

## Umwelt und Geologie

Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 7

2. Auflage

# Die Weinbergsböden von Hessen



Umwelt und Geologie  
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 7

# **Die Weinbergsböden von Hessen**

– Eine erdwissenschaftliche Einführung –

Wiesbaden, 2007

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

## **Impressum**

Umwelt und Geologie  
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 7

ISSN 1610-5931  
ISBN 978-3-89531-609-8

### **Die Weinbergsböden von Hessen**

Bearbeiter:	Dr. Peter Böhm	Forschungsanstalt Geisenheim
	Dr. Klaus Friedrich	HLUG, Dezernat G3
	Prof. Dr. Karl-Josef Sabel	HLUG, Dezernat G3

Titelbild: Weinbergslagen bei Lorch  
(Foto: Dr. Peter Böhm)

Herausgeber, © und Vertrieb:  
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
Rheingaustraße 186  
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611/69 39-111  
Telefax: 0611/69 39-113  
E-Mail: [vertrieb@hlug.de](mailto:vertrieb@hlug.de)

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers.

## Vorwort



Böden sind wertvoll und lebensnotwendig. Nicht allein, weil sie die Lebensgrundlage für Flora und Fauna und den Menschen sind, weil wir auf ihnen unsere Nahrung produzieren, sondern auch, weil sie Schadstoffe speichern und abbauen und so Sickerwasser und Grund-

wasser schützen. Sie haben auch interessante Geschichten zu erzählen, und sie können einer Landschaft und ihren typischen Produkten, z. B. dem Wein, einen unverwechselbaren Charakter verleihen.

Dieser unverwechselbare Charakter stellt ein Qualitätsmerkmal der Weine dar und wird gemäß eines in Frankreich entstandenen Konzeptes als Terroir bezeichnet.

Terroir kann sinngemäß als „Herkunft“ oder „Heimat“ des Weines übersetzt werden und soll die Charakteristika einzelner Weinbaugebiete, das Zusammenspiel der natürlichen Standortfaktoren mit der Arbeit des Winzers beschreiben. Von Bedeutung sind dabei neben der Kunst des Kellermeisters und der des Winzers, das Klima und vor allem die Böden und ihr Ausgangsgestein.

Weine sind Botschafter eines bestimmten Weinbergs. Wer innovative Weinprodukte mit unverwechselbarem Weinstil, so genannte Terroirweine, erzeugen will, sollte die Böden seiner Weinberge kennen. Das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) möchte mit dieser Broschüre Winzer und Weinfreunde in Hessen anregen, sich die „Bodenwelt“ ihrer Weine zu erschließen.

A handwritten signature in blue ink that reads "Thomas Schmid". The signature is fluid and cursive.

Dr. Thomas Schmid

Präsident  
des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie

## **Inhalt**

Vorwort .....	3
Inhalt .....	4
1 Boden und Wein, geowissenschaftliche Aspekte des Terroirs .....	5
2 Wie entsteht Boden? .....	7
3 Gesteine und Böden der Weinbaugebiete Hessens .....	9
3.1 Oberer Rheingau .....	11
3.2 Unterer Rheingau .....	13
3.3 Hessische Bergstraße .....	14
3.4 Kleine Bergstraße (Odenwälder Weininsel) .....	15
3.5 Überprägung der natürlichen Böden .....	15
3.5.1 Rigolen der Böden .....	15
3.5.2 Bodenerosion .....	17
3.5.3 Flurneuordnung .....	18
3.5.4 Maßnahmen bei der Neuanlage von Weinbergen .....	18
3.6 Weinbergslage und Bodenheterogenität .....	19
4 Verfügbare Daten zu Standortfaktoren der hessischen Weinbaugebiete .....	24
4.1 Weinbergsbodenkartierung und erste Bodenmanuskriptkarten .....	26
4.2 Der Weinbaustandortatlas als mittelmaßstäbige Betrachtungsebene .....	27
4.3 Die großmaßstäbige Weinbaustandortkarte für die Weinbaupraxis .....	28
4.4 Zeitgemäße Weinbaustandortinformation 1:5 000 .....	29
4.4.1 Das Kartenwerk BFD5W .....	30
4.4.2 Der Weinbaustandortviewer .....	31
Schriftenverzeichnis .....	34

## **Abkürzungen**

BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
nFK	nutzbare Feldkapazität
WeinG	Deutsches Weingesetz

## Boden und Wein, geowissenschaftliche Aspekte des Terroirs

Unter dem Begriff Terroir werden neben der Arbeit des Winzers die natürlichen Faktoren zusammengefasst, die einen Weinberg kennzeichnen und Einfluss auf die Qualität und den Geschmack des Weines nehmen (Abb. 1). Die Kombination der Faktoren verleiht jeder Lage ihr bestimmtes Terroir, das sich in ihren Weinen über die Jahre mehr oder weniger einheitlich ausdrückt, (GLADSTONES & SMART 2003). Unabhängig von den Bewirtschaftungsmethoden und der Weinbereitung wird dem Boden, synonym dem Gestein, zugeschrieben, den speziellen Charakter eines Weines zu prägen. Bodeneigenschaften bestimmen nicht allein das Wachstum der Reben, sondern beeinflussen auch den Charakter der Trauben, die Mineralität ihres Saftes und folglich auch den Geschmack des Weines.

Reben nutzen den Boden nicht nur zur Verankerung, sondern in erster Linie zur Wasser- und Nährstoffaufnahme. Die pflanzenphysiologisch relevanten Eigenschaften des Bodensubstrates sind seine Mineralogie, der Kalk- und Säuregehalt, aber auch die „Bodenart“ genannte Korngrößenzusammensetzung, d. h. der Feinboden und der Steingehalt. Gerade die Bodenart gewinnt entscheidenden Einfluss auf den Wasser- und Lufthaushalt, z. B. auf die Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser, das gegen die Schwerkraft im Wurzelraum gespeichert werden kann und nicht versickert. Daneben spielen auch Grund- und Stauwassereinflüsse eine Rolle. Gestein und Boden beeinflussen auch das für Rebenwachstum und Traubenreife bedeutende Mikroklima. So hängt z. B. die Erwärmbarkeit des Bodens

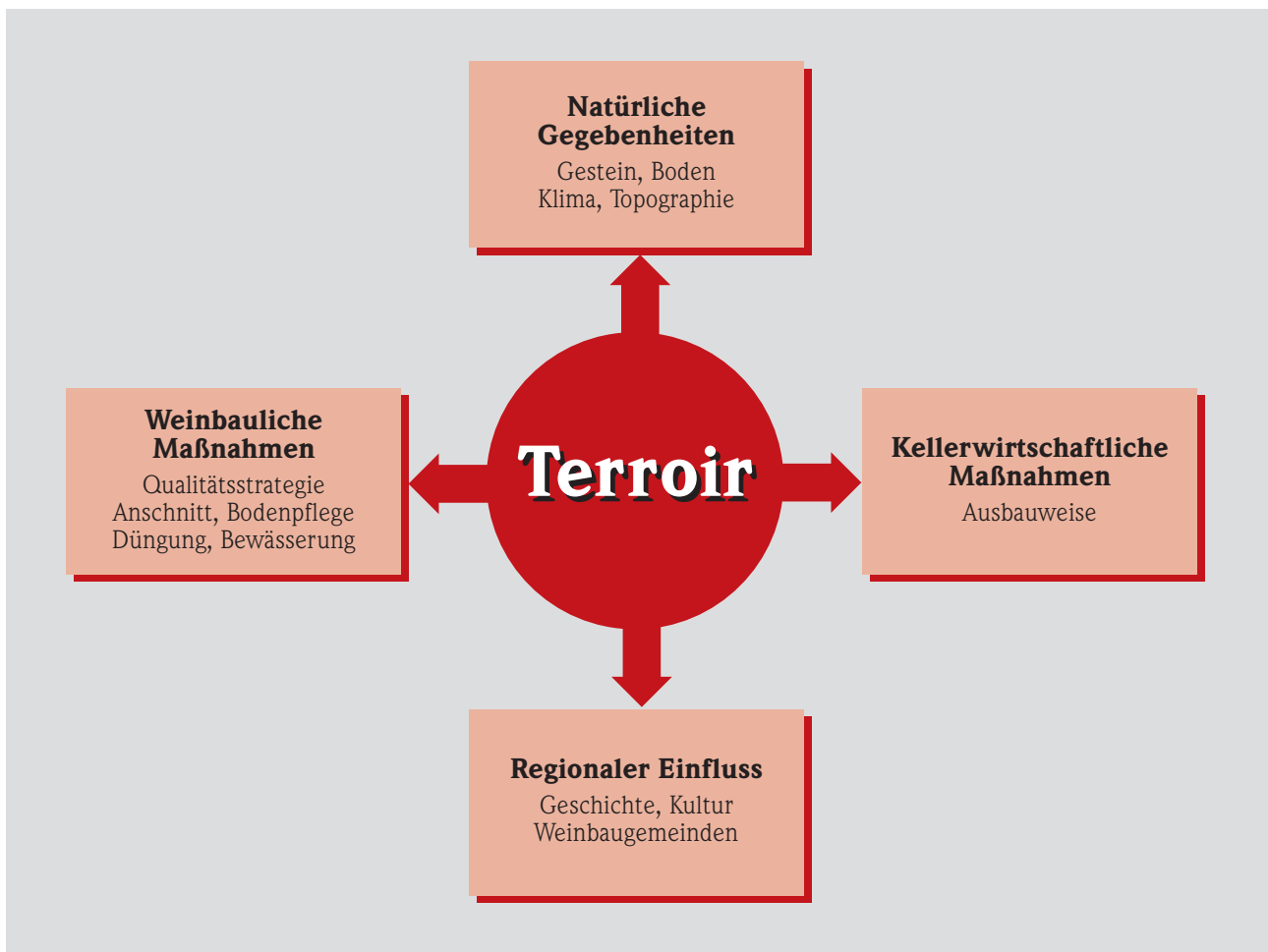


Abb. 1. Einflussaspekte der Terroir-Bewertung (nach: KÖNIGER et al.).

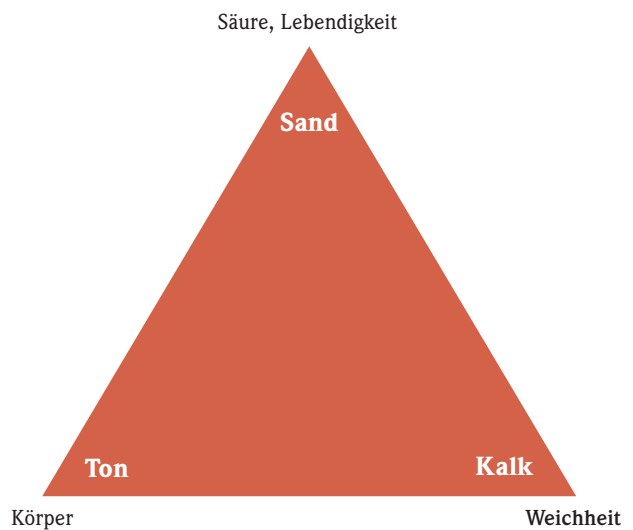
eng mit dem Bodenwasserhaushalt, der Luftzirkulation im Boden und der Bodenfarbe an der Oberfläche zusammen. Deswegen bevorzugen Pflanzen bestimmte Standorte, andere dagegen meiden sie.

Die Winzer berücksichtigen die heterogenen Bodeneigenschaften bei der Wahl des Edelreises oder der Unterlage, beim Anschnitt und der Pflege der Reben. Darüber hinaus verändern sie durch tiefgründiges Umwenden und Durchmischen (das Rigolen) den Boden, um einen einheitlichen, für die Rebe gut durchwurzelbaren Bodenraum zu schaffen.

Über den Einfluss auf die Menge und die Qualität des Ertrags hinaus wird dem Boden auch zugeschrieben, dass er die Geschmacksrichtung eines Weines prägt und ihm eine individuelle, persönliche Note verleihen kann. Diesen Zusammenhang zwischen Eigenschaften der Böden und der Geschmacksrichtung eines Weines zeigt Abb. 2. In einem Dreiecksdiagramm werden Bodeneigenschaften wie Sand-, Ton- und Kalkgehalt Geschmackseindrücke wie Lebendigkeit, Körper und Weichheit zugeordnet.

Die Bewertung des Bodeneinflusses auf den Geschmack des Weines wird zwar hinsichtlich der Bedeutung des Klimas kontrovers diskutiert, doch wird zunehmend die Authentizität des Standortes für die geschmackliche Ausrichtung des Weines her-

vorgehoben (SCHENK ZU TAUTENBURG 1999, Rheinhessenwein e. V. 2005, Mosel-Saar-Ruwer Wein e.V. 2007, FISCHER et al. 2007). Danach charakterisieren die originär durch Bodeneigenschaften verursachten Geschmackseindrücke den Wein, der durch klimabedingte Jahrgangseinflüsse lediglich variiert werden kann. Der Boden wird daher in Zukunft stärker in die Praxis der Weinerzeugung einfließen, sei es durch neue Lagenabgrenzungen zur Hervorhebung bestimmter Geschmacksbilder oder zur Erzeugung standorttypischer Weine.



**Abb. 2.** Boden und Sensorik (nach: SITTLER 1995).

## 2 Wie entsteht Boden?

Boden ist der oberste verwitterte Teil der Erdkruste. Am Beginn der Bodenbildung steht in der Regel festes oder lockeres mineralisches Ausgangsgestein. Physikalische Verwitterungsprozesse zerkleinern das Gestein (Abb. 3). Durch größere Temperaturschwankungen kommt es zu Rissen, eindringendes und gefrierendes Wasser lässt dann durch Frostsprengung das Gestein auseinanderplatzen. Auch in Wasser gelöste Salze führen, wenn sie in Spalten und Rissen auskristallisieren, durch den dabei entstehenden Kristallisationsdruck zu einer Zermürbung und Zerkleinerung des Gesteins.

Es folgen darüber hinaus in unserem Klimaraum chemische Verwitterungsprozesse. In Wasser gelöste Kohlensäure ( $H_2CO_3$ ) greift die Minerale an und bewirkt chemische Veränderungen. So führt z. B. Sickerwasser Calciumcarbonat ( $CaCO_3$ ) und andere Stoffe fort und oxidiert eisenhaltige Minerale, die unseren Böden die typische bräunliche, selten auch rötliche Farbe verleihen. Neben der chemischen und physikalischen Verwitterung tragen die Aktivitäten

von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen z. B. durch die Bildung von Huminsäuren erheblich zur Verwitterung des Gesteins bei. Boden kann je Gramm bis zu einer Milliarde lebender Organismen (Pilzgeflechte, Mikroben, Bakterien) enthalten. Die Lebewesen zersetzen das organische Material, z. B. die jährlich anfallende Streu (Mineralisierung) oder sie bilden organische Abbauprodukte (Humifizierung). Aus den Produkten des Zersetzungsprozesses abgestorbener pflanzlicher und auch tierischer Organismen entsteht schließlich der Humus, der die Bodenoberfläche, z. B. die Ackerkrume, schwärzlich färbt.

