der Jahre Daten aus Schafheim-Schlierbach vor. Als Höhenstation konnten Daten von Eltville-Steinberg benutzt werden. Heute wird dort nur noch der Niederschlag gemessen, aber einige Jahre wurden auch die Temperatur und die Luftfeuchte gemessen. Über diese Messdaten war bereits im Geschäftsfeld Landwirtschaft des Deutschen Wetterdienstes in Geisenheim eine vollständige Datenreihe berechnet worden.

Die Temperatur und Dampfdruckdaten der Station Eltville-Steinberg wurden für Höhen oberhalb von 200 m in allen Gebieten eingesetzt. An Niederschlagsdaten standen im Oberen Rheingau für die höheren Lagen durch die Station Eltville-Steinberg gemessene Daten zur Verfügung. Im Raum Geisenheim wurde auf die Station Johannisberg zurückgegriffen. Sie liegt zwar etwas niedriger als 200 m ü. NN, aber die Ausdehnung des Weinbaugebietes ist in diesem Bereich nicht sehr breit. Dieses Gebiet ist besonders durch die Regenschattenlage zum Taunus hin gekennzeichnet, was in den besonders niedrigen Niederschlagsdaten der Station Geisenheim deutlich wird. Die höheren Lagen sind von dieser Situation genauso betroffen, so dass

hier kaum ein höherer Anstieg der Niederschläge zu erwarten ist. Im Raum Lorch ist in den höheren Lagen überhaupt kein Anstieg der Niederschläge zu erwarten, da das Rheintal in die Fläche und Höhenzüge von Hunsrück und Taunus eingeschnitten ist und so keinen Einfluss auf das Niederschlagsverhalten hat. An der Bergstraße und in Groß-Umstadt macht sich der Anstieg des Odenwaldes deutlich in den insgesamt höheren Niederschlägen bemerkbar. Hier wurden aber für die höheren Lagen auch keine höheren Niederschläge in die Berechnung einbezogen.

Die Station Groß-Umstadt liegt mit 168 m ü. NN schon relativ hoch. Bensheim mit 140 m ü. NN zwar weniger, aber durch den sehr steilen Anstieg des Odenwaldes ist das Weinbaugebiet nur sehr schmal ausgebildet, so dass diese Stationen es ausreichend repräsentieren. Eine mit Hilfe der Basisstation errechnete Zunahme der Niederschläge mit der Höhe wäre für die hier benötigten Tageswerte der Niederschläge ausgesprochen problematisch und mit erheblichen Fehlern belastet.

4. Ergebnisse

4.1. Die Darstellung in der Karte

Auf der Karte wird der prozentuale Anteil der Jahre dargestellt, in denen im Zeitraum von der Blüte bis 40 Tage danach ein mittlerer Restwassergehalt von 40 mm in der Schicht bis 1 m Tiefe unterschritten wird. Die Prozentangaben beziehen sich auf den Zeitraum der Jahre 1961–1990. Auch wenn sich die klimatologischen Werte im Vergleich zur Bezugsperiode etwas ändern sollten, so bleibt in jedem Fall die relative mehr oder weniger Gefährdung der Standorte untereinander erhalten.

Es wurden vier Gefährdungsklassen für das Auftreten von Trockenstress ausgewiesen (Tab. 6).

Je geringer der Gefährdungsgrad, umso enger wurden die Klassenbreiten gewählt. Dies ermöglicht eine differenzierte Aussage in den Wertebereichen, in denen die Einführung einer Dauerbegrünung am ehesten möglich ist. Bei einem hohen Risiko sind in zunehmendem Maße spezielle Standortbedingungen und betriebsinterne Gründe für oder

gegen eine Dauerbegrünung ausschlaggebend, die in dieser Abschätzung nicht berücksichtigt werden können.

Für die Bewertung der einzelnen Stufen der nutzbaren Feldkapazitäten, Hangneigungen und Expositionen ist jeweils das maximal mögliche Trockenstressrisiko entscheidend, d. h. bei einer nutzbaren Feldkapazität von 100–150 mm wird das größte Risiko, das bei einer nutzbaren Feldkapazität von 100 mm besteht, dargestellt.

Nutzbare Feldkapazitäten <100 mm und Hangneigungen >30 Grad wurden ergänzend zur Gefährdungsklasse in eine Sonderklasse S ge-

Tab. 6. Einteilung der Gefährdungsklassen

		Prozentualer Anteil der Jahre unter Grenzwert	maximale Anzahl in 30 Jahren
Gefährdungsklasse	I:	10 %	3 Jahre
Gefährdungsklasse	II:	> 10 %–25 %	8 Jahre
Gefährdungsklasse	III:	> 25 %–50 %	15 Jahre
Gefährdungsklasse	IV:	> 50 %	mehr als 15 Jahre
Sonderklasse	S:	a) bei nFk < 100 mm b) bei Hangneigungen > 30 Grad	minimale Anzahl in 30 Jahren je nach Gefährdungsklasse

stellt. Bei ihnen ist das Mindestrisiko ausgedrückt, da bei abnehmender Speicherkapazität und zunehmender Hangneigung die Anzahl der betroffenen Jahre sehr stark zunimmt. Diese Grenzbereiche werden aber kaum noch bewirt-

schaftet. Ist das Mindestrisiko auf diesen Standorten kleiner als 50 % der Jahre, wurden sie graphisch herausgehoben, da bei einer Verschlechterung der Standortbedingungen sehr schnell mehr als 50 % der Jahre erreicht werden können.

4.2 Die räumliche Verteilung des Trockenstressrisikos

In der Karte zum Trockenstressrisiko sind für die einzelnen Teilräume die aus den Berechnungen resultierenden Gefährdungsklassen dargestellt.

Die tiefgründigen Böden der nFK-Klasse >200 mm tragen erwartungsgemäß das geringste Risiko für Trockenstress. Allerdings können im Raum Geisenheim, Hochheim und Lorch auch hier noch bis zu 25 % der Jahre betroffen sein. In den Höhenlagen und allen anderen Gebieten sind maximal 10 % der Jahre betroffen.

In der Gefährdungsklasse liegen die Böden der nFK-Klasse 150–200 mm in Groß-Umstadt, den Höhenbereichen der Bergstraße und in westexponierten Lagen der höheren Gebiete von Lorch und dem Raum Eltville, in den Höhenlagen im Raum Geisenheim in allen bis 10 Grad geneigten Lagen und darüber hinaus in Westexposition. Sonst nimmt diese Bodengruppe die Gefährdungsklasse II ein, erreicht aber in den tieferen Lagen im Raum Geisenheim und Hochheim bereits die Klasse III. Im Raum Lorch liegen nur steile Südhänge über 20 Grad Hangneigung in der Gefährdungsklasse III.

Die nFK-Klasse 100–150 mm liegt in den Höhenlagen in Klasse II. Lediglich im Oberen Rheingau im Raum Geisenheim und Eltville wird bereits die Gefährdungsklasse III erreicht. In den Tieflagen von Lorch, Geisenheim, Hochheim und Eltville liegen sie in Klasse IV, wobei im Raum Eltville die Lagen unter 10 Grad Neigung und westexponierte Lagen unter 20 Grad noch in der Klasse III liegen. In den niederschlagsreicheren Tieflagen von Bergstraße und Groß-Umstadt wird die Gefährdungsklasse III erreicht.

Die Böden mit einer nutzbaren Feldkapazität unter 100 mm sind in allen Gebieten stark trockenstressgefährdet. So lange die Speicherfähigkeit nicht wesentlich unter 100 mm fällt, kann man sich noch an den Werten der nFK-Klasse 100–150 mm orientieren, aber mit zunehmend geringer werdender Speicherleistung verschlechtern sich die Standortbedingungen deutlich. Um Fehleinschätzungen zu vermeiden wurden daher Bereiche, die bei 100 mm noch nicht in der höchsten Gefährdungsklasse liegen, auf der Karte gesondert gekennzeichnet (s. Kartenlegende). Ähnlich gilt dies für Hangstandorte über 30 Grad Neigung.

Die Einschätzung des Trockenstressrisikos gibt deutlich die unterschiedlichen klimatologischen Gegebenheiten des Gebietes wieder. Die trockeneren warmen Tieflagen insbesondere im Raum Geisenheim und Hochheim zeigen die höchsten Anteile im Bereich hoher Gefährdungsklassen. Die etwas kühleren und z. T. feuchteren Hochlagen haben in der gleichen nFK-Klasse meist auch eine geringere Gefährdung.

Das niederschlagsreiche, aber etwas kühlere Gebiet von Groß-Umstadt zeigt ein noch geringeres Trockenstressrisiko als die ebenfalls niederschlagsreiche Bergstraße mit etwas höheren Temperaturen.

Die unterschiedliche Verteilung der Bodengruppen modifiziert und verstärkt zum Teil dieses Bild. So finden sich Böden der niedrigeren nFK-Klassen bis 150 mm häufiger im Unteren Rheingau bei Lorch und im Gebiet um Geisenheim, während Böden der nFK-Klassen über 150 mm im Raum Eltville häufig vertreten sind.

Die Böden mit sehr geringen Speicherleistungen kleiner als 100 mm finden sich hauptsächlich in den Höhenlagen.

In den kaum oder leicht geneigten, aber weitläufig gleich ausgerichteten Flächen des Oberen Rheingaus wird die Einschätzung des Trockenstressrisikos vor allem von der Niederschlagsverteilung und der nutzbaren Feldkapazität gesteuert. Aber selbst an der Bergstraße und im Raum Lorch ist der Einfluss von Exposition und Hangneigung weitaus geringer als erwartet. Die Unterschiede sind nur in einigen Fällen groß genug, dass es zu einem Überschreiten der Klassengrenzen kommt, auch wenn die Anzahl der betroffenen Jahre durchaus verschieden ist.

5. Bewertung

Kann die Rebe unter Trockenstressbedingungen Wasser aus dem tieferen Untergrund entziehen, so müssen die berechneten Bodenwassergehalte in der Schicht bis 1 m Tiefe am Standort nicht unbedingt erreicht werden. Die Rebe kann bereits vor einer völligen Entleerung dieses Profils ihren Wasserbedarf aus den unteren Schichten ergänzen. Sie muss der oberen Schicht daher nicht bis zum Welkepunkt Wasser entziehen. Die Durchwurzelbarkeit und Wasserspeicherung im tieferen Untergrund haben so indirekt Einfluss auf die realen Bodenfeuchtwerte in der oberen Bodenschicht bis 1 m Tiefe. Die hier berechneten Werte zeigen aber, ob die Rebe ohne eine Zusatzversorgung auskommen kann bzw. wie stark sie auf eine solche angewiesen wäre.

Eine genaue Standorteinschätzung kann nur vor Ort erfolgen. Durch die einzelnen nFK-Klassen sind zwar die hauptsächlich vertretenen Böden repräsentiert, aber es können immer wieder lokal schlechtere oder bessere Standorteigenschaften auftreten. Durch stauende Schichten im tieferen Untergrund oder regelmäßigen Hangwasserzufluss kann real auch eine bessere Wasserversorgung vorhanden sein, als sie aufgrund

Größere Unterschiede in der Einstrahlung bestehen vor allem im Frühjahr und im Herbst, während bei hohem Sonnenstand steile Südhänge eher schlechtere Einstrahlungsbedingungen als flache Lagen haben. Bis zum Zeitpunkt der Blüte resultieren unterschiedliche Verdunstungssummen daher lediglich aus dem höheren Energiegehalt im Frühjahr, in dem wegen der niedrigeren Temperaturen auch die Verdunstung meist niedriger ausfällt als in den heißen Sommertagen. Zum Reifebeginn macht sich der Expositionsunterschied etwas stärker bemerkbar. Bei der Berechnung hat die Reduktionsfunktion, die die potenzielle Verdunstung zur aktuellen Verdunstung reduziert, zusammen mit der betrachteten Entzugstiefe großen Einfluss auf die Ergebnisse.

der nutzbaren Feldkapazität zu erwarten wäre. Weiterhin kann an extrem windexponierten Standorten eine höhere Verdunstung auftreten, als durch das Modell angenommen wird.

Eine Einstufung in begrünungsfähig, bedingt begrünungsfähig oder nicht begrünungsfähig wurde nicht vorgenommen, da letztendlich betriebswirtschaftliche Überlegungen für das Eingehen oder Nichteingehen eines Risikos entscheidend sind.

Es existieren z. T. auch Standorte der Gefährdungsklasse IV, die dauerbegrünt sind. Bei gut etablierten Anlagen, geringem Anschnitt und in Kauf genommenen niedrigen Erträgen kann auch dies möglich sein, ist aber nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich vertretbar.

In Abhängigkeit von der Gefährdungsklasse sollten jedoch folgende Punkte bei einer Entscheidung über eine Dauerbegrünung berücksichtigt werden.

- Altanlagen mit einem gut entwickelten Wurzelsystem sind weniger gefährdet als Junganlagen.
- Altanlagen können tief reichende Wurzeln entwickelt haben, wobei dies auf Standorten mit

Lockergestein im Untergrund eher möglich ist, als auf Standorten über Festgestein.

- Riesling-Reben zeigen bei Trockenstress geringere Auswirkungen als viele andere Rebsorten, wie z. B. der Spätburgunder oder gar der Müller-Thurgau.

Je höher die Gefährdungsklasse:

- umso sorgfältiger muss die Auswahl der Begrünpflanzen erfolgen.
Von Leguminosen, natürlicher Dauerbegrünung bis zu speziellen Trockenrasenmischungen besteht eine breite Palette der Möglichkeiten.
- umso mehr muss der Deckungsgrad der Begrünung reduziert werden.
Anfangen bei einer flächendeckenden Ein-
saat, kann der Unterstockbereich oder jede
zweite Reihe unbegrünt gelassen werden.

- umso kürzer muss die Begrünung insbesondere im Frühjahr gehalten werden.
Von einer extensiven Pflege muss zu zunehmend häufigerem Mulchen übergegangen werden.
- umso vorsichtiger muss die Umstellung der Anlage erfolgen.

So kann der Bedeckungsgrad sukzessive erhöht werden. Nicht geklärt ist, inwieweit die verschiedenen Unterlagssorten einen Einfluss auf die Trockenstressgefährdung der Reben haben.

Wechselweise sind verschiedene Kombinationen möglich und die Wahl letztendlich von den betrieblichen Gegebenheiten abhängig. Auf trockenstressgefährdeten Standorten muss insbesondere das Mulchen der Begrünung sichergestellt sein.

6. Schriftenverzeichnis

- BAIER, W. & ROBERTSON, G.W. (1966): A new versatile soil moisture budget model. – *Canadian journal of plant science*, **46**: 299–315; Ottawa.
- BERAN, N. (1986): Die Bedeutung der Bodenwasserversorgung in den einzelnen Entwicklungsstadien der Beeren und ihr Einfluss auf die Ertrags- und Qualitätsbildung der Rebe. – *Die Weinwissenschaft*, **41**: 75–101, 219–249; Mainz.
- 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. – *Deutsches Weinbaujahrbuch*; Waldkirch.
- BREIL, K. (1991): Dauerbegrünung im Weinbau – Erkenntnisse nach 2 Trockenjahren. – *Der Deutsche Weinbau*, **12**: 470–471; Darmstadt.
- CAMPBELL, G.S. (1985): *Soil Physics with Basic*. – *Development in Soil Science*, **14**: 6–48.
- CURRLE, O., BAUER, O., HOFÄCKER, W., SCHUMANN, F. & FRISCH, W. (1983): *Biologie der Rebe*. – Neustadt an der Weinstraße.
- EMDE, K. (1992): Experimentelle Untersuchungen zu Oberflächenabfluss und Bodenaustrag in Verbindung mit Starkregen bei verschiedenen Bewirtschaftungssystemen in Weinbergsarealen des Oberen Rheingaus. – *Geisenheimer Ber.*, **12**: 248 S.; Geisenheim.
- ERNSTBERGER, H. (1987): Bestimmung der aktuellen Evapotranspiration unterschiedlich genutzter Standorte mittels der Verfahren „HAUDE“- und „PENMAN“-Bodenwasserhaushalt. – *Mitt. Dtsch. Bdkl. Ges.*, **55**: 861–866; Oldenburg.
- GOMMES, R.A. & ROBERTSON, G.W. (1983): A simplified 3-zone versatile soil water budget. – In: GOMMES, R.A. (ed.): *Pocket computers in agrometeorology*. – *FAO Plant Production and protection paper*, **45**: 107–124; Rome.
- HAUDE, W. (1963): Zur Bestimmung der Verdunstung auf möglichst einfache Weise. – *Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes*, **11**; Offenbach.
- HOFMANN, B. (1996): Zeitliche und räumliche Einflüsse bei einer flächenhaften Abschätzung des Trockenstressrisikos von Rebanlagen. – *Tagungsband des XI. Kolloquiums des internat. Arbeitskreises „Begrünung im Weinbau“*, 18.–31.08.1996: 35–40.; Kallern.
- HOPPMANN, D. (1988): Der Einfluss von Jahreswitterung und Standort auf die Mostgewichte der Rebsorte Riesling und Müller-Thurgau (*Vitis vinifera L.*).

- Berichte des Deutschen Wetterdienstes, **176**: 213 S.; Offenbach.
- HOPPMANN, D. & HÜSTER, H. (1988a): Weinbergsbegrü-
nung unter Berücksichtigung des Wasserbedarfs. –
Der Deutsche Weinbau, **43**: 594–597; Darmstadt.
- HOPPMANN, D. & HÜSTER, H. (1988b): 100 Jahre Klimabe-
obachtungen im Rheingau. Vergleich mit Ertrags- und
Qualitätserhebungen an der Rebsorte Weißer Ries-
ling. – Die Weinwissenschaft, **43**: 147–160; Mainz.
- HÜSTER, H. (1993): A long-term simulation of the soil
water budget in tilled and grass covered vineyards. –
Die Weinwissenschaft, **48**: 127–129; Mainz.
- MÜLLER, K. (1980): Untersuchungen über den Einfluss
der Zusatzberegnung im Weinbau auf Muschelkalk-
böden in Franken. – Bonn.
- PENMAN, H. (1948): Natural Evapotranspiration from
open Water, bare Soil and Grass. – Proc. Roy. Soc.,
Ser. A., **193**: 120–145; London.
- SCHWAB, A. (1996): Die Untypische Alterungsnote im
Wein, Teil IV: Beeinflussung durch weinbauliche
Maßnahmen. – Rebe und Wein: 181–187; Weins-
berg.
- SMART, R.E. COOMBE, B. (1983): Water relations of
grapevines. – In: KOSLOVSKI (ed.): Water Deficits
and Plant Growth, **Vol. VII**; London.
- SPONAGEL, H. (1980): Zur Bestimmung der realen Eva-
potranspiration landwirtschaftlicher Kulturpflan-
zen. – Geol. Jb., **F 9**; Hannover.
- STEINBERG, B. (1968): Untersuchungen über die Wurzel-
spitzenverteilung bei Propfreben (*Vitis vinifera* L.).
– Gießen.
- ZIMMER, T. (1997): Untersuchungen zum Wasserhaus-
halt von Weinbergsböden im Rheingau. – Geisen-
heimer Ber., **35**: 232 S.; Geisenheim.