Bodenbildung beinhaltet aber nicht nur Abbau- und Verlagerungsprozesse, sondern auch den Aufbau neuer Substanzen. Bedeutsame Neubildungen sind Tonminerale, Oxide, Hydroxide, Huminstoffe und Ton-Humus-Komplexe. Letztere entstehen im Verdauungstrakt der Regenwürmer. Sie werden als Wurmlösung ausgeschieden, verleihen dem Humus seine günstige schwammartige Struktur und stei-

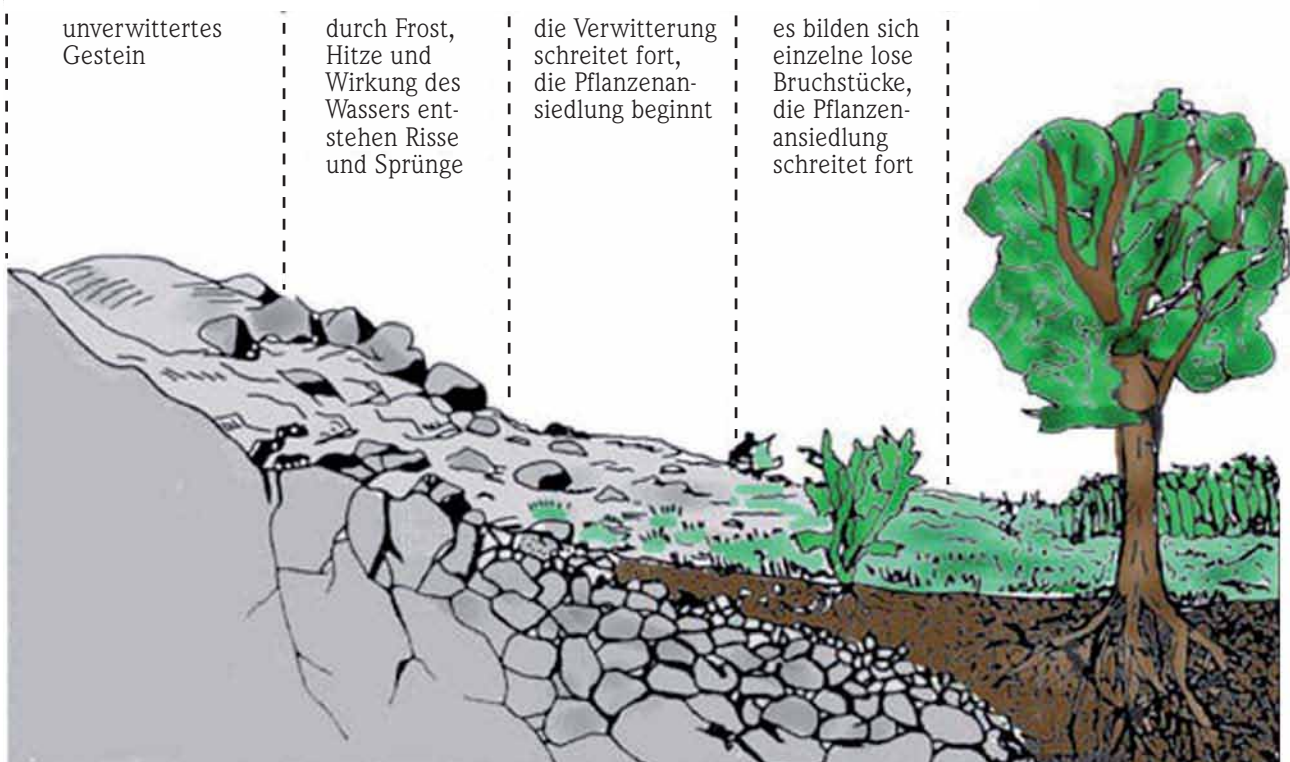


Abb. 3. Bodenbildung (nach: MAYER 1996).



gern die Gefügestabilität des Bodens (Krume). Sie spielen vor allem für den umgangssprachlich als „Mutterboden“ bezeichneten Oberboden eine übertragende Rolle. Solche bodenbildenden Prozesse verändern das Ausgangsgestein in charakteristischer Weise und führen zur Entwicklung der Bodenhorizonte, die durch bestimmte Merkmale (wie Gefüge, Bodenart, Farbe, Fleckung u. a.) gekennzeichnet sind. Als Ergebnis entsteht eine ganz individuelle Erscheinungsform, ein bestimmter Boden. Seine Gestaltung ist abhängig vom Zusammenspiel der so genannten bodenbildenden Faktoren wie Klima, Vegetation, Reliefform, Bodenausgangsgestein und menschliche Eingriffe. Die lokal sehr unterschiedlich intensive Einwirkungsweise und die zeitliche Dauer dieser Faktoren führen zu den sehr heterogenen Ausprägungen von Böden. Sie bedecken das Untergrundgestein teilweise nur wenige Zentimeter, teilweise sind sie mehrere Meter mächtig. Böden haben also immer eine mehr oder minder markante Umwandlung erlebt und unterscheiden sich daher vom unverwitterten „anstehenden Gestein“.

Um Böden hinsichtlich ihrer Eigenschaften beurteilen zu können, werden physikalische, chemische und biologische Merkmale messbar gemacht und als Kennwerte definiert. Zu den wesentlichen Merk-

malen und Eigenschaften des Bodens zählen die Korngrößenzusammensetzung und die Lagerungsdichte des Bodensubstrates sowie das Gefüge. Zusammen mit dem Humusgehalt lassen sich dann u. a. der Wasser- und Lufthaushalt (Versorgung mit pflanzenverfügbarem Wasser, Staunässe, Erwärmung im Frühjahr) sowie die Erodierbarkeit (Neigung zum Bodenabtrag) eines Bodens beurteilen. Pflanzenbaulich relevant ist z. B. auch seine Gründigkeit, die den Wurzelraum bemisst.

Wichtige chemische Merkmale sind der Humus-, Nährstoff- und Kalkgehalt, die Basensättigung sowie die Bodenreaktion (pH-Wert). Sie bestimmen den Nährstoffhaushalt, und indirekt auch die biologische Aktivität des Bodens.

Seit Beginn der Ackerkultur greift der Mensch in den Naturraum ein, indem er die Bodeneigenschaften und -merkmale zur Nutzbarmachung zu optimieren versucht. Allgegenwärtig dokumentiert sich dies im Umbruch der Ackerkrume und der Düngung. So geschieht das auch im Weinbau, wo Tiefumbruch, Substratauftrag, Düngemaßnahmen und Drainage die ursprünglichen Bodenverhältnisse z. T. erheblich verändert haben.

### 3 Gesteine und Böden der Weinbauggebiete Hessens

Mit ca. 3 160 ha bzw. ca. 440 ha bestockter Rebfläche zählen der Rheingau und die Hessische Bergstraße zu den kleineren deutschen Weinbaugebieten. Landschaftlich differenzieren sich die hessischen Weinbaugebiete in die Regionen **Unterer Rheingau** (Rüdesheim–Lorchhausen, auch als Mittelrhein bezeichnet), **Oberer Rheingau** (Wiesbaden–Rüdesheim, Untermain bei Hochheim, Flörsheim und Wicker), **Hessische Bergstraße** (Heppenheim–Zwingenberg) und die „**Kleine Bergstraße**“ (auch Odenwälder Weininsel genannt), den verstreut liegenden Weinbergen um Groß- und Klein-Umstadt (Abb. 4).

Zum Verständnis des Terroirs und speziell der hessischen Weinbergsböden ist es hilfreich, sich die Ent-

stehung des Landschaftsraumes zu vergegenwärtigen. Gerade die sehr unterschiedliche naturräumliche Ausstattung des Oberen und Unteren Rheingau sowie der Hessischen Bergstraße hat zur Ausprägung charakteristischer, regional differenzierter Bodengesellschaften geführt.

Im Folgenden wird das Bodenmosaik der Weinbaugebiete auf der Basis der Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete und der in Tab. 1 skizzierten Bodengruppen umrissen. Umfangreichere Ausführungen finden sich in FRIEDRICH & SABEL (2004), SABEL (2006 a) und vor allem in den neuen Weinbergsbodenkarten des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG).

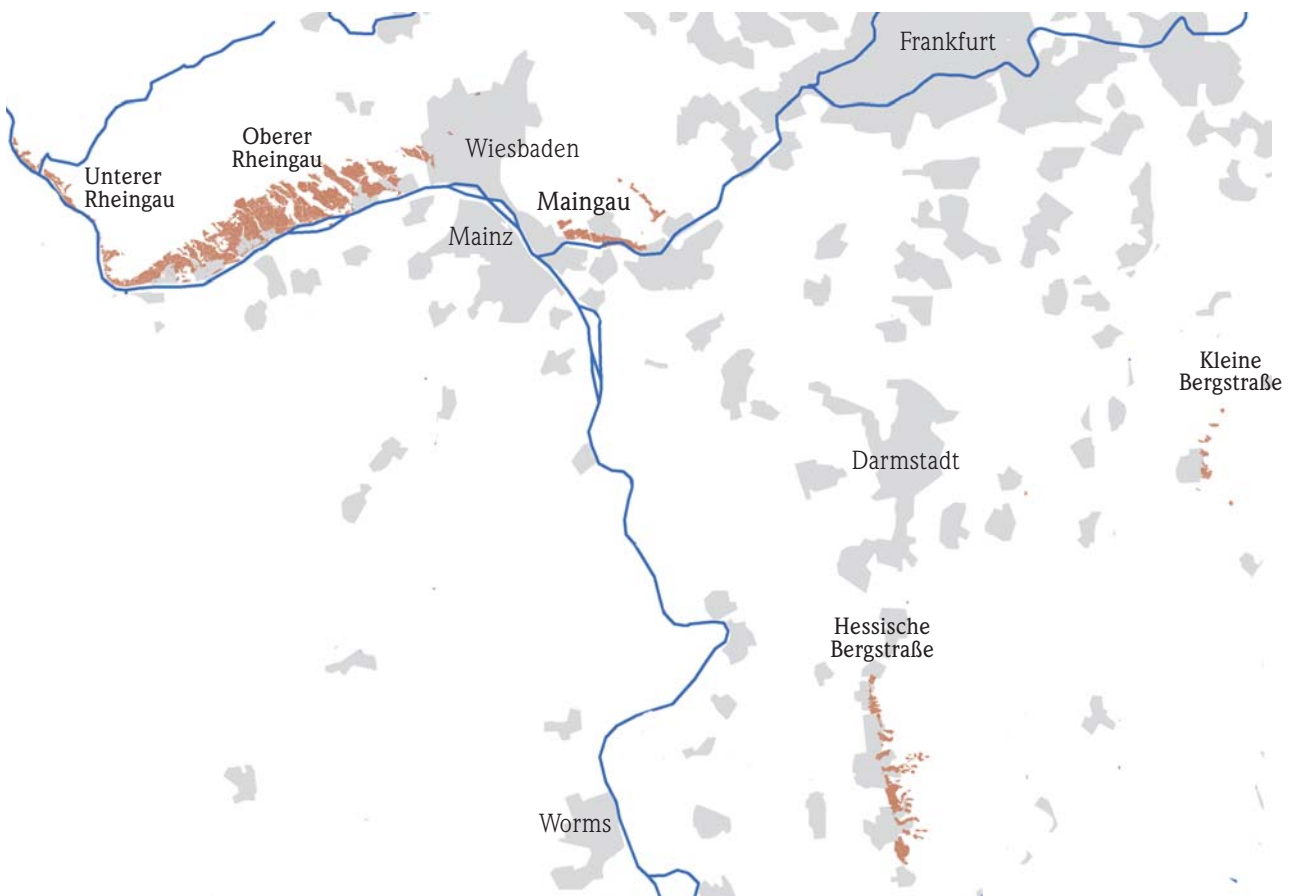
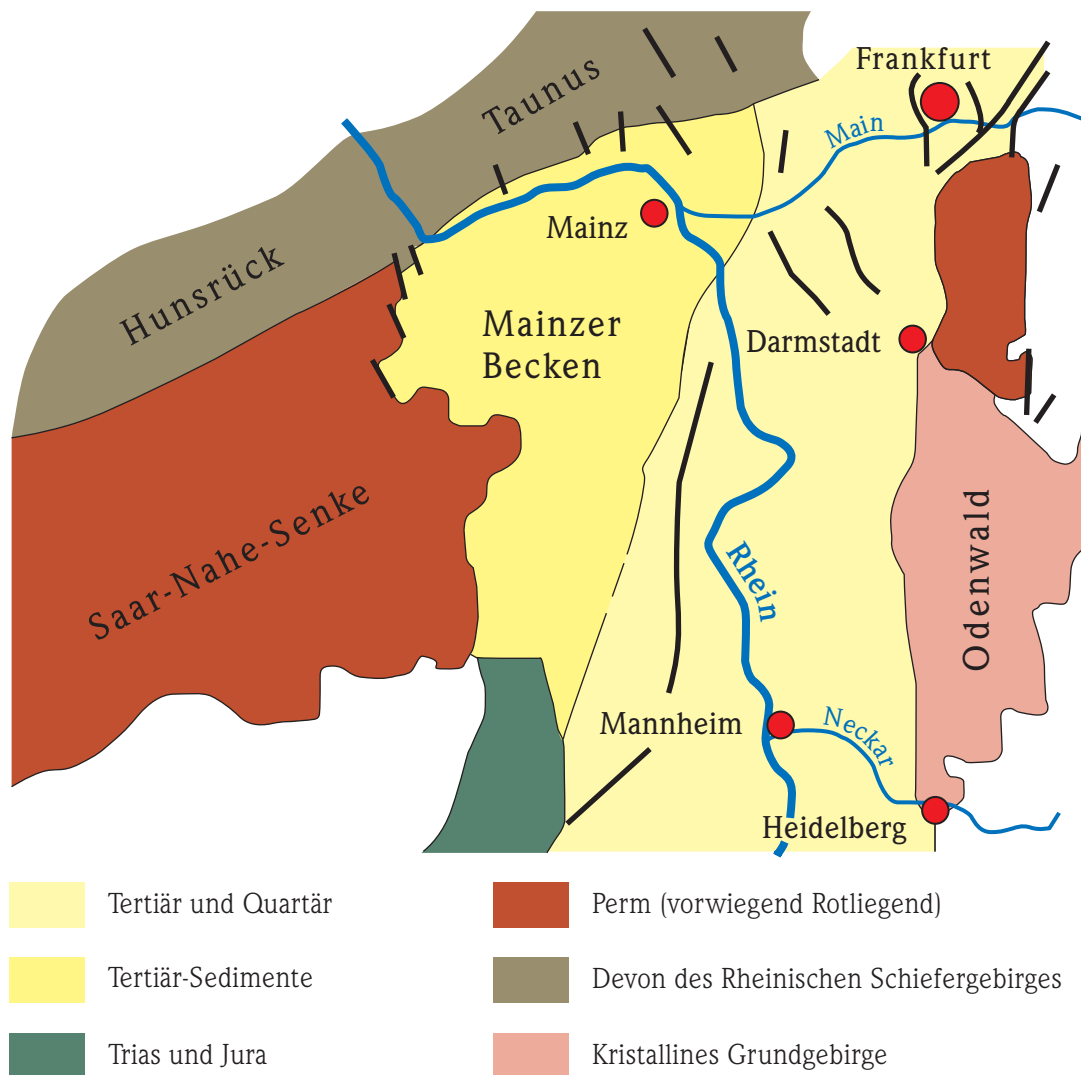


Abb. 4. Die hessischen Weinbauggebiete.

**Tab. 1.** Die Bodengruppen der Standortkartierung der hessischen Weinbauggebiete

<b>Bodengruppe I</b>	vorwiegend flachgründige, sehr grobbodenreiche, trockene, meist kalkfreie Böden
<b>Bodengruppe II</b>	mittel- und tiefgründige, grobbodenreiche, lehmige, trockene bis frische, meist kalkfreie Böden
<b>Bodengruppe III</b>	tiefgründige, grobbodenarme, lehmige, frische, basenreiche, meist kalkfreie Böden
<b>Bodengruppe IV</b>	lehmig-tonige, z. T. grobbodenführende, häufig staunasse, meist kalkfreie Böden
<b>Bodengruppe V</b>	tiefgründige, nur vereinzelt grobbodenführende, schluffige, vereinzelt sandig-lehmige, trockene bis frische, meist kalkhaltige Böden
<b>Va</b>	tiefgründige, sandige bis sandig-schluffige, meist kalkhaltige Böden
<b>Bodengruppe VI</b>	tiefgründige, häufig grobbodenführende, tonig-lehmige, frische bis feuchte, meist kalkhaltige Böden
<b>Bodengruppe VII</b>	tonige, grobbodenarme, häufig staunasse, meist kalkhaltige Böden



**Abb. 5.** Geologische Übersichtskarte der hessischen Weinbauggebiete.

### 3.1 Oberer Rheingau

Das Weinbaugebiet Oberer Rheingau umfasst das Gebiet zwischen Wiesbaden und Rüdesheim sowie die weinbaulich genutzten Bereiche am Untermain zwischen Mainz-Kostheim und Flörsheim am Main. Die mit Abstand größte Anbaufläche erstreckt sich im Oberen Rheingau auf ca. 25 km zwischen Wiesbaden und Rüdesheim auf einem 3–6 km tiefen Streifen, 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 Rhein wurde von den Seitenbächen in zahlreiche lang gezogene Rücken und Riedel zertalt.