Die Karte des potenziellen Mostgewichtes für das Weinbaugebiet Rheingau als objektive Grundlage zur Charakterisierung der Weinlagen

1. Einführung

Die Hervorhebung der Weinberglage im deutschen Weinbau besitzt eine lange Tradition, wurde jedoch in der Weingesetzgebung nicht als qualitätsbestimmende Größe aufgenommen. Mit der angestrebten Harmonisierung der rechtlichen Rahmenbedingungen in der EU ist zu erwarten, dass auch in der deutschen Weingesetzgebung zukünftig die Bedeutung der geographischen Lage zur Differenzierung von Weinqualität stärker in den Mittelpunkt der Diskussion gerückt wird. Die Sonneneinstrahlung und die Temperaturen sind an der Nordgrenze der Weinbaugebiete die klimatisch begrenzenden Faktoren. In Jahren mit langen Trockenperioden beeinflusst auch die Wasserbilanz an einem Standort

die Qualität. Dieser Anteil trockener Jahre kann je nach Bodenart in den Anbaugebieten mit weniger als 550 mm Jahresniederschlag bis auf 40 % ansteigen. Die Basisdaten wurden in jahrzehntelangen Standortuntersuchungen erarbeitet (ZAKOSEK et al. 1967). Diese klimatischen und bodenkundlichen Einflüsse auf das Mostgewicht lassen sich nach dem derzeitigen Wissensstand unter Anwendung eines geographischen Informationssystems (GIS) räumlich zuordnen. Die Karte zum potenziellen Mostgewicht legt im Rheingau Bereiche fest, die vom Klima und Boden für die Erzeugung besonderer Qualitäten begünstigt sind. Die berechneten Mostgewichte gelten für die Rebsorte Riesling.

2. Methoden

Die für die Validierung des Mostgewichtsmodells erforderlichen Grunddaten bilden Erhebungsuntersuchungen über den Zeitraum 1960 bis 1984 (HOPPMANN 1988). Für die Auswertung werden nur solche Standorte verwendet, auf denen Mostgewichtserhebungen über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren durchgeführt wurden. Für insgesamt 123 Testparzellen liegen diese Daten vor, die zu Beginn der Hauptlese erhoben werden. Die Validierung der Einflüsse von Klima und Boden auf das Mostgewicht erfolgt über ein Regressionsmodell aus dem BMDP-Statistikprogrammpaket.

Die Berechnungen erfolgen für den Zeitraum 1961–1990. Es werden die klimatischen Einflussgrößen (Temperatur, Sonnenscheindauer, relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Niederschlag) und abgeleitete agrarmeteorologische Größen, wie die potenzielle Verdunstung, die klimatische Wasserbilanz und die berechnete direkte Sonneneinstrahlung verwendet.

Der Einfluss des Klimas auf das Wachstum und die Reife der Beere wechselt in einzelnen Entwicklungsstadien. Die Berechnung der Standortvariablen wird deshalb den phänologischen Entwicklungsstadien (BBCH-Code) zugeordnet

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

Tab. 1. Geländeklimatische und bodenkundliche Differenzierung der Weinbaustandorte

Topographie	Boden	Geländeklima
Hangneigung	Bodentyp	direkte Sonneneinstrahlung
Hangrichtung	Bodenart	potenzielle Verdunstung und Wasserbilanz
Höhe ü. NN	pflanzenverfügb. Bodenwasser (nFK)	Temperatur (Höhe, Hangrichtung, Hangneigung)
Höhe ü. Talgrund	Wärmehaushalt	Kaltluftgefährdung und Windgefährdung

(HOPPMANN & JAGOUTZ 1986). Die geländeklimatischen Verhältnisse werden mit Hilfe von Modellen aus den Grunddaten des Klimamessnetzes des Wetterdienstes abgeleitet. Die Tab. 1 listet alle Größen auf, die als Standortvariablen die Qualität beeinflussen. Mit Hilfe von Temperaturfunktionen können die tatsächlichen Temperaturverhältnisse an jedem einzelnen Standort in Abhängigkeit von der Höhenlage und der Geländeform berechnet werden.

Die Hinzunahme der berechneten Temperaturen sowie die Berechnung von Wasserbilanz und Verdunstung helfen, die Relation zwischen den Standortvariablen und beobachteten Mostgewichten zu validieren. Im Rahmen der Neuauflage des Weinbaustandortatlas für die hessischen Weinbau-

gebiete wurde speziell eine Karte der nutzbaren Feldkapazität (nFK) erstellt (ZIMMER 1996).

Das geographische Informationssystem (GIS) des Geographischen Instituts der Universität Mainz nimmt alle Standortvariablen auf. Als Grundinformation benötigt das GIS die digitalisierten Daten eines Höhenmodells (DHM), die das Hessische Landesvermessungsamt zur Verfügung stellt. Die Höhen liegen in einem Gitterpunktabstand von 20×20 m vor. Daraus ergeben sich dann auch Hangneigung und Exposition. Neben den Grunddaten Koordinaten, Höhe, Neigung, Exposition werden jedem Gitterpunkt Werte zur Kaltluft- und Windgefährdung, zur Strahlung und Temperatur und zum pflanzennutzbaren Bodenwasser zugeordnet.

3. Ergebnisse

Zunächst werden die Einflüsse der Jahreschwankungen untersucht. Die Tab. 2 veranschaulicht den Einfluss der Klimagrößen auf das Mostgewicht – bei Veränderung um eine Standardabweichung. Die größte Bedeutung für das Mostgewicht hat der Termin der Vollblüte, gefolgt von der Verdunstung in der Zellteilungsphase, dem Niederschlag in der Reifezeit usw. Die Rangfolge sagt allerdings nichts über die Stärke des Einflusses aus. Dieser lässt sich aus den Regressionskoeffizienten und der Standardabweichung ermitteln (Spalte 2 und 3 in Tab. 2).

Wenn sich der Blühtermin um sieben Tage (plus eine Standardabweichung) verspätet, so

fällt das Mostgewicht um $5,9$ °Oechsle. Ähnlich lassen sich die anderen Einflüsse interpretieren: Die Erhöhung der Verdunstung um 27 mm und der klimatischen Wasserbilanz um 51 mm in der Zellteilungsphase hebt das Mostgewicht um $7,2$ ° bzw. $5,2$ °Oechsle an. Die kombinierte Variable aus Niederschlag und Wasserbilanz in der Reifezeit mindert die Qualität um $2,3$ °Oechsle, wenn Niederschlag und Wasserbilanz um 23 bzw. 31 mm ansteigen. Im Gelände beeinflussen Höhenlage, Exposition und Neigung die Qualität. Der bekannte negative Einfluss der Höhe auf die Qualitätsbildung der Trauben ist eine Folge der abnehmenden Temperatur mit der Höhe. Diese

Tab. 2. Einflüsse der phänologischen Entwicklung und der Klimagrößen auf das Mostgewicht im Jahreswechsel

Phänologie/Klimagröße	Veränderung (Standardabweichung)	Qualitätsverlust/-gewinn [°Oe]
Termin Vollblüte	+7 Tage	-5,9
Verdunstung (BBCH 65 bis 73)	+27 mm	+7,2
Niederschlag (BBCH 85 bis 89)	+21 mm	-2,0
Max-Temperatur (BBCH 73 bis 81)	+0,9 °C	+3,7
Niederschlag u. Wasserbilanz (BBCH 81 bis 85)	+23 mm u. +31 mm	-2,3
Wasserbilanz (BBCH 65 bis 73)	+51 mm	+5,2
Max-Temperatur (BBCH 85 bis 89)	+1,8 °C	+2,2

Abnahme ist aber nicht bei jeder Wetterlage gleich. Wind und Bewölkung bilden die Grundlage für die Klassifizierung der Wetterlagen. Für jeden Geländepunkt werden dann die nächtlichen Temperaturminima und die Mitteltemperatur der hellen Tagesphase in Abhängigkeit von der Kaltluft- und Windgefährdung, der Höhen-

lage, der direkten Sonneneinstrahlung und den Windwegsummen berechnet (HOPPMANN 1988).

In die Berechnung der Temperaturen fließt die Kaltluftgefährdung ein, die für den Rheingau flächendeckend vorliegt.

Die Abb. 1 veranschaulicht an einem Beispiel den Grad der Kaltluftgefährdung. Im Vergleich

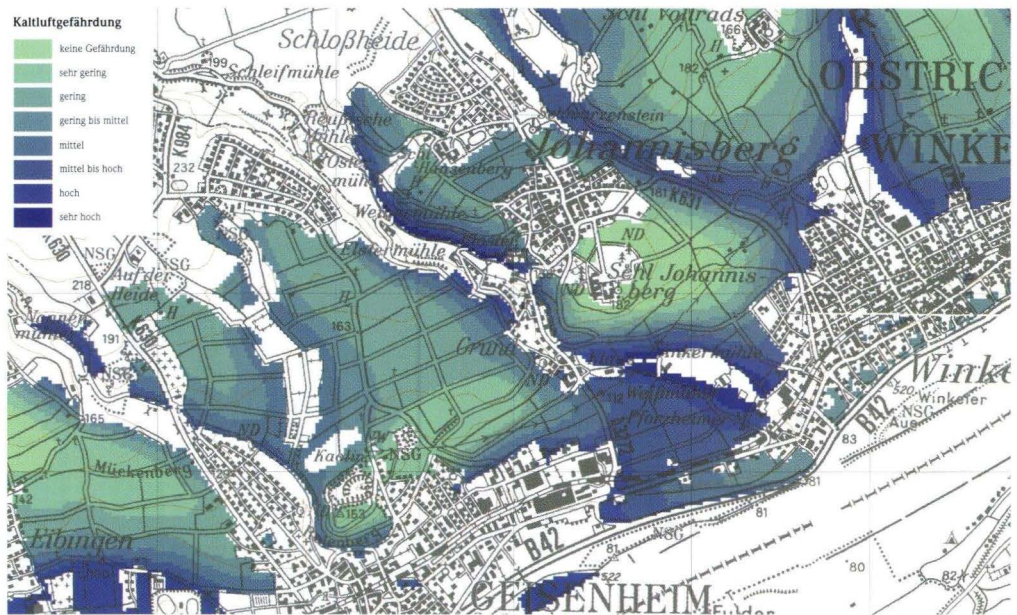


Abb. 1. Beispiel zur Kaltluftgefährdung.

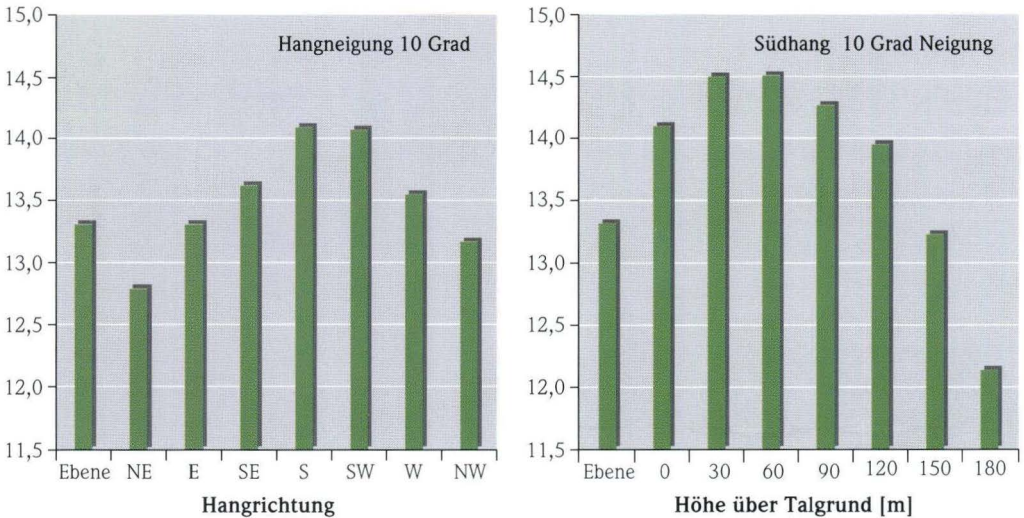


Abb. 2. Mitteltemperatur der hellen Tagesphase von Reifebeginn bis Lese.

zu anderen Weinbaugebieten sind die Rebhänge im Rheingau wenig gefährdet. Von den neun Gefährdungsstufen fehlen im Rheingau die beiden höchsten Klassen. In ähnlicher Weise ist die Windgefährdung in fünf Stufen kartennmäßig dargestellt.

Die Abhängigkeit der Temperatur der hellen Tagesphase in der Zeit zwischen Reifebeginn und Lese soll an der Abb. 2 verdeutlicht werden. Die obere Darstellung zeigt den Einfluss der Hangrichtung. S- bis SW-Lagen zeichnen sich jeweils als das Optimum für die Temperatur aus, wobei SW-Lagen höhere Temperaturen aufweisen als vergleichbare SE-Lagen. In der Höhe sind vor allem Lagen in einem Bereich von 30 bis 60 m über dem Talgrund thermisch begünstigt (rechte Darstellung). Oberhalb von 120 m nehmen die Temperaturen dann deutlich ab.

Die Verdunstung ist im Gelände von der Hangrichtung und -neigung abhängig. Nur in wenigen Einzeljahren wird die Wasserbilanz positiv (HOPPMANN 1988). In der Regel zehren die Reben die Bodenwasservorräte auf. Die nutzbare Feldkapazität (nFK) nimmt deshalb eine Schlüsselstellung bei der Bewertung eines Standortes ein. Einzel-

heiten hierzu können den Publikationen zu diesem Thema entnommen werden (u. a. HÜSTER 1993). Mit der Neuauflage des Standortatlas für die Hessischen Weinbaugebiete stehen die nFK-Werte flächendeckend für den Rheingau zur Verfügung. In Abb. 3 sind die nFK-Werte als Beispiel dargestellt (ZIMMER 1996).

Die nächtlichen Temperaturminima, die Temperatur der hellen Tagesphase, Verdunstung und Wasserbilanz in den phänologischen Zeitspannen sowie die nFK-Werte bilden die Eingangsgrößen für das Mostgewichtsmodell. Die Tab. 3 erklärt die Einflüsse der Standortvariablen, die in der statistischen Analyse signifikant sind. Bei den für alle Standorte durchgeführten Berechnungen entfallen 51 % auf die Tagesmitteltemperatur der hellen Tagesphase während der Reifezeit, 15 % auf das pflanzenverfügbare Bodenwasser (nFK), 5,3 % auf das nächtliche Temperaturminimum von der Vollblüte bis Reifebeginn und 4,2 % auf die Verdunstung vom Austrieb bis zur Vollblüte.

Insgesamt können mit dem Mostgewichtsmodell 76 % der gesamten Schwankung der Mostgewichtsmittel von den untersuchten Standorten

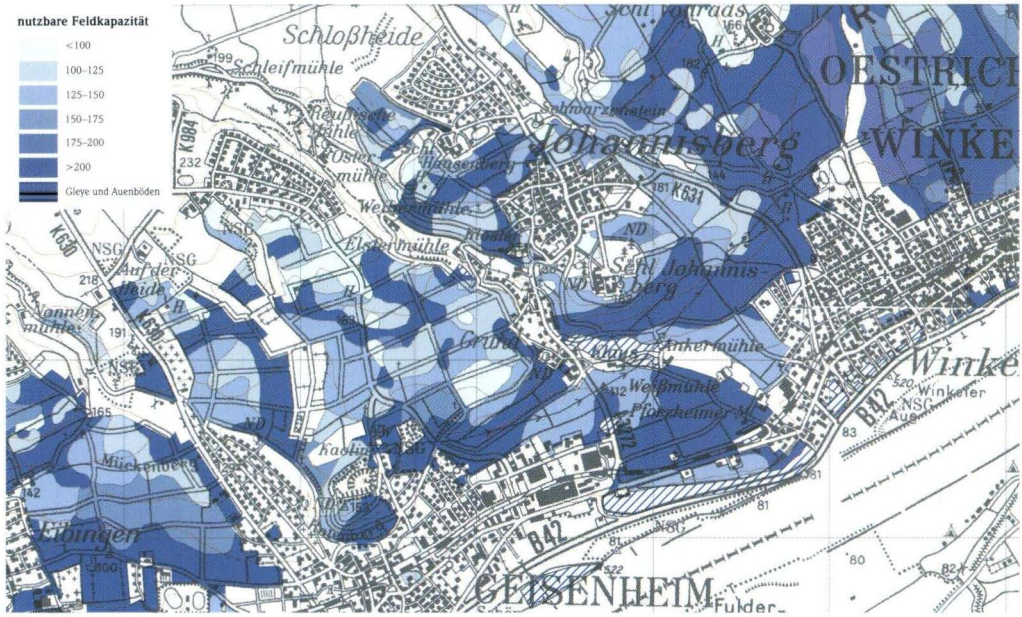


Abb. 3. Beispiel der nFK-Werte.

erklärt werden. Die Tab. 4 verdeutlicht die Wirkung der Standortvariablen auf das Mostgewicht.