Der größte Teil des Oberen Rheingaus zählt geologisch zum Mainzer Becken (Abb. 5), einem alt angelegten (Tertiär) Senkungsgebiet mit sehr unterschiedlichen Ablagerungen wie Schotter, Sande, Tone, Kalke und Mergel. Taunuswärts wechselt der Untergrund zu teilweise tiefgründig verwittertem Gestein des Rheinischen Schiefergebirges (Schiefer, Phyllit, Serizitgneis; vgl. Abb. 6) und vor allem nord-

westlich von Rüdesheim auch Quarzit und Sandstein des Naturraumes Taunuskamm. Als Ausgangssubstrat der Bodenbildung ist aber insbesondere der geologisch sehr junge, eiszeitliche Löss oder Sandlöss hervorzuheben, der als Flugstaub fast überall hingetragen wurde. Die Bodengesellschaft des Rheingaus wird auf den Lössen von tief entwickelten, nährstoffreichen Böden (Parabraunerden, vgl. Abb. 7) mit ausgeglichenem Wasserhaushalt dominiert. Der schon Jahrtausende währende Ackerbau förderte in Hanglagen den Bodenabtrag, so dass die in der derzeitigen Warmzeit entwickelten Böden z. T. völlig abgetragen wurden. Das abgetragene Bodenmaterial füllt Dellen und Tiefenlinien und reichert sich an den Unterhängen an (Kolluvisol). Wo die Lössbedeckung nur geringmächtig war, sind die Untergrundgesteine aufgearbeitet und übertrugen ihre Eigenschaften mehr oder minder stark auf die Böden. Daher sind die Böden über dem Sand trocken und nährstoffarm (Braunerden), über dem Ton schwer und wasserabweisend, über den Mergeln und Kalksteinen kalkhaltig (Pararendzina, Rendzina). Im Taunusanstieg trifft man vornehmlich auf ebenen Flächen tonig zersetzten Schiefer und Phyllit an. Diese Böden, aber auch die tiefgründigen Löss-



**Abb. 6.** Weinbergsboden aus Lösslehm und zersetztem vordevonischem Serizitgneis (Rigosol-Braunerde).



**Abb. 7.** Weinbergsboden aus Lösslehm über Löss (Rigosol-Parabraunerde).

lehme der höher gelegenen Bereiche, neigen zur Staunässe. Die steileren Hänge werden überwiegend von steinig-grusigen Fließerden mit geringem bis mittlerem Wurzelraum und unausgeglichenem Wasserhaushalt eingenommen. In den Tallagen sind in der Regel nährstoffreiche Böden mit wechselndem Grundwasserstand verbreitet.

Der Weinbau nutzt, wie im folgenden Beispiel dargestellt, ganz differenziert die Bodenlandschaft. Die Rücken und Riedel zwischen den Nebenbächen des Rheins weisen im Querprofil eine ganz typische Bodenverteilung und Landnutzung auf (Abb. 8). Die nach Westen exponierten Hangflanken sind im Vergleich zum Gegenhang markant versteilt. Auf ihnen konnte sich der Löss nur in geringer Mächtigkeit erhalten und das anstehende Gestein, vielfach Mergel, Tone sowie jüngere Flussablagerungen des Rheins (Terrassensande, Kies), treten an die Oberfläche und

bilden meist als Gemisch das Ausgangsgestein der Bodenbildung. Trotz der verbreitet ungünstigeren Böden (Bodengruppe Va: sandig, kalkhaltig und VII: tonig, kalkhaltig) konzentriert sich hier wegen der Exposition und Hangneigung der Weinbau, während auf den flachen Rücken und Riedeln trotz der leistungsfähigeren Böden aus Löss (tiefgründig, basenreich: Bodengruppe III und kalkhaltig: Bodengruppe V) nur in Flussnähe noch Weinbau betrieben wird. Die mit mächtigem Löss verkleideten, sanft ostexponierten Hangschleppen, sind dagegen der ackerbaulichen Landwirtschaft, die Auen wegen der Kaltluftzüge und dem hoch anstehenden Grundwasser (Bodengruppe VI) der Grünlandbewirtschaftung vorbehalten.

Im weiteren Anstieg zum Taunus beschränkt sich wegen der Klimaungunst der Weinbau nur noch auf die steilsten und optimal nach Südwesten ausgerichteten Hänge mit steinig Braunerden aus lössarmer Fließerde, während die Verebnungen mit den staunassen Böden über tonigem Zersatz ob ihres mangelhaften Bodenluft- und Bodenwasserhaushaltes gemieden werden.

Der Weinbau am Untermain beschränkt sich auf die steilen Uferhänge von Main und Wickerbach, seltener auf die oberhalb anschließenden flacheren Verebnungen, die mit mächtigem Löss bedeckt sind. Am Untermain nehmen verbreitet Tone und Mergel die weinbaulich genutzten Hänge zwischen Flörsheimer Warte und Massenheim sowie die Weinberge unterhalb der Ortslage Hochheim ein. Entsprechend dominant sind die tonreichen, kalkhaltigen Böden der Bodengruppe VII, die für die Lagen „Stein“ und „Nonnberg“, aber auch „Domdechane“ sowie zum Teil „Hölle“ und „Kirchenstück“ in Hochheim ganz typisch sind (SABEL 2006 a). Daneben kommen im Unterhang zum Gewerbegebiet Hochheim-Süd noch Sande und Schotter junger Mainablagerungen und Flugsande vor, auf denen die Bodengruppe Va überwiegt. Alle anderen Bodengruppen sind gegenüber dem Rheingau unterrepräsentiert.

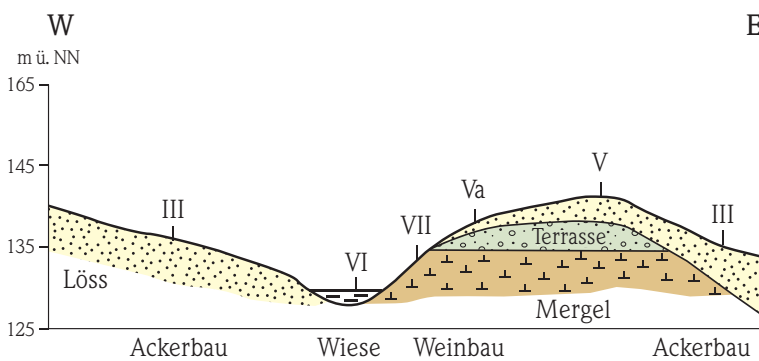


Abb. 8. Verteilung der Bodengruppen und der Bodennutzung im Rheingau.



Abb. 9. Flörsheimer Warte bei Wicker.



**Abb. 10.** Blick auf den Rhein bei Burg Ehrenfels.

### 3.2 Unterer Rheingau

Mit großer Mühe nur konnte der Rhein die stete Hebung des Schiefergebirges durch Einschneidung kompensieren und zwängt sich heute durch das enge Flusstal. Als Gesteine treten Quarzit, Sandstein so-

wie Schiefer auf. Auch im Unteren Rheingau wurde in den Kaltzeiten Löss verblasen, der in die steinigen Schuttdecken als entkalkter Lösslehm eingearbeitet ist. Tiefgründiger Löss dagegen ist nur ganz untergeordnet auf kleineren Flächen verbreitet. Infolgedessen trifft man im Mittelrheintal eine ganz eigene Bodengesellschaft an. Charakteristisch sind die weit verbreiteten Felsausbisse, die allenfalls sehr flachgründige trockene Böden (Felshumusböden, Rohböden) tragen. Diese Grenzertragsstandorte (Boden­gruppe I) sind heute faktisch nicht mehr in Bewirtschaftung und die Terrassen verfallen. Ansonsten überwiegen als Ausgangsgestein der Bodenbildung flachgründige Fließerden, die sich in den exponierten Hangflanken aus Lösslehm und Untergrundgestein zusammensetzen und steinige, nährstoffarme, trockene Böden hervorbringen (Abb. 11, Abb. 12). Ihre Gründigkeit ist oft auf 0,5 m beschränkt. Dagegen konnten sich vor allem im Mündungsbereich der Seitentäler und an Unterhängen mächtigere und lösreichere Fließerden erhalten, in denen auch tiefgründigere Böden entwickelt sind.



**Abb. 11.** Braunerde aus Quarzitschutt.



**Abb. 12.** Braunerde aus Tonschieferschutt.

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



**Abb. 13.** Bergstraße – Weinbergshäuschen der Lage Stemmler.

### 3.3 Hessische Bergstraße

Als Hessische Bergstraße bezeichnet man den östlichen Rand des Oberrheingrabens zum Odenwald. Die Untergrundgesteine, ganz überwiegend Magmatite des kristallinen Odenwaldes, treten aber nur in exponierten Oberhängen und Kuppen zutage. In Mittel- und Unterhangposition sind sie mit Sandlöss

und Löss verkleidet, die örtlich noch nährstoffreiche, tiefgründige Böden mit ausgeglichenem Wasserhaushalt tragen (Parabraunerden). Die hohe Erosionsanfälligkeit des Sandlösses, die Reliefierung der Hänge und die lange landwirtschaftliche Nutzung hat großflächig die ursprünglichen Böden abgetra-



**Abb. 14.** Weinbergsboden aus Sandlöss (Rigosol-Pararendzina).



**Abb. 15.** Braunerde mit Sandsteinblöcken.

gen, so dass der kalkhaltige Löss bzw. Sandlöss diese Flächen einnimmt (Abb. 14). Wie im Rheingau reichert sich das erodierte Bodenmaterial an den Unterhängen, in Hangdellen und Tälchen an. Die lössgeprägten Flächen der Bodengruppe V zeigen vor allem in den Großlagen „Rott“ und „Schlossberg“ mit weit über 60 % Flächenanteil die größte Verbreitung.

Zur Bodengesellschaft zählen auch die der Steilstufe vorgelagerten kalkhaltigen Flugsande. Durch den Nutzungseinfluss finden wir sie heute in Erosionslagen abgetragen. Diese Böden sind durchweg als trocken einzustufen. Die Hänge und Kuppen tragen Fließerden mit hohem Steingehalt, in denen trockene Braunerden vorherrschen (Abb. 15).

### **3.4 Kleine Bergstraße (Odenwälder Weininsel)**

Das sehr kleine, verstreute Weinbaugebiet bei Groß- und Klein-Umstadt liegt in der Dieburger Bucht, einem Teilbereich des Mainzer Beckens, dem nördlichen Rande des Odenwaldes vorgelagert. Es handelt sich um eine flachhügelige Landschaft, in der Gesteine des Odenwaldkristallins (z. B. Granit, Granodiorit, Diorit) mit mächtigem Löss verhüllt sind. Auch hier sind die ursprünglichen Parabraunerden aus Löss großflächig erodiert. Die Böden der Bodengruppe V repräsentieren dabei ca. 40 % der Flächenanteile des Weinbaugebietes.

Erst in den stärker reliefierten Randbereichen durchragen vereinzelt die Festgesteine die Lössdecke. Dort bildeten sich über dem Festgestein Fließerden mit Braunerden (Bodengruppe II) oder tiefergründigen Parabraunerden (Bodengruppe III).

### **3.5 Überprägung der natürlichen Böden**

Die lange weinbauliche Nutzung der hessischen Weinbaugebiete, vor allem das Tiefumgraben oder „Rigolen“, führte zu einer starken Überprägung der natürlichen Böden. Daneben haben erosive Bodenverluste, aber auch Abgrabung und Rutschungen die Böden verkürzt oder gar zerstört. Andererseits wurden und werden im Rahmen der Neuanlage bzw. Wiederbestockung Fremdmaterialien in erheblichen Mengen auf oder in die Weinbergsböden eingebracht. Dies geschieht z. B. um Abtragungsverluste

auszugleichen oder die Erosionsanfälligkeit herabzusetzen, oder auch nur um bearbeitungstechnische Verbesserungen zu erreichen. Massive Eingriffe können auch durch die Maßnahmen der Flurbereinigung eingeleitet worden sein, die nicht selten zur großflächigen Umgestaltung der Agrarlandschaft und ihrer Böden geführt haben.

#### **3.5.1 Rigolen der Böden**

Fast alle Weinberge werden vor der Neuanlage „rigolt“, so nennt man die Bodenvorbereitung durch tiefes Umgraben. Weinberge wurden und werden z. T. bereits seit dem 8. Jahrhundert im Abstand mehrerer Jahrzehnte vor jeder Neubestockung tiefgründig rigolt, d.h. zwischen 40 cm und 100 cm tief umgegraben oder gepflügt.

Bodensystematisch werden Weinbergsböden als Rigosole typisiert. Sie werden mittels des Grabhorizontes identifiziert und, da ganz wesentlich durch die kultivierende Tätigkeit des Menschen verändert und geschaffen, der Klasse der „Terrestrischen Kultosole“ (Terrestrische anthropogene Böden) zugeordnet.

Durch das Rigolen wird in die natürliche Bodenbildung eingegriffen und die ursprüngliche Schichtung und Horizontierung verändert, indem das umgegrabene Bodenmaterial homogenisiert wird. Dadurch entsteht ein einheitlicher, durch die Humusverteilung dunkel gefärbter, für die Rebe gut durchwurzelbarer Bodenhorizont. Vor allem auf grobbodenreichen Standorten oder bei schweren, tonhaltigen Böden kann dadurch die Wasser- und Nährstoffversorgung für die Reben verbessert werden. Abb. 16 zeigt einen typischen Rigosol, dessen Eigenschaften und Merkmale ganz wesentlich noch durch die Beimischung des in 55 cm unter Flur anstehenden unverwitterten Lockergesteins bestimmt werden.

Bereits den Römern waren die Effekte des Rigolens bekannt. In karolingischer Zeit (8.–9. Jahrhundert), als man die Mehrzahl der deutschen Reblagen erstmals mit Reben bepflanzte, wurde über einen Meter tief „gerodet“. Gründe für das Rigolen finden sich sehr drastisch beschrieben im Weinbaulehrbuch des Cannstatter Feldmessers Johann Michael Sommer aus dem Jahr 1791. Dieser erklärte den schlechten Wuchs abgängiger Rebflächen dadurch, dass „die Schuld bloß daran liege dass der Weinberg nicht tief



genug umgeritten worden, dass also die zarten Wurzeln, wie es doch die Vernunft hätte lehren sollen, in einem so starken Boden nicht tief genug eingeschlagen worden, wodurch sie bey kaltem Wetter erfrohren, und bey dürrem Sommer verdorret sind“ (RUPP).

Aus dem 17. Jahrhundert sind Rigolarbeiten überliefert, bei denen bis zu 3 Meter tiefe Rigolgräben ausgehoben wurden. Rigolen war harte Knochenarbeit. Quer zum Hang wurde zunächst ein Rigolgraben ausgehoben und der Aushub mit der Erdenbutte nach oben geschafft. Anschließend wurde die hangaufwärtige Grabenwand unterhöhlt, so dass die Erde kopfüber in den Graben stürzte. Dieser Vorgang des Grabens und Unterminierens wurde so lange wiederholt, bis man am oberen Teil der Rigolfläche angekommen war und man den letzten halb gefüllten Rigolgraben mit dem zu Beginn gewonnenen Material einebnen konnte.



Abb. 17. Rigolflug im Einsatz.

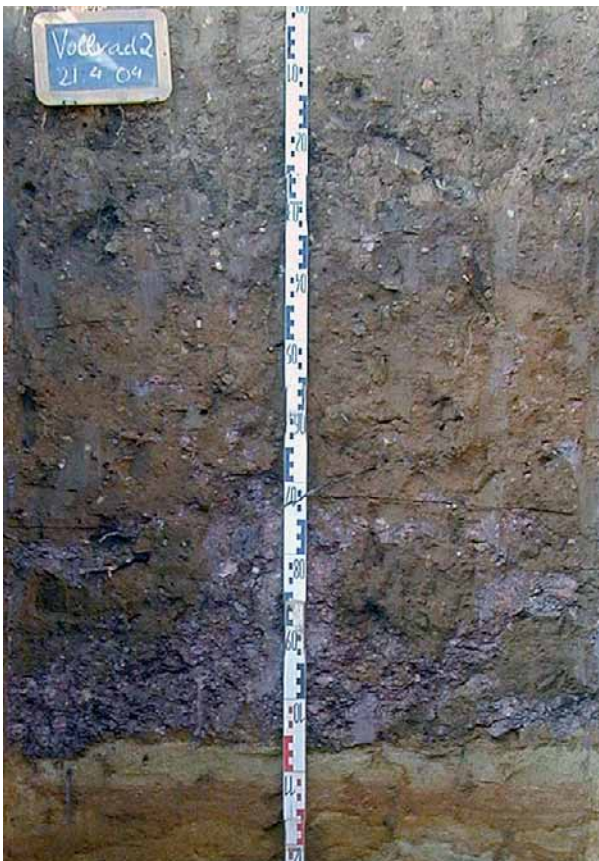


Abb. 16. Rigosol mit verändertem Oberboden durch Tiefumbruch (Rigosol mit grobbodenreichem aufgefülltem Bodenmaterial bis 1 m unter Flur über tertiärem Meeressand).