Die Variablen werden jeweils um die einfache Standardabweichung erhöht. Bei den Klimawerten sind es Mittelwerte über die phänologische

Zeitspanne. Daraus ergeben sich die in Tab. 4 ausgewiesenen Veränderungen. So steigert beispielsweise die Erhöhung der Mitteltemperatur der hellen Tagesphase um 0,6 °Celsius das Mostgewicht um 2,8 °Oechsle. Die Differenzen zwi-

Tab. 3. Ergebnis der Regression der Standortschwankungen des mittl. Mostgewichtes (123 Parz.) im Rheingau

Einflußgröße	Einzelkorrelat.	F - Wert	Regresskoeff.	Zuwachs Einfluß	P-Wert
Mitteltemperatur der hellen Tagesphase (Reifebeginn – Lese)	0,714	158,03	4,641	51,0 %	0,001
Pflanzenverfügbares Bodenwasser (Standortkarte)	0,508	53,83	0,0394	15,5 %	0,001
Nächtliches Temperaturminimum (Vollblüte – Reifebeginn)	-0,328	33,09	-5,244	5,3 %	0,001
Potent. Verdunstung (Austrieb – Blüte)	0,309	20,63	20,034	4,2 %	0,001
Gesamtes Bestimmtheitsmaß				76,0 %	
Bemerkung	Die Einflussgrößen sind dann signifikant, wenn der P-Wert < 0,05 wird				

Tab. 4. Einflüsse der Standortfaktoren auf die langjährigen Mittelwerte des Mostgewichtes von 123 Standorten

Klima- Standortfaktor	Veränderung (Standardabweichung)	Qualitätsverlust/-gewinn [$^{\circ}\text{Oe}$]
Mitteltemperatur der hellenTagesphase (Reifebeginn – Lese)	+0,6 $^{\circ}\text{C}$	+2,8
Pflanzenverfügbares Bodenwasser (Standortkarte)	+40 mm	+1,4
Nächtliches Temperaturminimum (Vollblüte – Reifebeginn)	+0,3 $^{\circ}\text{C}$	-1,6
Potenzielle Verdunstung (Austrieb – Blüte)	+0,05 mm pro Tag	+1,0

schen berechneten und gemessenen Mostgewichten an den Einzelstandorten schwanken in einem Bereich von $\pm 5^{\circ}\text{Oechsle}$ (Abb. 4).

Drei Standorte liegen geringfügig außerhalb dieses Bereiches. Die Schwankung von $\pm 5^{\circ}\text{Oechsle}$ erklärt die Reststreuung von 24 %, die durch das Mostgewichtsmodell nicht erfasst wird.

Diese Streuung der gemessenen Mostgewichte um die berechneten Werte muss bei der Er-

stellung der Karte zum potenziellen Mostgewicht mit berücksichtigt werden. Aufgrund dieser Ergebnisse ist es notwendig, an jedem berechneten Mostgewicht einen Zuschlag von $+5^{\circ}\text{Oechsle}$ anzubringen. Unter Berücksichtigung dieser Zuschläge ist es nicht möglich, dass an einem Standort ein höheres Mostgewicht erzielt wird als es das Mostgewichtsmodell ermittelt. Da die Reststreuung insbesondere die

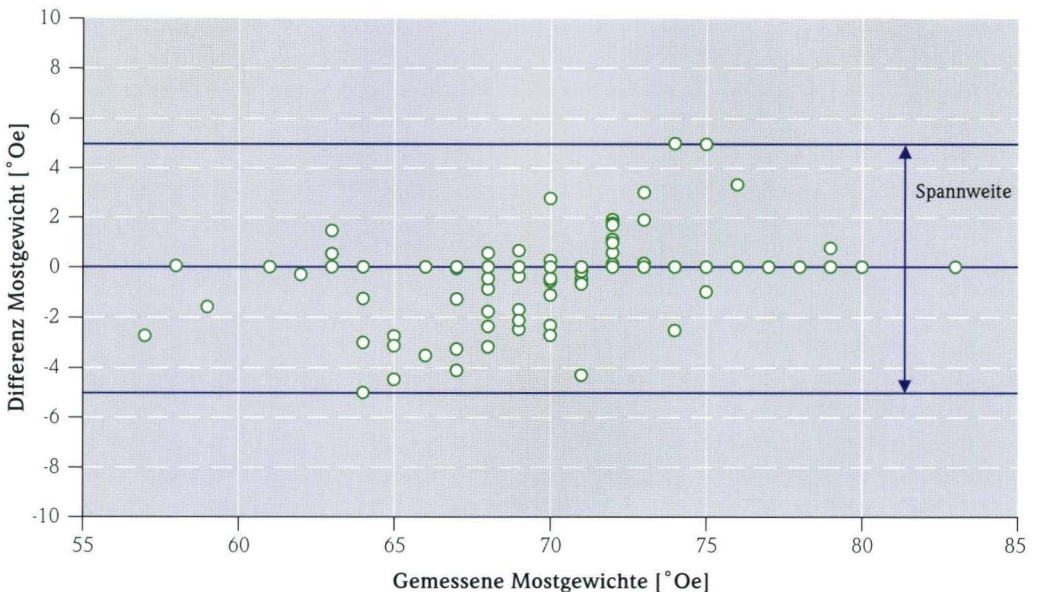


Abb. 4. Differenz zwischen gemessenen und berechneten Mostgewichten.

unterschiedliche Bewirtschaftung und Kulturführung (Pflanzenschutz, Düngung, Laubarbeiten) beinhaltet, ist der Zuschlag gleichzeitig die Voraussetzung dafür, dass der Winzer die Fläche op-

timal bewirtschaftet und die Kulturführung entsprechend der „guten fachlichen Praxis“ betreibt. Der berechnete Wert wird deshalb auch als potenzielles Mostgewicht bezeichnet.

4. Beschreibung der einzelnen Karten

Die Karte des potenziellen Mostgewichtes liegt als blattschnittfreie Karte für den gesamten Rheingau vor. Als Druckdateien liegen auf der CD-ROM zusätzlich sieben Einzelblätter im DIN A3-Format im Maßstab 1 : 25 000 vor. Die Einzelkarten umfassen folgende Bereiche:

Lorchhausen bis Bodenthal
Assmannshausen bis Geisenheim
Geisenheim bis Oestrich-Winkel
Oestrich-Winkel bis Hattenheim
Hattenheim bis Walluf
Walluf bis Wiesbaden-Neroberg
Hochheim bis Flörsheim-Wicker

Die Flächen werden in 12 Stufen klassifiziert, wobei eine Stufe jeweils eine Klassenbreite von 2 °Oechsle aufweist. Die Klasse „79–80“ beinhaltet beispielsweise den Wertebereich von 78,5–80,4 °Oechsle. Die Wertebereiche <68,5 und >88,4 werden jeweils zu einer Klasse zusammengefasst.

Orange bis rot eingefärbte Bereiche sind Flächen mit sehr hohen Qualitäten, Flächen mit Gelbtönen sind gute Qualitäten, dunkelgrüne Flächen sind ausschließlich für früh reifende Rebsorten geeignet.

Nachfolgend werden die Einzelkarten kurz beschrieben und Besonderheiten hervorgehoben. Für jede Lage wurde auch die prozentuale Verteilung der Mostgewichte ermittelt.

Bestimmte Lagen können mehrmals auftreten, wenn sie zu unterschiedlichen Großlagen oder zu unterschiedlichen Gemarkungen gehören.

Der Bereich Lorchhausen bis Bodenthal

Die weinbaulich genutzten Hänge schaffen wegen der Exposition nach SW günstige Ein-

strahlungsbedingungen. Nächtliche Kaltluft aus dem Wispertal überspült die Lagen am Hangfuß im Nahbereich von Lorch. Mit zunehmender Höhe werden die thermischen Bedingungen für den Weinbau ebenfalls ungünstiger, die Windgefährdung nimmt zu. Bezüglich der Bodenwasserversorgung sind Teilbereiche der Lagen „Pfaffenwies“ und „Bodenthal-Steinberg“ als weniger günstig einzustufen. Die Karte verdeutlicht die Zusammenhänge. Die Lage „Kapellenberg“ schneidet in den Mostgewichten am besten ab, „Schloßberg“, „Bodenthal-Steinberg“ und „Pfaffenwies“ folgen.

Der Bereich Assmannshausen bis Geisenheim

Im Vergleich zu Lorch fallen die Lagen in Assmannshausen qualitativ etwas ab. Die aus den höheren landwirtschaftlich genutzten Regionen einfließende Kaltluft mindert die Qualität in Talnähe, zudem wechselt die Exposition sehr stark, die häufiger anzutreffenden Nordwesthänge mindern ebenfalls die Einstrahlung. Die höher gelegenen Flächen sind zudem stärker windexponiert. Kleinere Talgebiete der Lagen „Höllenberg“ und „Frankenthal“ heben sich aber durch sehr hohe Qualitäten hervor, lokal beeinträchtigt in der Lage „Frankenthal“ das fehlende Bodenwasser die Qualitätsbildung. Zwischen Assmannshausen und Rudesheim drehen die Hänge wieder nach SW und S. Die Klimagunst wird auch weniger durch herabfließende Kaltluft beeinträchtigt. Das in Teilbereichen geringe pflanzenverfügbare Bodenwasser mindert in trockenen Jahren die Aussichten auf sehr hohe Mostgewichte. Mit zunehmender Höhe durch-

laufen die Mostgewichtsklassen alle Qualitätsstufen. Sehr hohe Qualitäten werden in der Regel nur im Bereich von 80–180 m ü. NN ange-
troffen.