Abb. 18. Moderne Spatenmaschine.

Vor der Umstellung auf den Pfropfrebenanbau mit reblaustoleranten Unterlagssorten wurde etwa im Turnus von 30 bis 80 (selten sogar 100) Jahren rigolt. Hat man traditionell den Boden noch bis vor wenigen Jahrzehnten fast ausschließlich mühevoll von Hand umgesetzt, nutzt man heute überwiegend Rigolpflüge mit einer Arbeitstiefe zwischen 40 und 80 cm (Abb. 17) oder Spatenmaschinen (Abb. 18), die diesen Arbeitsprozess ganz wesentlich erleichtern. Nicht zuletzt deswegen hat sich die Lebensdauer eines Wingerts heute auf 20 bis 40 Jahre verkürzt.

### 3.5.2 Bodenerosion

Aufgrund der ökologischen Ansprüche der Reben bevorzugt der Weinbau Hang- und Steillagen. Die verbreitete Ausrichtung der Rebzeilen in Gefällerrichtung, die entsprechend angepasste Anlage der Wingerte und des Wegenetzes und die erosionsfördernde Wirkung der Bodenbearbeitung durch Fräsen und Grubbern in offen gehaltenen Zeilen führen in der Sonderkultur Wein sehr viel häufiger zu Abschwemmungen als im konventionellen Ackerbau. Der erosive Verlust an Bodenmaterial mit z. T. verheerenden Folgen ist ein traditionelles Thema im Weinbau.

Wenn in hängigem Gelände die Niederschlagsintensität oder das Schmelzwasser die Infiltrationsrate des Bodens übersteigen, fließt das Wasser oberflächlich ab und nimmt dabei Bodenpartikel auf. Neben den extremen Starkregen können auch die zahlreichen kleinen und mittleren Erosionsereignisse über die Jahre hinweg in der Summe ähnlich große Bodenverluste verursachen. Neben dem Einfluss der Neigung spielen noch die Hanglänge und vor allem die Bodenart eine gewichtige Rolle. Besonders abtragsgefährdet sind die leicht abschwemmbar Böden aus Löss (Abb. 19). Daher finden sich auf diesem Ausgangssubstrat auch kaum noch Böden erhalten. Von der Erosion sind in besonderem Maße die Steillagen im Mittelrheintal und an der Bergstraße betroffen (EMDE 2004).

Neben dem Bodenverlust durch das abspülende Oberflächenwasser ist auch immer wieder Massenersatz zu beklagen, wenn Bergstürze, Rutschungen oder murenartiges Bodenfließen die Weinberge zerstören. Während bei der Bodenerosion fast ausschließlich Bestandteile des humosen Feinbodens abgespült werden, erfasst der Massenersatz den

ganzen Bodenkörper samt Reben und alle Korngrößen bis zum groben Gesteinsschutt.

Großen Einfluss auf das Ausmaß des Bodenabtrags haben die Art der Bodennutzung und die Techniken der Bewirtschaftung. So zeigen Weinberge mit Graseinsaat in den Rebzeilen auch bei stärkerer Hangneigung keine Erosionsschäden. Dagegen führen schon geringere Niederschlagsmengen und -intensitäten auf intensiv bewirtschafteten, offen gehaltenen Weinbergsarealen zu erheblichem Oberflächenabfluss und Bodenerosion. Durch die heute übliche maschinelle Bodenbearbeitung entstehen Fahrspuren mit typischer Bodenverdichtung und Pflugsohlen, die das Versickern der Niederschläge behindern, aber den Oberflächenabfluss konzentrieren und lenken.

Der Verlust von Bodenmaterial durch Abschwemmung kann erhebliche Ausmaße erreichen und zu einer spürbaren Minderung der Nutzungsfähigkeit der Böden führen. Die Winzer versuchen deshalb häufig, die Schäden durch Rückführung des Materials auszugleichen. Meist geht der humose, nährstoffreiche Feinboden aber verloren und muss durch ortsfremdes Material ersetzt werden. Die ursprüng-



Abb. 19. Abgeschwemmtes Oberbodenmaterial auf Lössflächen.

lichen Standortbedingungen können so im Laufe der Jahrzehnte/Jahrhunderte immer stärker verändert werden. Es finden sich daher Böden, die bis zu mehreren Metern mit andersartigem Bodenmaterial aufgeschüttet wurden. Aber auch als Vorsorgemaßnahme können ortsfremde Gesteine und Böden aufgetragen sein, sowie anthropogene Substrate wie Schlacken, Schutt, Trester oder Kompost. Selbst Abfall findet Verwendung, um den Oberboden gegen Erosion zu stabilisieren. Damit ist leider auch ein unkontrollierter Eintrag unerwünschter Stoffe verbunden.

Um die Standortcharakteristik, das Terroir, und damit die Qualität der Weinbergböden, langfristig erhalten zu können ist daher darauf zu achten, lokal typische Substrate für den Fremdmaterialauftrag zu verwenden. Das Bodenmaterial sollte schonend, also nicht zu tiefgründig eingearbeitet werden, um besonders den standorttypischen Unterboden in seiner natürlichen Ausprägung zu belassen.

### 3.5.3 Flurneuordnung

Zur Neuordnung der Parzellen und ihrer Zusammenlegung zu größeren Besitzeinheiten sowie zur betriebswirtschaftlichen Erschließung der Flur finden Flurbereinigungsverfahren statt, die in großem Umfange zur Veränderung der Eigenschaften der Böden beitragen können. Unter anderem werden unwirtschaftlich eng terrassierte Hänge zu größeren Wirtschaftsflächen umgebaut. Hauptmaßnahme ist die Anbindung an obere und untere Wege und die Zusammenlegung der Kleinterrassen. Um die Hänge zwischen Gürtelwegen möglichst glatt zu gestalten, müssen die Kleinterrassen planiert werden (Abb. 20). Die Anlage der Wege und der moderne Terrassenbau erfordern umfangreiche Erdbewegungen. Um die Mauern oberhalb der Wege im festen Untergrund zu verankern, muss die Lockergesteinsdecke entsprechend tief abgeräumt, zwischengelagert und nach Abschluss der Baumaßnahmen wieder zum Auffüllen der Weinberge und zur Überdeckung der freigelegten Felsen eingebaut werden. In ebeneren Lagen

wird eher die Vergrößerung der Parzellen beabsichtigt. Infolge dessen werden z. B. natürliche Unebenheiten planiert, Hecken und Raine abgeräumt und Kleinterrassen zerstört. Darüber hinaus werden frostgefährdete Mulden und Senken durch Aufschüttung ausgeglichen.

### 3.5.4 Maßnahmen bei der Neuanlage von Weinbergen

Landwirte bemühen sich immer, die Bodeneigenschaften für die Nutzpflanzen optimal zu gestalten. So auch im Weinbau, wo neben dem tiefgründigen Umgraben noch weitere Bodenbearbeitungsmaßnahmen Tradition haben. Es werden die Böden beispielsweise durch Düngung oder den Auftrag von standortfremdem Bodenmaterial oder anthropogenen Substraten verbessert. Daneben kommen auch technische Maßnahmen der Bodenmelioration, z. B. die Dränung von Stauwasserböden, zum Einsatz.

Die lange Tradition dieser Verfahren lässt sich häufig noch im Bodensubstrat rekonstruieren. So sollte z. B. die großflächige Belegung der Weinberge mit flachen Gesteinsplatten (Überschieferung) den Schutz vor Erosion und die schnellere Erwärmung des Bodens fördern. Oder es wurden Böden aus kalkfreiem Substrat durch Auftrag von Mergelgestein „aufgekalkt“. Da das „Mergeln“ oft fälschlich

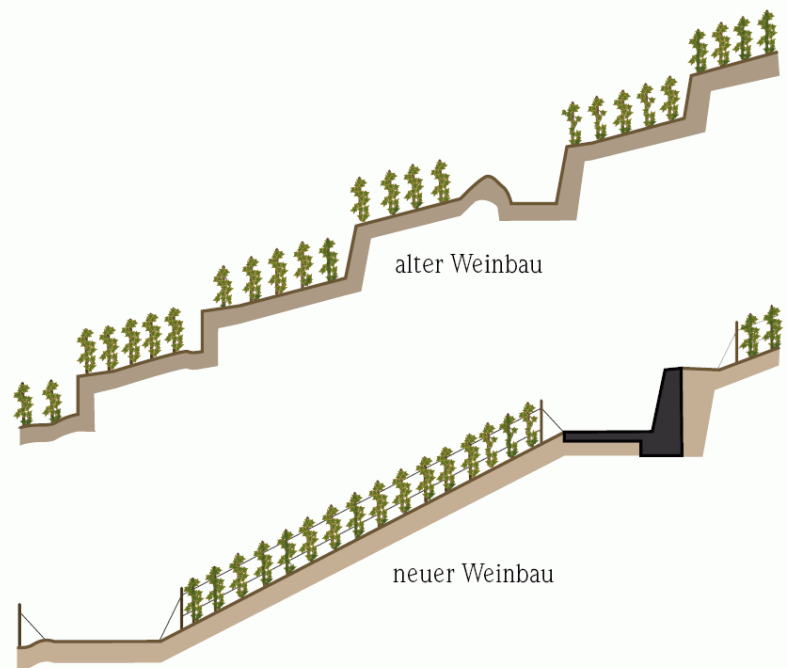


Abb. 20. Weinbergshang vor und nach der Flurbereinigung (SCHMIDT-LIEB 1974).

cherweise einer Bodendüngung gleichgesetzt wurde, das außer Calciumcarbonat aber keine weiteren Bodennährstoffe zuführt, wurden beim Ausbleiben ergänzender Düngergaben die Böden bald ausgelaugt und ertragsschwach, sie waren „ausgemergelt“. Im Sinne von „abgemagert“, „kraftlos“ oder „verbraucht“ ist der Begriff sogar in den allgemeinen Sprachgebrauch übernommen worden.

Zunehmend ist zu beobachten, dass bei der Neuanlage eines Wingerts mächtig Bodensubstrat aufgeschüttet wird (Abb. 21). Begründet wird dies mit dem notwendigen Ausgleich der Bodenverluste durch die Erosion und der „guten fachlichen Praxis“, dies durch Bodenauftrag auszugleichen. Beim so genannten Erosionsersatz (Bodenauftrag von wenigen Dezimetern) muss lediglich eine Anzeige über das Weinbauamt mit Weinbauschule Eltville abgegeben werden, ein Genehmigungsverfahren bezüglich „Erdauffüllungen“ ist nicht erforderlich. Es gilt, dass die Menge des aufgetragenen Materials in etwa derjenigen entspricht, die auf der betroffenen landwirtschaftlichen Fläche abgängig ist. Des Weiteren soll nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) bzw. nach der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) nur Ursprungsmaterial wiederverwertet oder Material naturräumlich vergleichbarer Standorte mit ähnlichen Nutzungsbedingungen eingesetzt werden.



**Abb. 21.** Bodenmaterial liegt zum Auftrag bereit.

Grundsätzlich gilt die Regel ‘Gleiches zu Gleichem’, d. h. ähnliche Eigenschaften und Beschaffenheit des auf- oder einzubringenden Materials mit dem Boden vor Ort ist anzustreben. In Zukunft sollten diese Aspekte bei der Neuanlage eines Weinbergs wieder verstärkt berücksichtigt werden, denn nur durch die Verwendung von standortgerechtem Material kann der spezielle Charakter einer Lage erhalten werden. Weitergehende Eingriffe unterliegen seit 1999 dem § 12 der BBodSchV bzw. den Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Material auf oder in den Boden nach § 6 BBodSchG.

### **3.6 Weinbergslage und Bodenheterogenität**

Während insbesondere in den romanischen Anbauländern wie Frankreich, Italien oder Spanien die Festlegung des Terroir einen zentralen Eckpunkt der weingesetzlichen Regelung bildet, spielte die Frage der Abgrenzung im deutschen Weinbau in der Vergangenheit nicht diese Rolle. Dennoch hat das Terroir für die Auswahl der Sorten und Unterlagen eine große Bedeutung. Es werden, wie am Beispiel des Riesling in Hessen erkennbar, ganz überwiegend nur traditionelle Rebsorten angebaut, deren Expression des Qualitätspotenzials von Umweltbedingungen stark abhängig ist.

Bei der Beeinflussung des Weinstiles wird die Bedeutung bodenphysikalischer Eigenschaften besonders hervorgehoben. Der Wasser- und Lufthaushalt in Verbindung mit der Tiefgründigkeit eines Standortes beeinflussen neben der Zucker- und Säurebildung den Sekundärstoffwechsel der Rebe und damit die Bildung bedeutsamer Inhaltsstoffe.

Von den chemischen Parametern besitzen der Kalkgehalt und der pH-Wert des Bodens insbesondere für die Pufferung der Weine beim Ausbau eine wichtige Funktion. Durch den hohen Anteil von kalkhaltigen Böden

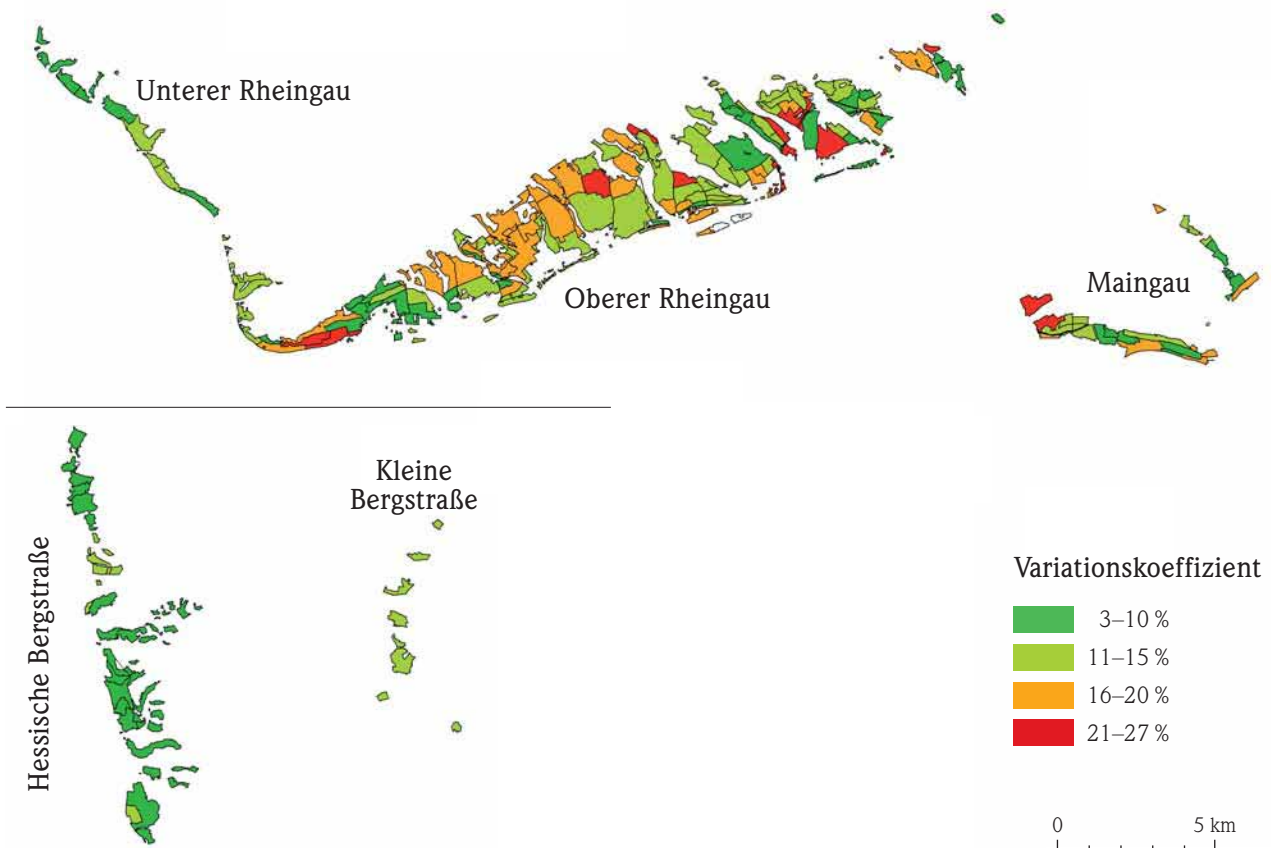
werden im Rheingau und an der Bergstraße besondere, unverwechselbare Rieslingweine produziert. Davon unterscheiden sich die Weine am Mittelrhein durch den fehlenden Kalkgehalt des Bodens deutlich. Diese Weine zeichnen sich stattdessen durch eine markantere Fruchtigkeit aus.