Mit zunehmender Höhe wächst auch die Windgefährdung. Die Einflüsse von Klima und Boden schlagen sich auch im potenziellen Mostgewicht nieder. Insbesondere zeichnen sich die Lagen „Rosengarten“, „Schloßberg“ und „Berg Rottland“ aus, in Eibingen heben sich die tiefer gelegenen Bereiche der Lage des „Magdalenenkreuz“ besonders hervor, die auch in der Regel eine bessere Wasserversorgung aufweisen.

In Richtung Geisenheim fallen die Hänge dann flacher nach Süden zum Rhein hin ab. Ausnahme bilden lediglich die östlich von Geisenheim gelegenen Lagen „Rothenberg“ und „Kläuser Weg“, die beide sehr steil sind. Die Lage „Fuchsberg“ nimmt in Geisenheim eine bevorzugte Stelle ein. Die Lage ist windgeschützt, wenig kaltauftgefährdet und verfügt zudem über sehr nachhaltige Böden. Ein hoher Flächenanteil fällt deshalb in den Bereich hoher Qualitätsstufen. Zum „Mäuerchen“ sinken die Qualitäten, wobei Teile des „Mäuerchen“ als windexponiert einzustufen sind und auch der Boden nicht immer ausreichend Wasser in den trockenen Jahren nachliefern kann. Ähnliches gilt auch für kleinere Teilflächen am „Rothenberg“ und „Kläuserweg“. Aus dem Blaubachtal ergießen sich beträchtliche Kaltluftmengen in Richtung Geisenheim. Die am Hangfuß gelegenen Flächen des „Mönchspfades“ sind deshalb etwas weniger begünstigt. Die höher gelegenen Teile des „Mönchspfades“ sind dann nahezu eben, so dass nur ca 20 % der Fläche über 80 °Oechsle liegen. Für Geisenheim ergibt sich Rangfolge „Fuchsberg“, „Rothenberg“ und „Kläuserweg“.

Bereich Geisenheim bis Oestrich-Winkel

In Johannisberg setzen der „Schloßberg“, die „Hölle“ und die „Mittelhölle“ mit steilen S- bis SW-Hängen deutliche Akzente. Aber nicht überall erreicht das pflanzenverfügbare Bodenwasser Werte von über 150 mm. In trockenen Jahren

wirkt sich ein hoher Strahlungsgenuss dann eher negativ aus. Klimatisch gesehen beeinflusst auch die Kaltluft des Elsterbaches die talnahen Gebiete am Schloß Johannisberg (Lage Klaus) und weiter östlich in Winkel auch die Randgebiete der Lage „Gutenberg“. Klimatisch bevorzugt sind dann wieder die südexponierten Hänge der Lage „Hasensprung“. Weiter unten in der Nachbarschaft des Rheins breiten sich dann in einem schmalen Streifen die sehr guten Lagen des „Jesuitengartens“ und „St. Nikolaus“ in Mittelheim aus. Ähnlich wie der „Fuchsberg“ liegen sie windgeschützt und sind meistens auch gut mit Wasser versorgt. Die zwischen Schloß Johannisberg und Schloß Vollrads gelegenen grünen Flächen des „Dachsberg“ im Bereich von mehr als 220 m fallen u. a. auch wegen ihrer mageren Böden in der Qualität ab. Etwas weniger günstig im Vergleich zur Lage „St. Nikolaus“ setzt sich die Lage „Edelmann“ in Mittelheim ins Bild. Die Lage „Schönhell“ im Bereich von Hallgarten erfüllt im Vergleich zu den tiefer gelegenen Lagen nicht die Erwartungen. Zwar schafft die günstige Exposition günstige Einstrahlungsbedingungen, die zunehmende Höhe und die höhere Windgefährdung im Vergleich zu den tiefer gelegenen Bereichen mindern dagegen die Qualitätsaussichten. Stellenweise reicht auch das pflanzenverfügbare Bodenwasser nicht aus.

Die klimatischen Bedingungen begünstigen dann wieder insbesondere die Lage „Oestrich Lenchen“ auf der Ostseite des Gottesthals und dann weiter östlich die Lage „Doosberg“. In den potenziellen Mostgewichten heben sich folgende Lagen besonders hervor:

- Mittelhölle
- Schloß Johannisberg
- Teile des Hasensprung
- Jesuitengarten
- St. Nikolaus
- Lenchen
- Doosberg

Abgesehen von der Lage „Lenchen“ und Teilen des „Doosberg“ liegen die Lagen mit sehr hohen Mostgewichten in Oestrich-Winkel vornehmlich in Rheinnähe.

Oestrich-Winkel bis Erbach

Östlich und westlich von Hallgarten fließt im Vergleich zu anderen Bereichen im Rheingau nur wenig Kaltluft in die Weinbergslagen. Auch das Kisselbachtal ist vergleichsweise weniger kaltluftgefährdet. Zwischen Oestrich-Winkel und Erbach sind die höher gelegenen Standorte weniger begünstigt, die aufgrund ihrer Höhenlage bzw. Exposition nach SE oder E zunehmend windgefährdet sind. Teile der Lage „Klosterberg“, „Würzgarten“ und „Hendelberg“ sind deshalb nur für frühreifende Rebsorten geeignet. In Rheinnähe entlang der Bahnlinie und parallel zum Rhein erstrecken sich die besten Lagen. Der Reigen der sehr guten Lagen beginnt westlich von Hattenheim mit dem „Schützenhaus“ und „Pfaffenberg“, setzt sich dann östlich fort mit den Lagen „Engelmannsberg“, „Mannberg“, „Nußbrunnen“, bevor dann in Richtung Erbach die berühmten Lagen des „Marcobrunn“, „Wisselbrunnen“ sowie „Siegelberg“ und „Michelmark“ beginnen. Diese Lagen fallen auch in trockenen strahlungsreichen Jahren qualitativ nicht ab, weil die Böden ausreichend Wasser nachliefern können. Die Lagen sind weder durch Frost noch durch Wind gefährdet. Nördlich von Hattenheim sind kleinere Teilflächen der Lage „Schützenhaus“ und des „Steinberg“, die vornehmlich nach SW abfallen, qualitativ begünstigt. Im „Steinberg“ liegt auf größeren Teilflächen das pflanzenverfügbare Bodenwasser unter 125 mm.

Bereich Hattenheim bis Walluf

Die aus dem Sulzbach kommende Kaltluft berührt die talnahen Bereiche der Lage „Baiken“ und „Taubenberg“. Ein kräftiger Kaltluftstrom ergießt sich auch aus dem Taunus ins Walluftal. Die Kaltluft strömt dann weiter östlich um den Nussberg bis hin nach Schierstein und füllt den Talkessel zwischen Niederwalluf und Schierstein stark auf. Im Bereich Erbach bis Walluf drehen die Hänge in den östlichen Teilbereichen häufig nach SE und E. Diese sind in der Regel stärker windgefährdet und fallen im Mostgewicht etwas ab. Insbesondere betrifft das die östlich gelege-

nen Rebflächen am Hühnerberg und Sonnenberg. Klimatisch bevorzugt sind dagegen die Südwesthänge entlang des Kisselbaches, des Kiedricher Baches, des Sulzbaches und des Walluftales. Eine Ausnahmestellung nehmen die direkt am Rhein südlich der Bahnlinie Eltville/Walluf gelegenen Rebflächen ein. Die beschriebenen klimatischen Einflüsse lassen sich auch am potenziellen Mostgewicht ablesen. Von den Weinlagen zeichnen sich insbesondere von Westen beginnend die Lagen

Hohenrain
Schloßberg
Steinmorgen
Wasserros
Gräfenberg
Rheinberg
Sonnenberg
Sandgrub
Kalbspflicht
Baiken
Langenstück
Langenberg
Vitusberg
Walkenberg

aus. In dieser Gruppe nehmen die Lagen „Schlossberg“, „Rheinberg“, „Sonnenberg“, „Baiken“ und „Walkenberg“ noch einmal eine bevorzugte Stellung ein.

Bereich Walluf bis Wiesbaden-Neroberg

Der Bereich Walluf–Schierstein wird zum größeren Teil landwirtschaftlich und obstbaulich genutzt. Darin sind um Frauenstein und im städtischen Gebiet von Schierstein und Dotzheim einige Rebflächen eingebettet. Die obstbauliche Nutzung begünstigt in den talnahen Zonen unterhalb von 140 m ü. NN das Aufstauen der von den sanft geneigten Hängen einfließenden Kaltluft. In den Lagen „Herrnberg“, „Marschall“, „Homburg“, „Dachsberg“ und „Hölle“ sind davon aber nur Standorte in unmittelbarer Nachbarschaft der kleinen Seitentäler betroffen. Da die Lagen in der Regel nach SW exponiert und somit wenig windgefährdet sind, zeichnen sich insbe-

sondere die Lagen „Herrnberg“ und „Hölle“ durch größere Anteile sehr hoher Mostgewichte aus. In Teilflächen mindern sich die Qualitäten wiederum durch ungünstige Bodenverhältnisse.

Kleinere Rebflächen liegen im Stadtgebiet von Wiesbaden. Sie heben sich qualitativ nicht besonders hervor.