Man kann versucht sein, die im deutschen Weinbau definierten Lagen mit dem Terroir gleichzusetzen. Das deutsche Weingesetz von 1994 vereint unter dem Begriff „Lage“ Gebiete, aus deren Erträgen „gleichwertige Weine gleichartiger Geschmacksrichtung hergestellt zu werden pflegen“ (WeinG, § 2 Begriffsbestimmungen). So unterscheidet man im Rheingau 119, an der Hessischen Bergstraße 24 Einzellagen, die unter Großlagen zusammengefasst sind.

Der Lagenname findet im Weinmarketing als geographische Herkunftsbezeichnung Verwendung und wird häufig mit Qualität und Authentizität in Verbindung gebracht. Allerdings basiert die Lagenabgren-

zung oft nicht auf einer naturräumlich-wissenschaftlichen Klassifikation und Abgrenzung der Raumeinheiten. Diese Schwäche wird offensichtlich, wenn gravierende Unterschiede der naturräumlichen Ausstattung innerhalb einer Einzellage auftreten (verschiedene Gesteine, Böden, Hangneigungen, Ausrichtungen zur Sonne, Höhenlagen etc.). Gleichwertige Weine gleichartiger Geschmacksrichtungen seien aber nur unter gleichartigen Bedingungen zu erzeugen, kritisieren viele Winzer und Experten die offizielle Lageneinteilung. Die neuere Terroir-Diskussion gibt einen weiteren Anstoß zur Beschäftigung mit dem Charakter und dem Wert der Einzellagen und kann einen Weg zu stimmigeren Abgrenzungen und Produkten weisen.

Einzelne Anbauregionen haben bereits eigene, regionale Gütezeichen oder Klassifikationen entwickelt. Anfang der 90er Jahre begann beispielsweise die Vereinigung der Charta-Weingüter im Rheingau Lagen abzugrenzen. Grundlage der Klassifizierung



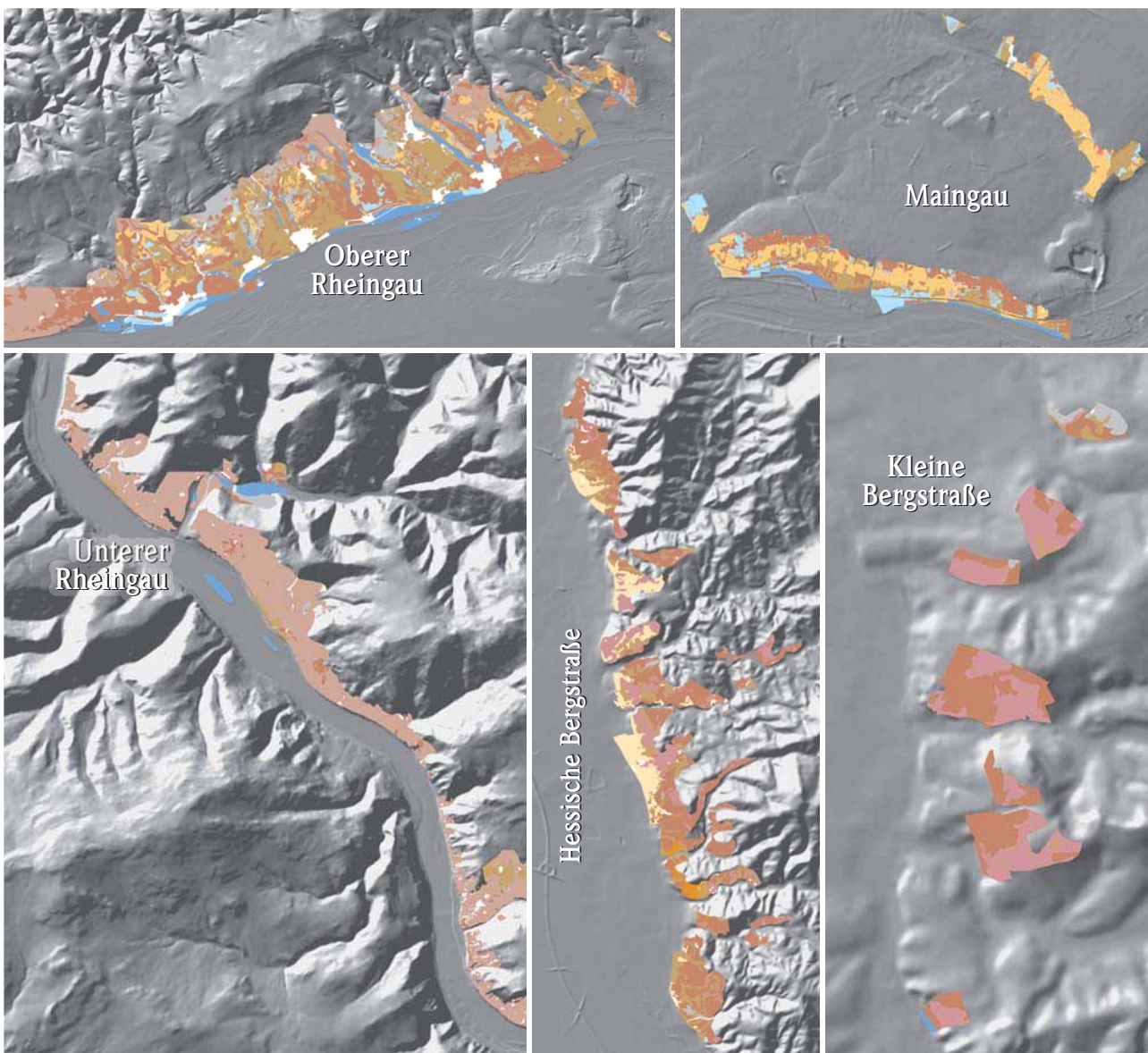
**Abb. 22.** Heterogenität des Bodenwasserhaushalts der Einzellagen.

waren alte Karten, die in der Vergangenheit der Grundstücksbewertung durch die Finanzverwaltung dienten.

Das Gütezeichen „Erstes Gewächs Rheingau“ ist der Versuch, anhand von objektiven Standortkriterien sowie Anbau- und Qualitätsrichtlinien einen „Grand Cru“-Wein des Rheingaus zu definieren. Die fachliche Basis zur Abgrenzung der Flächen ist ein Modell des Mostgewichtes (Berechnung des potenziellen Mostgewichtes für jeden Geländepunkt). Es flossen aber auch bodenkundliche Informationen in die Bewertung mit ein. Rund  $\frac{1}{3}$  der Fläche des

Rheingaus (1 132 ha) wurden als „Erstes Gewächs“ klassifiziert.

Da die Eigenschaften der Böden auch innerhalb einer Lage häufig kleinräumig wechseln können, liegt die Frage nahe, inwiefern sich die einzelnen hessischen Weinbergslagen hinsichtlich bodenkundlicher Parameter als mehr oder weniger homogene, oder aber heterogene Einheiten präsentieren. Dies wurde exemplarisch auf Basis der Weinbergsbodenkarten des HLUG anhand der nutzbaren Feldkapazität (nFK) der Weinbergsböden, die eine Schlüsselrolle für den Bodenwasserhaushalt spielt, geprüft (MESCHÉDE 2005).



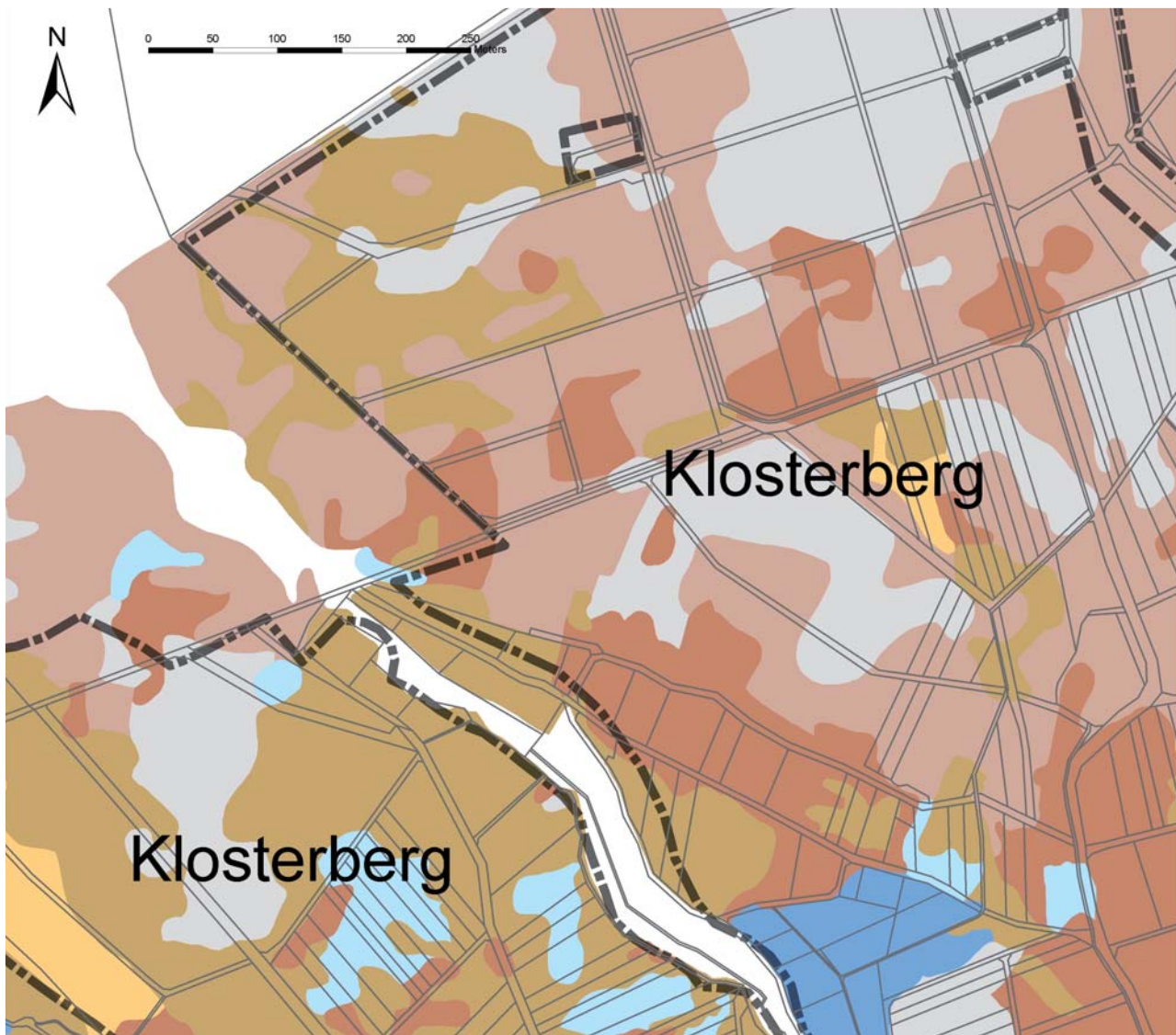
**Abb. 23.** Die Bodengruppen der Weinbergsbodenkarte 1 : 5 000 (Legende siehe S. 23).

Berechnet wurde die durchschnittliche Abweichung der nFK-Werte der Bodeneinheiten vom statistischen Mittelwert einer Lage (Variationskoeffizient). Ein Blick auf die Auswertung der hessischen Weinbaugegen (Abb. 22) zeigt, dass die Lagen hinsichtlich des Wasserspeichungsvermögens innerhalb der Anbauregionen sehr unterschiedlich sind.

Die Lagen der Hessischen Bergstraße präsentieren sich noch recht homogen, da sehr verbreitet Lösslehme oder Flugsande mit eindeutigen Speichereigenschaften dominieren. Auch für weite Teile des Mittelrheins lassen sich einheitliche Verhältnisse er-












kennen, wo umgekehrt der mangelnde Lösslehm- und folglich Feinerdeanteil in den Hangschuttdecken eine Abnahme der Wasserspeicherkapazität der Böden zur Folge hat.

Besonders heterogen stellen sich dagegen die Lagen im Rheingau und teilweise am Untermain dar. Hier spiegeln sich, trotz einer auf Ausgleich der Bodenverhältnisse bedachten starken anthropogenen Überprägung der Weinbergsböden, die natürlichen mosaikartigen Wechsel von Landschaftsform, geologischem Untergrund und vor allem Böden in einem Nebeneinander von besser und schlechter wasser-



**Abb. 24.** Lage mit heterogenen Substraten: Klosterberg (Rheingau) (Legende siehe Abb.25).

Legende für Abb. 23, 24 und 25

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | Böden aus künstlicher Auffüllung                                       |  | Böden aus psammitischen Gesteinen (Sandstein)               |
|  | Böden aus Lösssubstraten   |  | Böden aus grobbodenreichen Substraten metamorpher Gesteine  |
|  | Böden aus lössreichen Substraten                                       |  | Böden aus grobbodenreichen Substraten magmatischer Gesteine |
|  | Böden aus Flugsand   |  | Böden mit Staunäseeinfluss                                  |
|  | Böden aus fluviatilen Sedimenten des Quartärs                          |  | Böden mit Grundwassereinfluss                               |
|  | Böden aus fluviatilen, brackischen und marinen Sedimenten des Tertiärs |   |   |

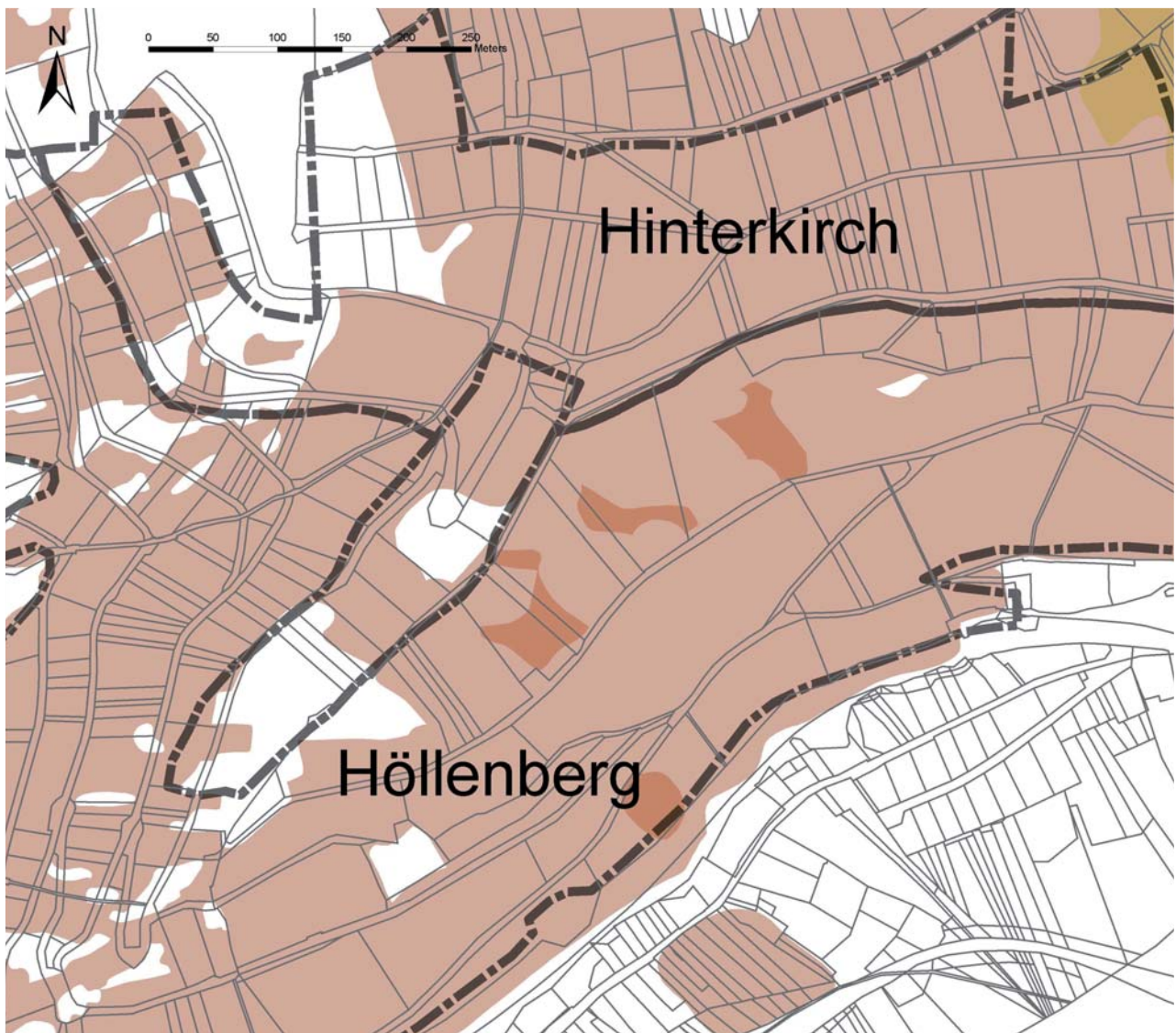


Abb. 25. Lage mit homogenen Substraten – Hinterkirch/Höllenberg (Mittelrhein).



versorgten Standorten wider. Der kleinräumige Wechsel des Ausgangsgesteins und der Böden aus Löss- und Lösslehmdecken, unterschiedlich mächtigen Fließerden über tertiärem Sand, Mergel und Ton oder über quartären Flussablagerungen wird durch das hügelige Relief zusätzlich modifiziert.