Bereich Hochheim bis Flörsheim-Wicker

Im Gegensatz zu der stark differenzierten Geländestruktur des unteren und mittleren Rheingaus finden wir im Bereich von Hochheim und Flörsheim nur Höhendifferenzen von knapp 40 m. Die Weinbaulagen erstrecken sich vom Mainufer einstufig bis zur allgemein eben verlaufenden Terrasse in 140 m ü. NN. Die S- und SW-Hänge schaffen sehr günstige Strahlungsbedingungen. Von der Kaltluftgefährdung sind nur sehr talnahe Zonen, in denen in der Regel auch kein Weinbau betrieben wird, betroffen. Die S-

und SW-Hänge liegen sehr windgeschützt, so dass die Klimagunst für sehr hohe Qualitäten spricht. Auch die Bodenverhältnisse lassen generell keine Wünsche offen. Nur in kleineren Teilbereichen sinkt das pflanzenverfügbare Bodenwasser (nFK) unter 125 mm. Entsprechend hoch fallen die prozentualen Flächenanteile sehr hoher Mostgewichte aus.

Im Westen beginnt das Band sehr hochwertiger Lagen mit der Lage „Weiß Erd“ und „Reichenthal“, setzt sich dann ostwärts in den Lagen „Stielweg“, „Domdechaney“, „Kirchenstück“, „Hölle“, „Königin Victoriaberg“ und „Stein“ fort und endet dann im Osten in den bevorzugten Lagen des „Herrnberg“, „Nonnberg“ und „König-Wilhelmsberg“. In diesem Kollektiv guter bis sehr guter Lagen nehmen „Domdechaney“, „Kirchenstück“ und „Königin Victoriaberg“ eine absolute Spitzenstellung ein.

5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der Rheingau ist das erste Weinbaugebiet der Welt, das auf der Basis wissenschaftlich begründeter Unterlagen klassifiziert wird. Das Mostgewicht bestimmt nicht allein die Qualität, sondern Geschmack und Inhaltsstoffe des Weins werden innerhalb der verschiedenen Bereiche von der Bewirtschaftung der Rebflächen und der Kellertechnik bestimmt. Die Karte 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 Klimagunst 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 während des Winterhalbjahres mehr als 150 ltr/qm als Wasserreserve für den Sommer einlagern.

6. Schriftenverzeichnis

- 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. & JAGOUTZ, H. (1986): Ermittlung des Einflusses ökologischer Faktoren auf die Qualitätsbildung der Reben zur Sicherung der nach dem Weinwirtschaftsgesetz geforderten Qualitätsbegrenzungen von Weinbergslagen. – Abschlussbericht im Rahmen eines Forschungsprojektes, AMBF, Teil I: 16 S.; Geisenheim.
- 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, **43**: 147–160; Mainz.
- ZAKOSEK, H., KREUTZ, W., BAUER, W., BECKER, H. & SCHROEDER, E. (1967): Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **50**: 82 S.; Wiesbaden.
- ZIMMER, T. (1996): Möglichkeiten zur flächendeckenden Abschätzung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) als wichtige Größe zur Ermittlung der Begrünungseignung von Weinbergen. Tagungsband des XI. Kolloquiums des internat. Arbeitskreises „Begrünung im Weinbau“, 28.–31.08.1996: 41–47; Kaltern.

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-

tragsicherheit 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: Otmar.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 zeigten, 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 Standortschwankun-

gen im Mostgewicht setzen sich zu 40 % aus den Faktoren Strahlung und Höhe zusammen, wobei eine Zunahme um $3 \text{ kJoule}/(\text{cm}^2 \times \text{Vegetationsperiode})$ etwa dem Zuwachs von $1 \text{ }^\circ\text{Oechsle}$ 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 ($-2 \text{ }^\circ\text{C}$) 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 $-4 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 frühzeitigem 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 Mäuerchen, 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
klimatische 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 Mäuerchen 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 Anbaugesbiet 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.

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 begrünter Anlagen und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen.

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).

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

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 Nachblütenbereich 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 Gefährungsklasse 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 Ertragerwartung.

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 Anbaugbiet 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. Besonders 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 NO₃-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 dauerbegrüntem Anlagen kann ein niedrigerer und gleichmäßigerer 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 verstärkte 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 Unterlagenauswahl.

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 kaltluftgefährdeten 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 begrüntem 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 „mediterraner 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 Alterungstones“, 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 Weinbergslage, 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 ausprägen. 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, Abschnitt, 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 kaltauftgefährdete Lagen mit tiefgründigen Böden häufiger 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 Anbaugbiet 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 Weinbaulagen. – 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.
- CURLLE, 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 Oberen Rheingaus. – 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.
- HOFMANN, B. (1996): Zeitliche und räumliche Einflüsse bei einer flächenhaften Abschätzung des Trockenstressrisikos von Rebanlagen. – 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 Weinbaugbiet 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. Weinbaugbiete 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 gras 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 Agric. 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.

Anmerkungen zum Inhalt der CD-ROM – Digitaler Weinbaustandortatlas von Hessen

1. Inhalte der CD-ROM

Die CD-ROM enthält eine Anwendung zur Visualisierung der Karten zu den vorliegenden Texten inklusive der vergriffenen ersten Auflage des Weinbaustandortatlas. Den zentralen Teil der CD-ROM bildet eine Anwendung mit der in den einzelnen Kartenthemen und zugehörigen Texten navigiert werden kann. Für die einzelnen

Kartenthemen befinden sich auch druckfähige Karten in Form von Portable-Document-Files (PDF-Dateien) auf der CD-ROM. Mit Hilfe des frei verfügbaren Acrobat-Readers von Adobe lassen sich die Karten auf dem Bildschirm visualisieren und auf verfügbaren Druckmedien in DIN A3 und A4 ausgeben.

THEMEN

- ▶ Weinbergslagen
- ▶ Wasserschutzgebiete
- ▶ Landschaftsschutzgebiete
- ▶ Strahlung
- ▶ Strahlung (höhenreduziert)
- ▶ Temperatur
- ▶ Windgefährdung
- ▶ Kaltluftgefährdung
- ▶ Frostgefährdung (-2°C)
- ▶ Frostgefährdung (-4°C)
- ▶ Bodengruppen
- ▶ Nutzbare Feldkapazität
- ▶ Hangneigung
- ▶ Neigungsrichtung
- ▶ Gefährdungspotenzial Nitratauswaschung
- ▶ Gefährdungspotenzial Bodenerosion
- ▶ Trockenstressrisiko bei einer Dauerbegrünung
- ▶ **Potenzielles Mostgewicht**

Thema: Potenzielles Mostgewicht [* Oechsle]
Autor: D. Hoppmann
Bearbeitungsstand: 2004
Name der Großlage: Erntebinger
Anzahl der Flächen: 149
Größe der Flächen [ha]: 736,80

Beschreibung	Fläche [ha]	Anteil [%]
geeignet für frühreife Rebsorten	17,12	2,32
69 - 70	19,00	2,58
71 - 72	24,08	3,26
73 - 74	57,56	7,80
75 - 76	79,48	10,78
77 - 78	76,92	10,43
79 - 80	103,84	14,08
81 - 82	176,20	23,89
83 - 84	131,12	17,78
85 - 86	32,04	4,34
87 - 88	15,48	2,10
> 89	0,44	0,06

Großlage: Erntebinger, Lage: Hasensprung, Größe: 89,36 ha

2. Inbetriebnahme der CD-ROM

Für den Betrieb des digitalen Weinbaustandortatlas wird keine spezifische Programminstallation benötigt. Die Anwendung kann mit einem Java-Script-fähigen Standard-Web-Browser gestartet werden (getestet mit MS Internet-Explorer 6.0 und Mozilla 1.5). Die Präsentation der Texte und Druckvorlagen erfolgt mit dem Adobe-Acrobat-Reader. Diese Softwareprodukte sind im Regelfall auf modernen PCs bereits installiert, können aber auch kostenfrei von den Herstellern unter anderem über das Internet bezogen werden.

Wenn auf Ihrem MS Windows System die Auto-Start-Funktion für das CD-ROM aktiviert ist, wird die Anwendung nach dem Einlegen der CD-ROM automatisch ausgeführt. Ist die Auto-Start-Funktion nicht aktiv oder verwenden Sie ein anderes Betriebssystem wie MAC OS oder Linux, so wählen Sie mit dem entsprechenden Internet Browser bitte die Datei start.htm auf der CD-ROM aus. In der horizontalen Menü-Leiste finden Sie unter der Rubrik „Hilfe“ weiterführende Informationen zur Nutzung des digitalen Weinbaustandortatlas Hessen.