Einen Überblick über die Verbreitung der wichtigsten Ausgangsgesteine der Bodenbildung gibt Abb. 23. Die Beispiele Klosterberg (Abb. 24) und Hinterkirch/Höllenberg (Abb. 25) zeigen, wie unterschiedlich variabel einzelne Lagen bezüglich ihrer Ausgangssubstrate sein können.

Auch die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Bodenlandschaft sind bei der Bewertung der Lagenauthentizität zu berücksichtigen. Großflächige und intensive Maßnahmen der Flurordnung, z. B. der Auftrag von Fremdgestein bzw. Boden im Zuge einer „Standortverbesserung“, stellen die Erzeugung authentischer Weine in Frage. Die Standorte können ört-

lich so grundlegend überprägt sein, dass ursprüngliche Bodeneigenschaften und damit der eigentliche Charakter der Lage auf den betroffenen Flächen verloren gehen. Verändernde und nivellierende Wirkungen gehen auch von Maßnahmen der Bodenbewirtschaftung wie Düngung oder Bewässerung aus, so dass vielfach lagentypische Weine guten Gewissens nur schwerlich ausgewiesen werden können.

Die Definition natürlicher Terroir-Einheiten unter Einbeziehung von Bodendaten ist eine ernst zu nehmende Alternative zur herkömmlichen Lagenklassifikation. Qualität und Geschmack solcher Weine lassen sich dann stärker von den naturräumlichen Standortbedingungen ableiten. Der Boden könnte in Zukunft mehr in die Praxis der Weinvermarktung einfließen, sei es durch neue Gebietsabgrenzungen zur Hervorhebung bestimmter Geschmacksbilder oder zur Erzeugung Terroir geprägter Weine. Dazu bedarf es einer hoch auflösenden Dokumentation der Bodenverhältnisse der Weinbaugebiete.

#### 4 Verfügbare Daten zu Standortfaktoren der hessischen Weinbaugebiete

Die hessischen Weinbaugebiete sind bezüglich der Erhebung und Bewertung von Geofaktoren schon seit den 50er Jahren weltweit die mit am besten untersuchten Weinbauflächen. Mit der episodischen Fortschreibung der Kartierungen und deren Bewertungen stehen dem Nutzer heute unterschiedliche Daten und Karten zur Verfügung, die sich in ihrer zeitlichen Entstehung und in ihrer räumlichen Aussagegeschärfe unterscheiden. Abb. 27 zeigt eine zeitliche und inhaltliche Übersicht zu den unterschiedlichen Geodaten, die im Rahmen der Weinbergskartierung erhoben und dokumentiert wurden. Die folgenden Kapitel zu Kartenwerken, Daten und Informationssystemen erläutern die wesentlichen Meilensteine in der traditionsreichen Bearbeitung sehr unterschiedlicher Fragestellungen der Weinbaugebiete Hessens. Die aktuelle Verfügbarkeit von Standortdaten im Weinbau findet sich im Internet unter

<http://www.hlug.de/medien/boden/fisbo/weinbau>

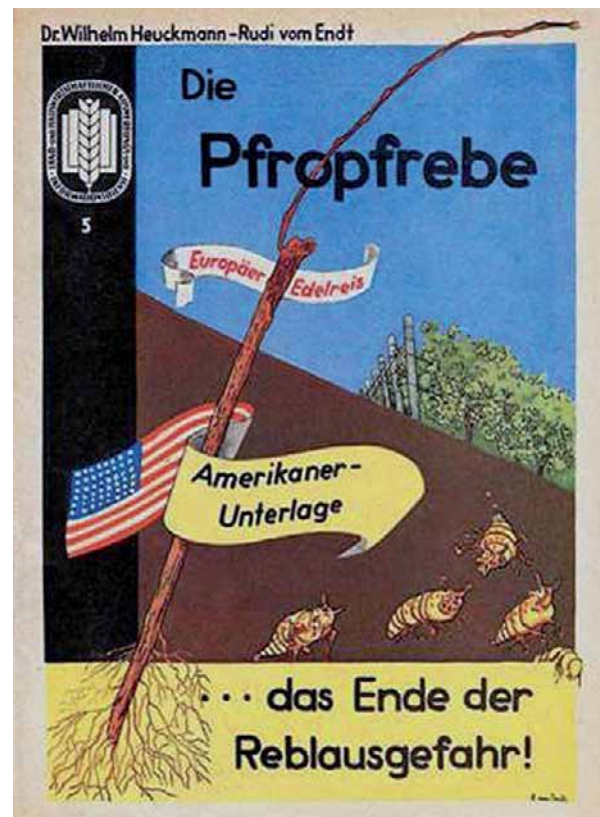


Abb. 26. Amerikaner-Unterlage und Pfropfrebe (ENDT & HEUCKMANN o. J.)

Die Weinbergsböden von Hessen

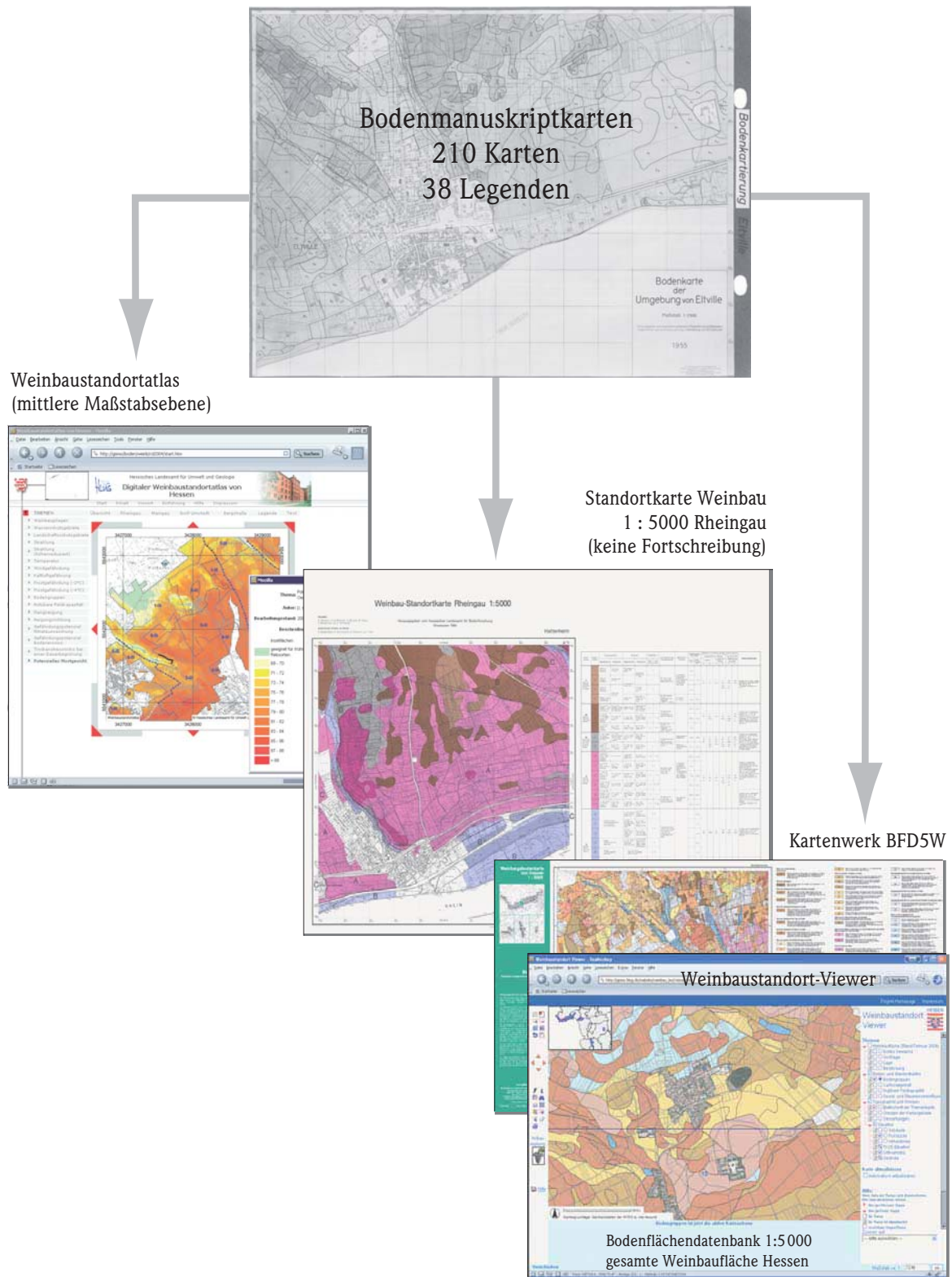


Abb. 27: Die Weinbergsbodenkartierung und ihre Produkte (1948-2007).

#### 4.1 Weinbergsbodenkartierung und erste Bodenmanuskriptkarten

Mitte des 20. Jahrhunderts wurde zur Bekämpfung der Reblaus (*Dactylospheera vitifolii*) die Umstellung des Weinbaus auf den Anbau von Pfropfreben eingeleitet. Dabei musste beachtet werden, dass Menge und Qualität des Ertrags wesentlich von der Bodenverträglichkeit der verwendeten Unterlagssorten abhängig waren. Um zu gewährleisten, dass für jeden Standort die geeignete Sorte ausgewählt werden konnte, waren für die Weinbauliche Beratung Kenntnisse über die Eigenschaften der Böden in den Weinbaugebieten erforderlich. Für die standortgerechte Bestockung wurden Planungsunterlagen benötigt. In Hessen wurde daher 1947 mit der großmaßstäbigen bodenkundlichen Kartierung der Weinbaugebiete im Rheingau begonnen. Um die kleinräumig wechselnden, in unterschiedlichem Maße überprägten Bodenbildungen zu erfassen, wurde auf Basis der Katasterpläne im Maßstab 1:2 000 oder 1:2 500 bodenkundlich kartiert. Die unter der Leitung von H.-H. Pinkow begonnenen Arbeiten führten H. Zakosek und andere Mitarbeiter des damaligen Hessischen Landesamtes für Bodenforschung (heute HLUg) bis 1958 zu Ende. Es entstanden für

eine Fläche von fast 10 000 ha – und damit weit über die tatsächliche Weinbaufläche hinaus – zahlreiche Bodenkarten.

Bei der bodenkundlichen Kartierung wurden im Gelände im Abstand von 20 bzw. 25 m Zweimeter-Bohrungen abgeteuft. Um die Genauigkeit noch weiter zu erhöhen, sollten bei einem Bodenwechsel weitere vier bis fünf Zwischenbohrungen niedergebracht werden. So wurden pro Hektar durchschnittlich 40 bis 50 Bohrungen erreicht, um auch kleinflächige Bodenunterschiede zu erfassen. Ergänzt wurden die Feldaufnahmen durch Laboruntersuchungen. Die Kriterien der Datenerhebung sind ausführlich dokumentiert (HLUG 2007). Bei der Kartierung wurden bis zu drei Tiefenstufen (Rigolhorizont i. d. R. bis 70 cm Tiefe plus bis zu zwei Untergrundhorizonten) bis maximal 200 cm Tiefe erfasst. Getrennt für die jeweilige Tiefenstufe liegen folgende Angaben vor:

- Mächtigkeit der Tiefenstufe
- Art und Bezeichnung des Ausgangsgesteins
- Feinbodenart
- Grobbodenart und -gehalt
- Carbonatgehalt



Abb. 28. „Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete“ gestern und heute (1. und 2. Auflage).

- Bodenreaktion
- Garebereitschaft
- Durchwurzelbarkeit
- Angaben zum Wasserhaushalt.

Ergebnis der Erhebungen waren 210 handkolorierte Bodenmanuskriptkarten mit 38 unterschiedlichen Legenden. Fast alle Karten sind beim HLUG und beim Weinbauamt Eltville des Regierungspräsidiums Darmstadt archiviert. Viele Hintergrunddokumente und vor allem die umfangreichen Labordaten aus der Kartierphase bis in die 60er Jahre sind leider verloren gegangen.

#### 4.2 Der Weinbaustandortatlas als mittelmaßstäbige Betrachtungsebene

Während der Hessische Geologische Dienst die Bodenkartierung der Weinbauggebiete durchführte, arbeiteten Wissenschaftler des Deutschen Wetterdienstes und der Forschungsanstalt in Geisenheim an der Dokumentation der klimatischen Standortfaktoren und an der Rebenzüchtung. Neben den Bodenkarten entstanden somit Fachkarten zur Sonneneinstrahlung, Frost- und Windgefährdung sowie zu Rebenanbauempfehlungen. Die Arbeitsergebnisse wurden als mittelmaßstäbige Übersicht mit der Herausgabe der „Standortkartierung der hessischen

Weinbauggebiete“ zusammengefasst. Zentraler Teil dieser interdisziplinären Dokumentation waren Boden- und Klimakarten im Maßstab 1 : 50 000, die als „Weinbaustandortatlas“ publiziert wurden (ZAKOSEK et al. 1967).

Die „Standortkartierung der hessischen Weinbauggebiete“ liegt mittlerweile in einer zweiten Neuauflage vor (LÖHNERTZ et al. 2004). Sie wurde durch die Zusammenarbeit zwischen dem Geschäftsbereich des Deutschen Wetterdienstes, der Forschungsanstalt Geisenheim, dem HLUG und dem Geographischen Institut der Johann-Gutenberg-Universität Mainz sowie dem Weinbauamt Eltville des Regierungspräsidiums Darmstadt erstellt und vom HLUG in der Reihe „Geologische Abhandlungen Hessen“, Band 114 publiziert. Die thematischen Übersichtskarten werden in einer beiliegenden CD-ROM als „Digitaler Weinbaustandortatlas von Hessen“ präsentiert. Die Karten umfassen neben den weinbaulichen Schwerpunkten Boden, Klima und Rebenanbau auch Themen zur Umwelt in den Bereichen des Landschafts-, Natur-, Boden- und Grundwasserschutzes und spiegeln somit die moderne Betrachtungsweise einer standortgerechten Bewirtschaftung wider.

Der Atlas zeigt Standortcharakteristiken hinsichtlich Klima und Boden und weiterer Themen, wie z. B.

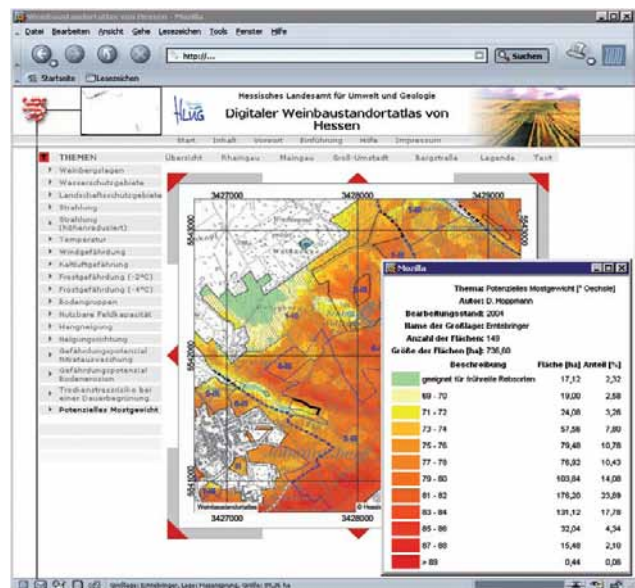
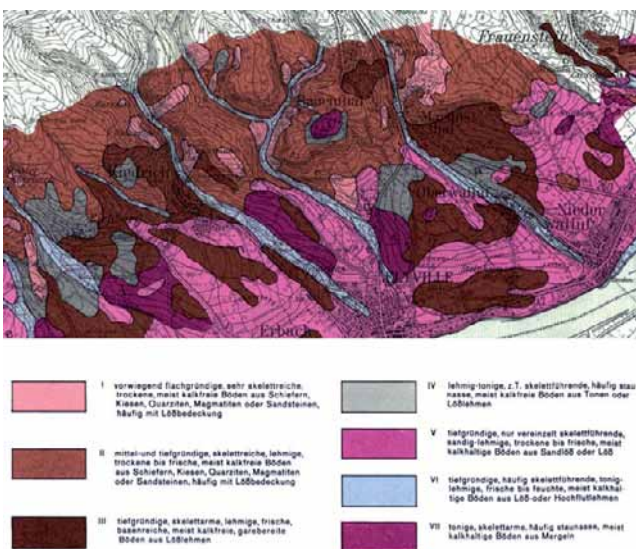


Abb. 29. Ausschnitt aus der Bodenkarte von 1967 und Digitaler Weinbaustandortatlas mit Recherche in der Themenkarte Potenzielles Mostgewicht.