3. Impressum der CD-ROM

Herausgeber

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Postfach 32 09
65022 Wiesbaden

Tel.: 06 11/69 39-0 Fax.: 06 11/69 39-5 55

E-Mail-Adresse: info@hlug.de

WWW-Adresse: www.hlug.de

Weinbaustandortatlas:

www.hlug.de/medien/boden/fisbo/wbsa

Redaktion

Klaus Friedrich, Karl-Josef Sabel

Anwendungsentwicklung

Mathias Schmanke

Topographische Grundlagen

Topographische Karte 1:25 000 Hessen

© Hessisches Landesvermessungsamt

WWW-Adresse: <http://www.hkvv.hessen.de>

Verv.-Nr.: 2001-3-112

Mitwirkende Institutionen

Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden

Tel.: 06 11/8 15-0 Fax.: 06 11/815-19 41

E-Mail-Adresse: poststelle@hmulv.hessen.de

WWW-Adresse: www.hmulv.hessen.de

Forschungsanstalt Geisenheim

Von-Lade-Str. 1

65366 Geisenheim

Tel.: 0 67 22/50 22 01 Fax.: 0 67 22/50 22 12

E-Mail-Adresse: Info@fa-gm.de

WWW-Adresse: www.fa-gm.de

Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Landwirtschaft

Kreuzweg 25

65366 Geisenheim

Tel.: 0 67 22/99 61-0 Fax.: 0 67 22/99 61-41

E-Mail-Adresse: lw.geisenheim@dwd.de

WWW-Adresse: www.dwd.de

**Regierungspräsidium Darmstadt
Dez. Weinbauamt Eltville**

Wallufer Straße 19
65343 Eltville

Tel.: 0 61 23/90 58-0 Fax.: 0 61 23/90 58-51
WWW-Adresse: www.rpda.de

Rheingauer Weinbauverband e.V.

Adam-von-Itzstein-Str. 20
65375 Oestrich-Winkel

Tel.: 0 67 23/9 17 57 Fax.: 0 67 23/91 75 91
E-Mail-Adresse: info@rheingauer-wbv.de
WWW-Adresse: www.rheingauer-wbv.de

Haftungshinweis

Der digitale Weinbaustandortatlas enthält Links zu Webseiten, die von Dritten betrieben werden. Das HLOG macht sich die durch Links erreichbaren Seiten Dritter nicht zu eigen und ist für deren Inhalte nicht verantwortlich. Das HLOG erklärt ausdrücklich, dass es keinerlei Einfluss auf die Gestaltung und die Inhalte der gelinkten Seiten hat. Sie unterliegen der Haftung der jeweiligen Anbieter. Vorsorglich distanziert sich das HLOG hiermit ausdrücklich von allen Inhalten aller gelinkten externen Internetseiten.

Das HLOG weist ausdrücklich darauf hin, dass die Text- und Karteninformationen dieser Webseiten weder geowissenschaftliche Untersuchungen vor Ort noch fachliche Beratungen, Stellungnahmen oder Begutachtungen ersetzen.

Das HLOG ist bemüht, für die Richtigkeit und Aktualität aller auf seiner Website/CD-ROM enthaltenen Informationen und Daten zu sorgen. Eine Haftung oder Garantie für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen und Daten ist jedoch ausgeschlossen.

Nutzungsbedingungen

Die gespeicherten Daten (Karten, Legenden, Texte und Signets) sowie die Bedienungsanleitung sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte stehen im Verhältnis zum Nutzer ausschließlich dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie zu.

Der Nutzer erwirbt ein nicht ausschließliches Recht zur vertragsmäßigen Nutzung nach der Maßgabe der nachfolgenden Regelungen:

Er ist berechtigt, die Karten im Rahmen von Demonstrations- und Lehrveranstaltungen

- mit einem Beamer vorzuführen,
- auf Folien auszudrucken,
- als Dias zu reproduzieren.

Er ist jedoch verpflichtet jede Karte vollständig mit der dazugehörigen Legende zu verwenden.

Alle anderen Nutzungsarten sind unzulässig, insbesondere die Übersetzung (Textteil), Bearbeitung, Dekompilierung, Übertragung und Umarbeitung.

Für das Einspeisen der Karten in das Internet durch Dritte sowie die gewerbliche Informationsvermittlung muss eine gesonderte Vereinbarung getroffen werden.

Jede Weitergabe der Daten an Dritte und damit jede Übertragung der Nutzungsbefugnis und -möglichkeit bedarf der schriftlichen Erlaubnis des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie.

- © Deutscher Wetterdienst, 2004
- © Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2004
- © Hessisches Landesvermessungsamt, 2004
- © Regierungspräsidium Darmstadt, 2004
- © Rheingauer Weinbauverband, 2004

Kurzfassung des Inhalts

Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete

Die Standortkartierung hat in Hessen schon eine lange Tradition, die bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts zurück reicht. In den 50er–60er Jahren rückten zunächst die primären standortkundlichen Belange des Weinbaus in den Vordergrund, wie die Ansprüche reblaus-resistenter Unterlagen an Bodeneigenschaften und klimatische Verhältnisse. So entstanden großmaßstäbige Kartierungen, deren Ergebnisse zur regionalen Planungsübersicht als „Standortkartierung der Hessischen Weinbaugebiete“ zusammengefasst wurden.

Mit der vorliegenden 2. Auflage des Weinbaustandortatlas hat sich vieles geändert. Dies betrifft zunächst die Vielzahl der heute verfügbaren Themen. Sie beinhalten neben den traditionellen weinbaulichen Schwerpunkten Themen zur Umwelt in den Bereichen des Landschafts-, Natur- und Grundwasserschutzes und spiegeln somit die erweiterte Betrachtungsweise einer standortgerechten Bewirtschaftung wider. Der Atlas zeigt die räumlichen Charakteristiken hinsichtlich Klima und Boden auf, die wiederum in Potenzialen, wie z. B. dem poten-

ziellen Mostgewicht ausgedrückt werden. Die vorliegenden Karten bieten dem Winzer eine Arbeitsgrundlage und ermöglichen ihm eine Charakterisierung seiner Rebflächen im Rahmen der Vermarktung. Dem interessierten Weinliebhaber indessen bietet der Weinbaustandortatlas einen tiefen Einblick in das naturgegebene Potenzial der Weinbergslagen.

Neben der inhaltlichen Erweiterung hat auch die elektronische Datenverarbeitung Einzug gehalten. Die Verwaltung der Geodaten zum Atlas in einem Geographischen Informationssystem erlaubt es, die Karten auf vielfältigen elektronischen Medien wie CD-ROM und Internet anzubieten und so kostengünstige und zukünftig leicht fortzuführende Produkte vorzulegen.

Im Mittelpunkt der beiliegenden CD-ROM mit dem digitalen Weinbaustandortatlas stehen die thematischen Karten, die über eine webbasierte Oberfläche interaktiv zu bedienen sind. Neben dem Kartenwerk enthält die CD-ROM auch den Textteil zum Atlas inklusive der vergriffenen 1. Auflage.

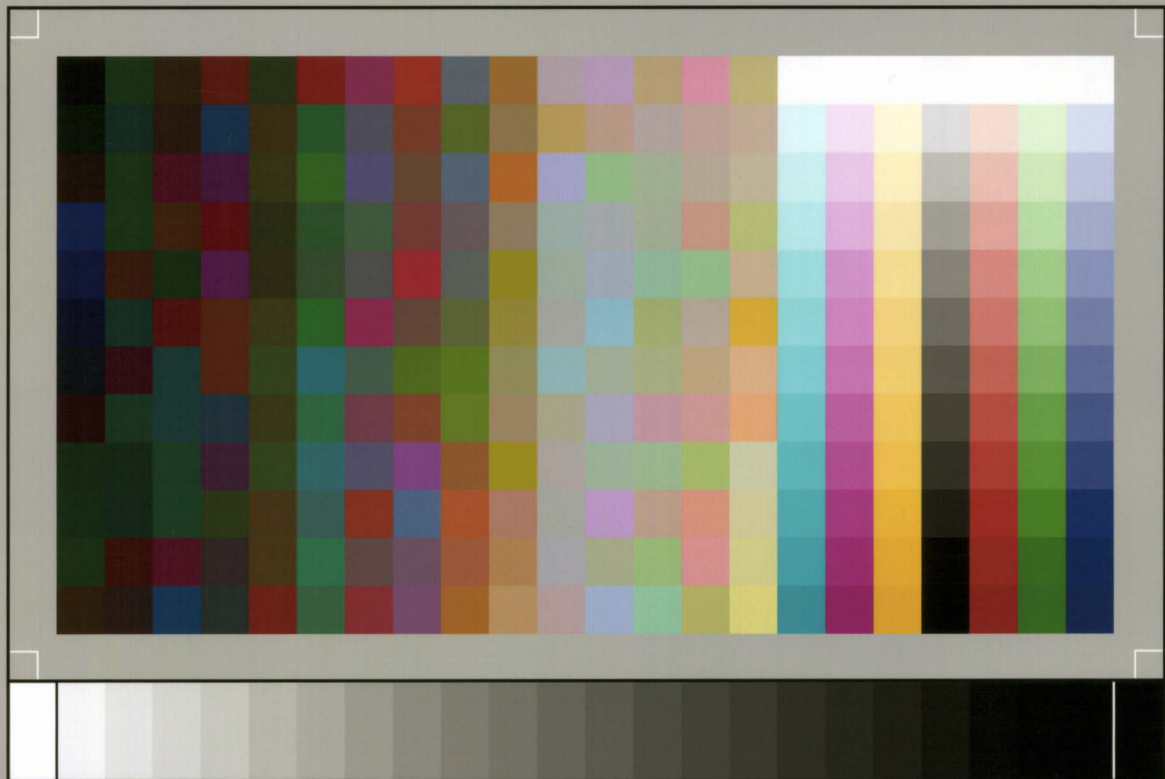


Herausgeber, © und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden

www.hlug.de







SP050509001

ScanPrint® *autopilot* Scan Target v2.0