Trockenstressrisiko, potenzielle Erosionsgefährdung oder potenzielles Mostgewicht (Abb. 29). Das dem Buch und der CD-ROM zu Grunde liegende Weinbauinformationssystem ist in allen beteiligten Institutionen verfügbar. Das System ermöglicht vielfältige Analysefunktionen von der räumlichen und inhaltlichen Recherche, Überlagerung der Themen usw. bis zur automatisierten Kartenausgabe einzelner Themen. Der Weinbaustandortatlas ist unter: <http://www.hlug.de/medien/boden/fisbo/wbsa/start.htm> als Demo-Version verfügbar.

Der Weinbaustandortatlas bietet eine wesentliche Grundlage für die Weinbauplanung, Fragestellungen des Boden-, Natur- und Grundwasserschutzes und die fachwissenschaftliche Bearbeitung weinbaulicher Fragestellungen. Dem Winzer bieten die Informationen ein Arbeitsmittel für die Anlage von Reb-

flächen, den Einsatz des geeigneten Bodenpflegesystems und zur Charakterisierung seiner Standorte. Dem interessierten Weinliebhaber eröffnet der Weinbaustandortatlas einen Einblick in das Naturpotenzial der Weinbergslagen.

### 4.3 Die großmaßstäbige Weinbaustandortkarte für die Weinbaupraxis

In den 1970er und 1980er Jahren wurde auf Grundlage der oben beschriebenen Manuskriptkarten der Böden im Maßstab 1:2 000 bis 2 500 das Kartenwerk Weinbau-Standortkarte Rheingau 1:5 000 herausgegeben (Abb. 30). Die Karten geben neben der Weinbergsbodenkartierung auch die Ergebnisse der agrarmeteorologischen Beurteilung und die Erfahrungen der Boden angepassten Adaptionsprogram-

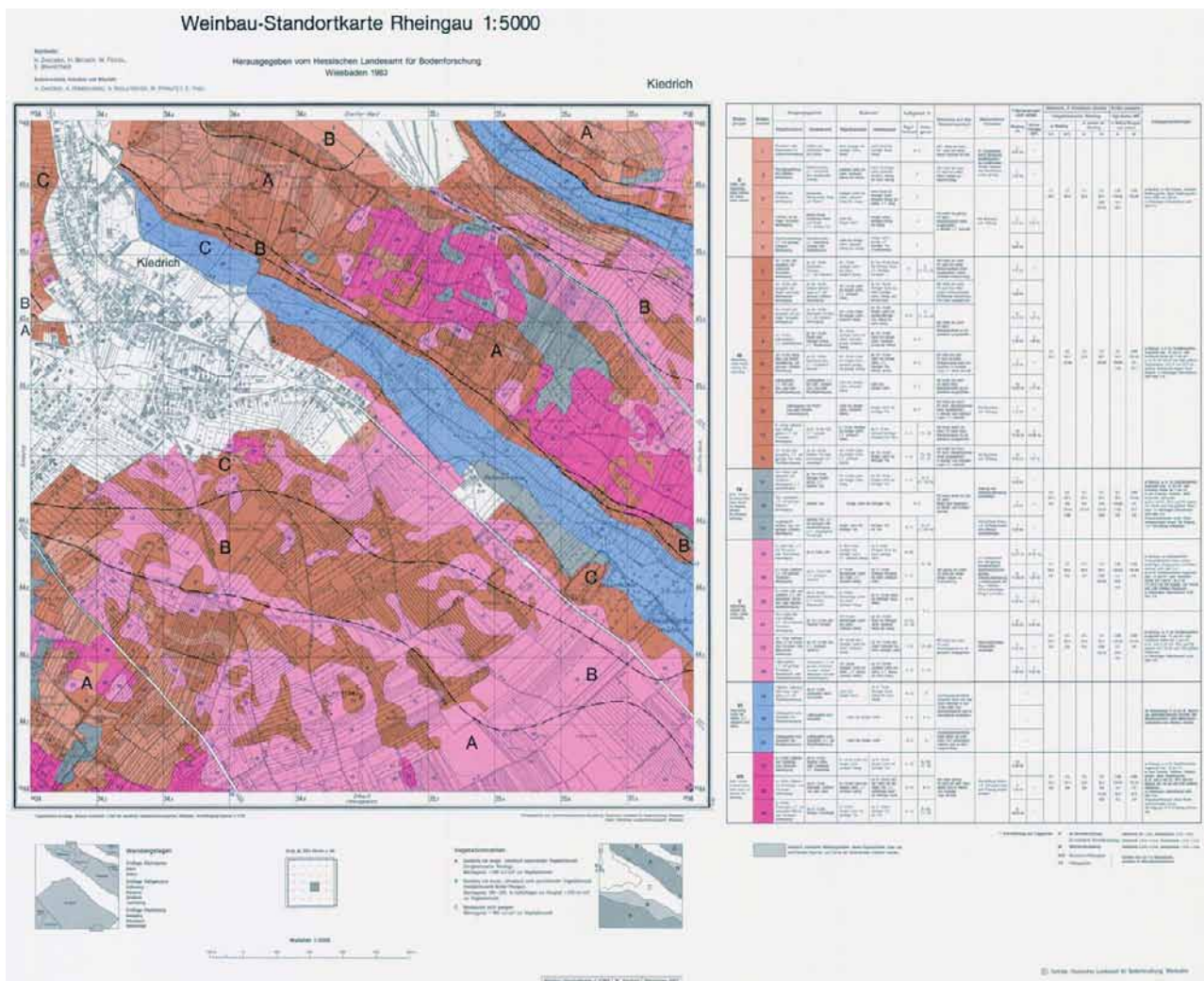


Abb. 30. Weinbaustandortkarte. Blatt Kiedrich.



ren aufgearbeitet. Es wurden 210 Karten digitalisiert, die Daten der 38 zugehörigen Legendenblätter in eine Datenbank übertragen und die Einzelkarten in einer digitalen Karte zusammengeführt. Die Weinbergsbodenkarten werden nun auf 38 Kartenblättern abgebildet (Abb. 31). Hintergrundinformationen zu den historischen Manuskriptkarten der Weinbergsbodenkartierung (Gemarkung, Maßstab der Karte, Datum der Aufnahme, Autor etc.) wurden in einer Metadatenbank abgelegt. Teile dieser Metainformationen sind in den Erläuterungen zur Weinbergsbodenkarte 1 : 5 000 (HLUG 2007) dokumentiert. Der topographische Hintergrund der neuen Weinbergsbodenkarte (Digitales Höhenmodell Hessen, Gebäude, Wegenetz, Flurgrenzen) befindet sich auf dem aktuell verfügbaren Stand. Damit wird nun ein leistungsfähiges Geoinformationssystem vorgehalten, das landesweit und automatisiert nach Bedarf bodenkundliche Themenkarten und Auswertungen bereitstellen kann. In dieses Geoinformationssystem können neu erhobene Daten rasch und flexibel eingearbeitet und dargestellt werden.

#### 4.4.1 Das Kartenwerk BFD5W

Aufbauend auf den Bodenflächendaten 1 : 5 000 werden vier abgeleitete Themenkarten aus dem Datenbestand angeboten:

- Weinbergsbodenkarte von Hessen 1 : 5 000
- Calciumcarbonatgehalt der Weinbergsböden 1 : 5 000
- Wasserspeichervermögen der Weinbergsböden 1 : 5 000
- Grund- und Stauwassereinfluss der Weinbergsböden 1 : 5 000.

Die Themenkarte Boden (Weinbergsbodenkarte von Hessen 1 : 5 000) zeigt das Bodenmosaik, d. h. die detaillierte, kleinräumige Verbreitung der nach Aufbau und Eigenschaften stark differenzierten Weinbergsböden. In einer landesweit einheitlichen Legende sind über 1 200 Bodeneinheiten mit einheitlicher Genese (Entstehung) und einheitlichen Eigenschaften zusammengefasst und systematisiert (Abb. 32).

Die Bodeneinheiten der Weinbergsbodenkarte (Abb.

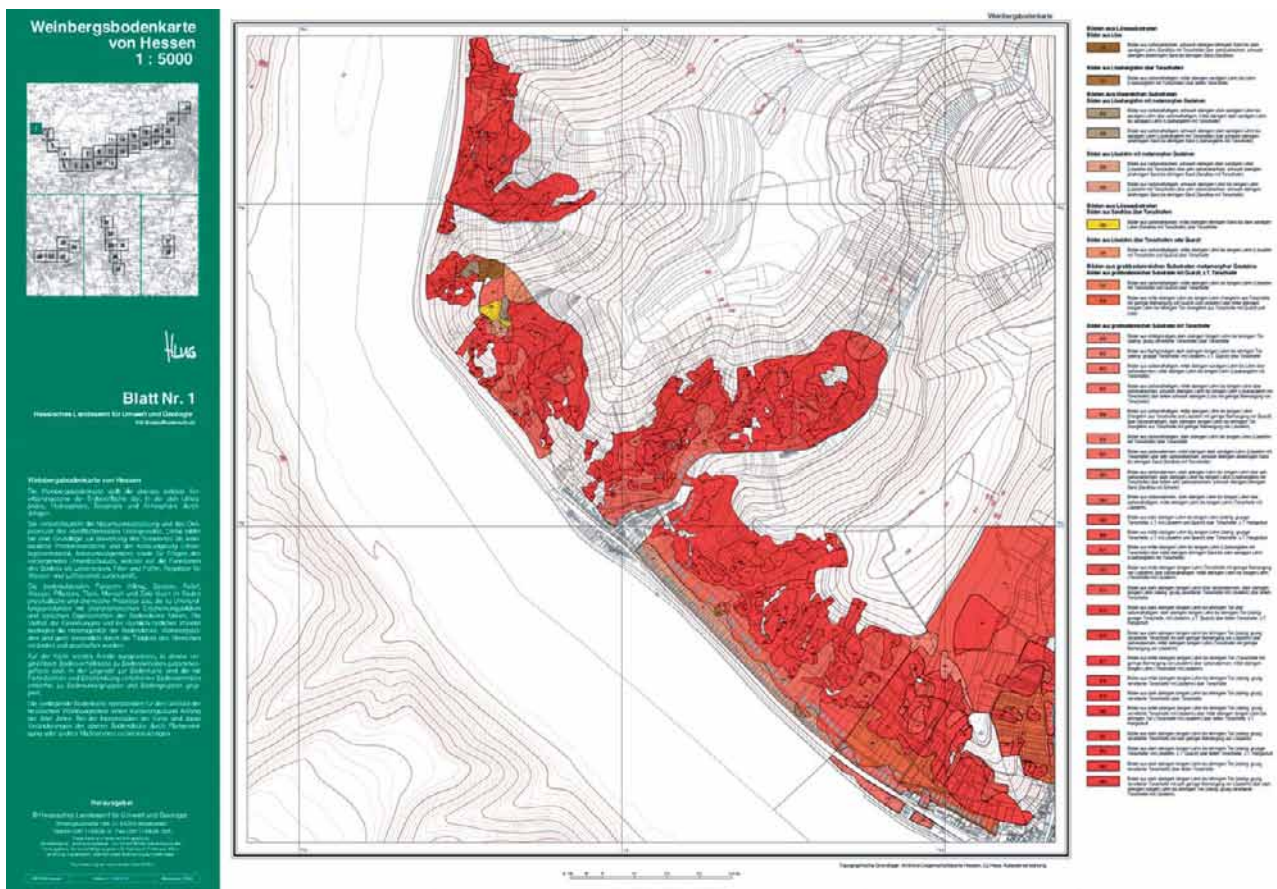


Abb. 32. Weinbergsbodenkarte von Hessen 1 : 5 000.

33) vereinigen bodenkundlich relevante Substrat- und Bodenentwicklungsmerkmale der Böden und setzen sich aus Angaben zu den folgenden Bodenmerkmalen zusammen:

- Gründigkeit
- klassifizierter Carbonatgehalt
- Feinbodenart
- klassifizierter Grobbodengehalt und klassifizierte Grobbodenart
- Ausgangsgestein
- Angabe zum Wasserhaushalt.

Die Weinbergsbodenkarte erfasst standardmäßig den Boden bis zu einer Tiefe von 2 m und unterscheidet dabei maximal drei Schichten (Rigolhorizont, Untergrund 1, Untergrund 2). Ergänzende Angaben zum Wasserhaushalt (Stauwasserfluss, Grundwasserfluss, Verdichtung im Untergrund etc.) schließen die Bodenbeschreibung ab. Die Angaben dienen einer umfassenden Kennzeichnung und Beurteilung der Böden und deren Eigenschaften für verschiedene Fragestellungen. Weitere Informationen zur Weinbergsbodenkarte, z. B. die tabellarische Auflistung

876	Böden aus stark steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (steinig- grusig verwitterter Tonschiefer mit sehr geringer Beimengung von Lösslehm) über carbonatarmem, mittel steinigem tonigem Lehm (Tonschiefer mit geringer Beimengung von Lösslehm)
877	Böden aus mittel steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (Tonschiefer mit geringer Beimengung von Lösslehm) über carbonatarmem, mittel steinigem tonigem Lehm (Tonschiefer mit Lösslehm)
878	Böden aus mittel steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (steinig- grusig verwitterter Tonschiefer mit Lösslehm) über Tonschiefer
879	Böden aus stark steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (steinig- grusig verwitterter Tonschiefer) über Tonschiefer
880	Böden aus mittel steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (steinig- grusig verwitterter Tonschiefer mit Lösslehm) über mittel steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (Tonschiefer mit Lösslehm) über tiefem Tonschiefer, z.T. Hangschutt
881	Böden aus stark steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (steinig- grusig verwitterter Tonschiefer mit sehr geringer Beimengung von Lösslehm)
882	Böden aus stark steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (steinig- grusiger Tonschiefer, mit Lösslehm, z.T. Quarzit) über tiefem Tonschiefer, z.T. Hangschutt
883	Böden aus stark steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (steinig- grusig verwitterter Tonschiefer) über tiefem Tonschiefer
884	Böden aus stark steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (steinig- grusig verwitterter Tonschiefer mit sehr geringer Beimengung von Lösslehm) über stark steinigem tonigem Lehm bis lehmigem Ton (steinig- grusig verwitterter Tonschiefer mit Lösslehm)

Abb. 33. Ausschnitt der Legende.

der Eigenschaften aller Bodeneinheiten, können dem detaillierten Erläuterungsband entnommen werden (HLUG 2007). Dort sind ebenso die Themenkarten zur nutzbaren Feldkapazität, Carbonatgehalt und zum Grund- und Stauwasserfluss beschrieben (Abb. 34). Weinbergsbodenkarte, The-

menkarten und Erläuterung sind über den Vertrieb des HLUG zu beziehen.

#### 4.4.2 Der Weinbaustandortviewer

Mit den strukturierten, blattschnittübergreifenden Bodenflächendaten Weinbau konnte neben dem Kartenwerk auch sehr rasch ein Auskunftssystem für das Internet aufgebaut werden. Der Weinbaustandortviewer Hessen bietet dabei die Möglichkeit, räumliche und inhaltliche Abfragen zu stellen und die Ergebnisse graphisch auf dem Bildschirm oder als Karte auszugeben.

Neben den Bodenflächendaten stehen Weinbaudaten zur Lage, Großlage und Bestockung sowie unterschiedliche Geobasisdaten wie Gemarkungsgrenzen, topographischer Hintergrund oder Luftbilder zur Verfügung (Abb. 35).

Das Info-System bietet zunächst dem Anwender einen flächenhaften Einblick in den Aufbau und die Eigenschaften der Weinbergsböden. Von einer Übersicht der Weinbaugebiete kann sich der Nutzer bis zu einem Wingert hineinzoomen und die unterschiedlichen Themen und Hintergrundinformationen darstellen. Gleichzeitig kann der Standortviewer aber auch als Beratungssystem für die Auswahl geeigneter Unterlagen genutzt werden (FRIEDRICH et al. in Vorbereitung).

Nach Auswahl des Edelreises, Pflanzabstand und ggf. geplanter Begrünung kann eine Fläche angeklickt werden, und das System ermittelt die für den Standort gemäß den Vorgaben geeigneten Unterlagen (Abb. 36). Die Ergebnisse dienen der Orientierung für den Winzer und der Weinbauberatung, sind aber hinsichtlich der Plausibilität noch zu prüfen, da Bodenüberprägungen an den einzelnen Standort bisher nicht nachgeführt sind.

Der Weinbaustandortviewer wird im Rahmen des Geo-Basis-Projektes des Umwelt-Ressorts angeboten. Der Zugang mit ausführlicher Dokumentation findet sich unter:

<http://weinbaustandort.hessen.de>.

Eine ausführliche Anleitung zur Nutzung des Weinbaustandortviewers ist unter der Web-Adresse [http://www.hlug.de/medien/boden/fisbo/weinbau/hilfe/wsv\\_hilfe.pdf](http://www.hlug.de/medien/boden/fisbo/weinbau/hilfe/wsv_hilfe.pdf) zu finden.



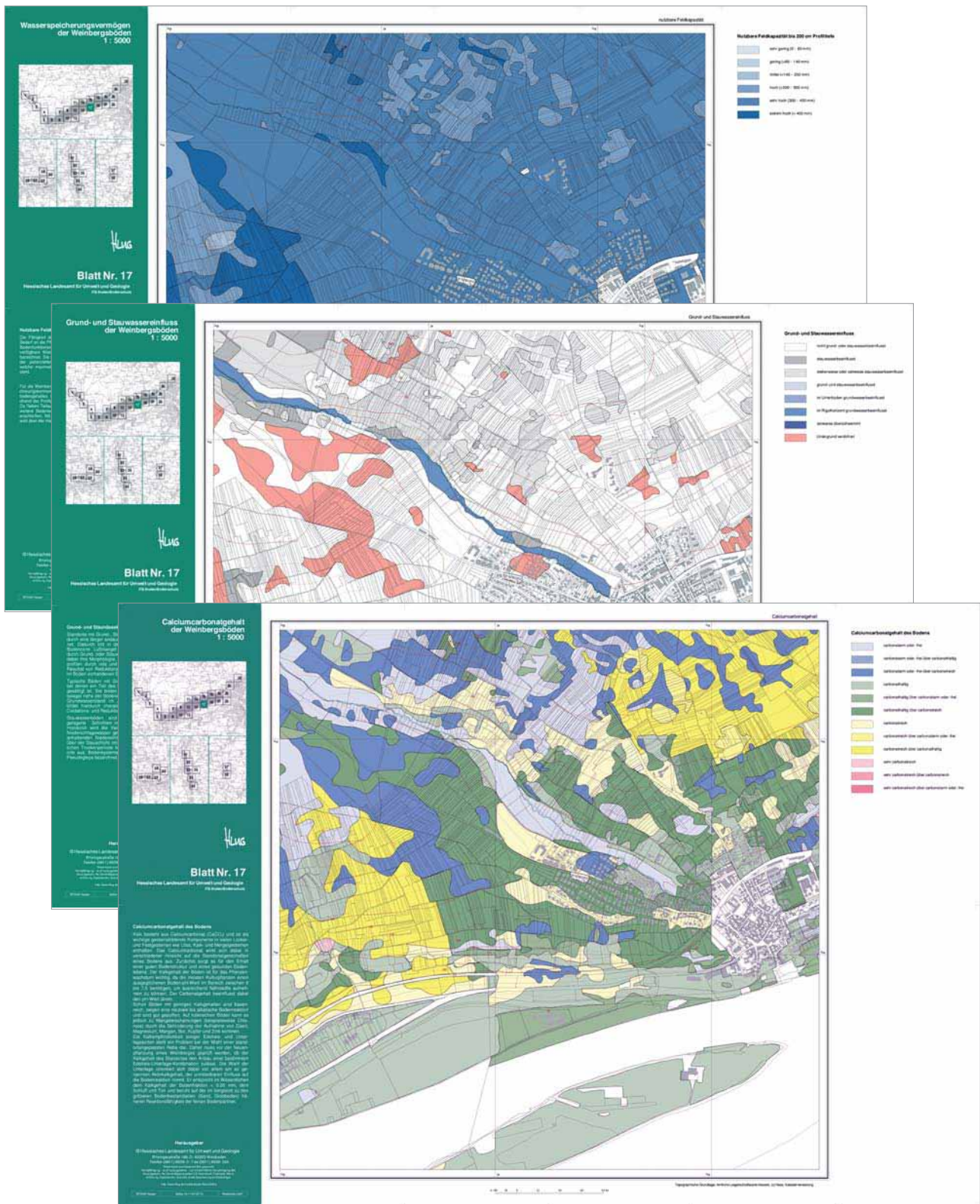


Abb. 34. Angewandte Themenkarten der Bodenflächendaten 1 : 5 000, Weinbau.

Die Weinbergsböden von Hessen

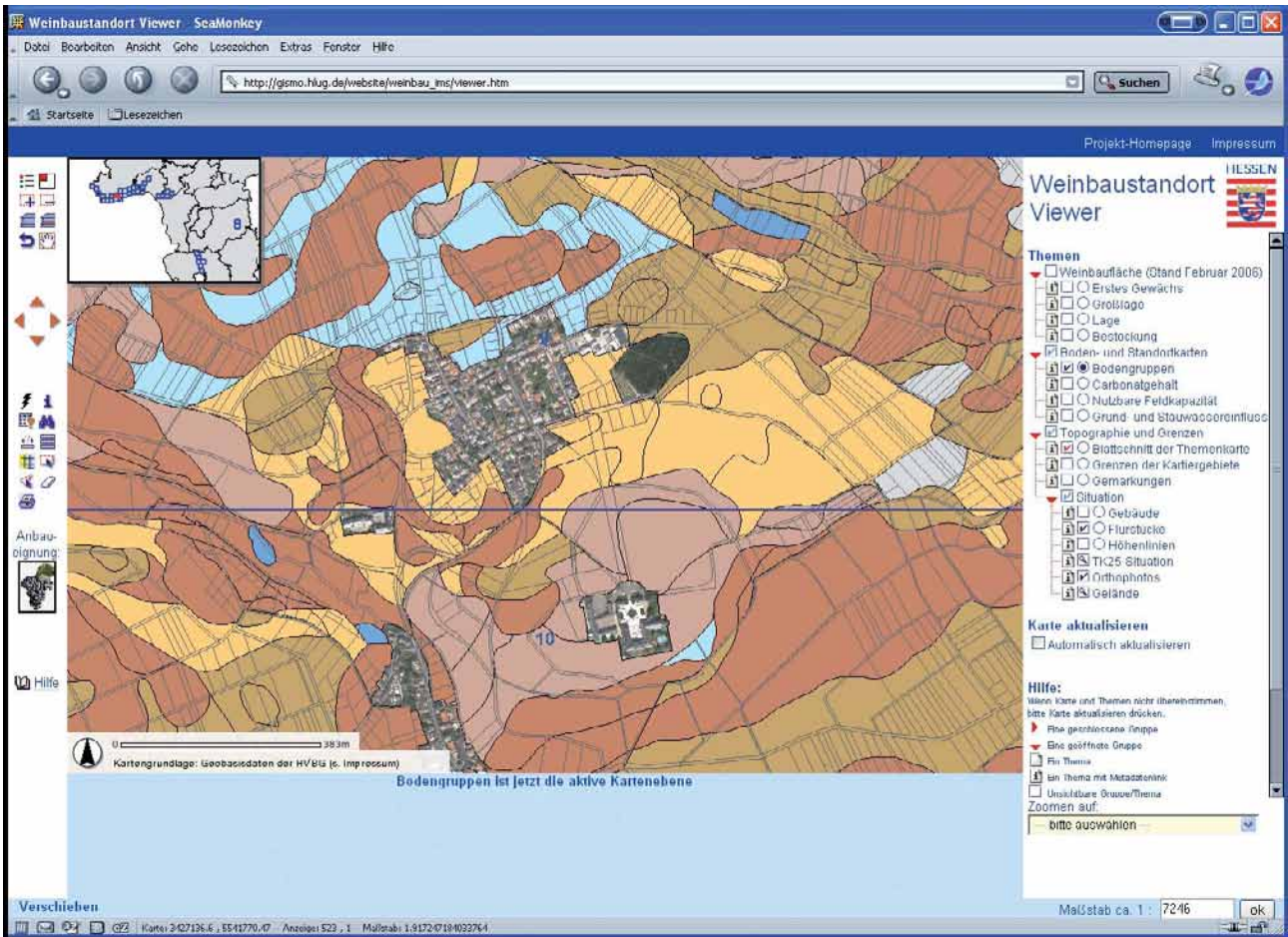


Abb. 35. Weinbaustandortviewer mit Themen- (rechts) und Aktionsmenu (links).

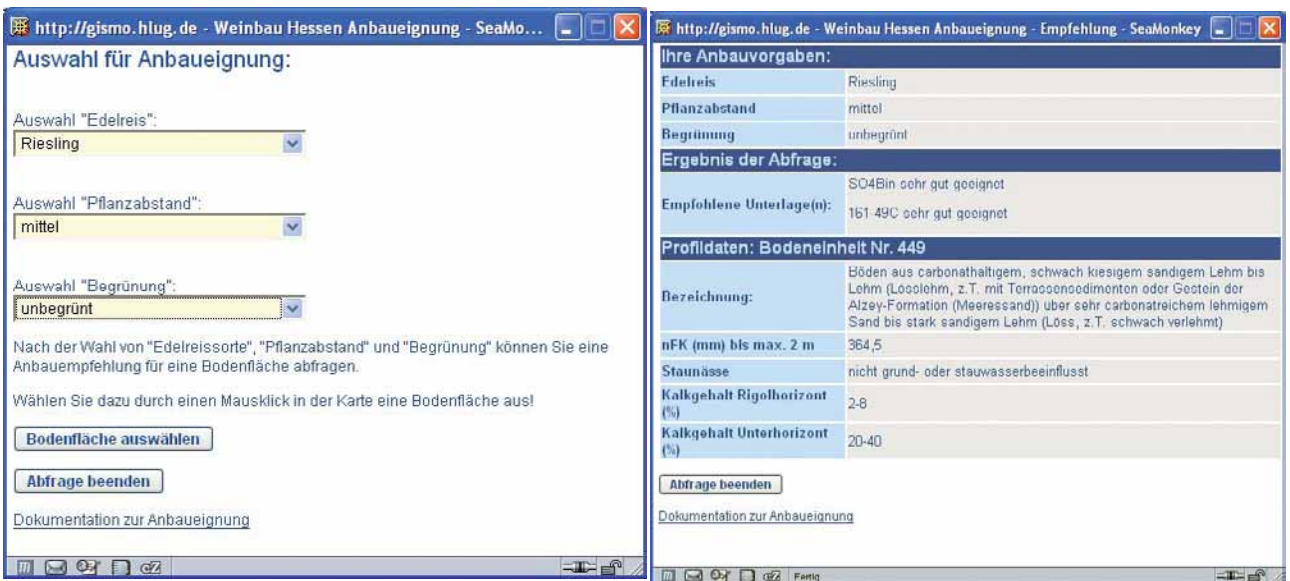


Abb. 36. Auswahleigenschaften (links) und Ergebnis (rechts) einer Flächenabfrage zur Eignung der Unterlagen.

## 5 Schriftenverzeichnis

- Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005): *Bodenkundliche Kartieranleitung* (5. Auflage); Stuttgart (Schweizerbart'sche Verl.-Buchhandlung).
- BECKER, H., FICKEL, W., BRANDTNER, E. & HOPPMANN, D. (1980): *Weinbaustandortkarte Rheingau 1:5 000*, Bl. Eltville. – Hessisches Landesamt für Bodenforschung; Wiesbaden.
- BARGON, E., ZAKOSEK, H., BECKER, H., BRANDTNER, E. & HOPPMANN, D. (1983): *Weinbaustandortkarte 1:5 000*, Bl. Hallgarten-Süd/Östlich. – Hessisches Landesamt für Bodenforschung; Wiesbaden.
- EMDE, K., FRIEDRICH, K. & LÖHNERTZ, O. (2005): *Weinbergböden und Bodenschutz in den Weinbaugebieten Rheingau und Mittelrhein*. – *Mitteilgn. Deutsch. Bodenkundl. Ges.*, Bd. 105: 115–122; Oldenburg.
- FISCHER, U., BAUER, A., WOLZ, S. & SCHORMANN, A. (2007): *Sensorische Ausprägung des Riesling Terroirs*. – *Tagungsband 50. Rheingauer Weinbauwoche*, 5–27; Eltville.
- FÖRSTERLING, G. & RADTKE, G. (2004): *Der tertiäre Lebensraum im Mainzer Becken und seine Fossilien*. – In: H.-J. ANDERLE et al. (Hrsg.): *Streifzüge durch die Natur von Wiesbaden und Umgebung (Jubiläumsband 175 Jahre Nassauischer Verein für Naturkunde)*. – *Jb. nass. Ver. Naturkde.*, **Sb 2**: 17–30; Wiesbaden.
- FRIEDRICH, K. (2004): *Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. Von der traditionellen Standortbewertung zu einem modernen Standortinformationssystem*. – *Jahresbericht 2004 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie*: 125–129; Wiesbaden.
- FRIEDRICH, K., PRESSER, C. & SCHMID, J. (2008): *Der Weinbaustandortviewer Hessen. Ein Informationssystem zur Standortbewertung und Unterlagenempfehlung*. – *Dt. Weinb. Jb.*, 2008; Stuttgart [im Druck].
- FRIEDRICH, K., SABEL, K.-J. (2004): *Die Böden und ihre Verbreitung in den hessischen Weinbaugebieten*. – In: LÖHNERTZ et al. (2004): *Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete*. – *Geologische Abhandlungen Hessen*, **114**: 59–69; Wiesbaden.
- GLADSTONES, J., SMART, R. (2003): *Boden und Weinqualität. Terroir*. – In: ROBINSON, J. (2003): *Das Oxford Weinlexikon*; München.
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2007): *Erläuterung zur Weinbergsbodenkarte von Hessen 1:5 000*. – *Boden- und Bodenschutz in Hessen*, **8**; Wiesbaden [in Vorbereitung].
- LÖHNERTZ, O., HOPPMANN, D., EMDE, K., FRIEDRICH, K., SCHMANKE, M. & ZIMMER, T. (2004): *Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete*. – *Geologische Abhandlungen Hessen*, **114**: 147 S.; Wiesbaden.
- MAYER, J. (1996): *Bodenuntersuchungen im Schulgarten. Eine praxisorientierte Arbeitshilfe*. IPN Kiel.
- MESCHEDÉ, D. (2005): *Anwendungsbeispiele der bodenkundlichen Weinbergskartierung in Hessen – Von der Datenaufbereitung zur GIS-gestützten Analyse der Weinbergslagen*. – Unveröff. Diplomarbeit Inst. f. Geographie der Phillips-Universität Marburg; Marburg.
- MESCHEDÉ, D., FRIEDRICH, K. & OPP, CH. (2005): *Anwendungsbeispiele der bodenkundlichen Weinbergskartierung in Hessen – Von der Datenaufbereitung zur GIS-gestützten Analyse der Weinbergslagen*. – *Mitteilgn. Deutsch. Bodenkundl. Ges.*, **107**: 747–748; Oldenburg.
- Mosel-Saar-Ruwer Wein e.V. (Hrsg.) (2007): *Terroir an Mosel, Saar und Ruwer*; Trier.
- PINKOW, H. (1949): *Zur Klärung der Anpassungsfähigkeit von Amerikaner-Unterlagsreben*. – *Der Weinbau* **4**: 502–503; Mainz.
- PINKOW, H. (1950): *Die Bodenkartierung im Rheingau als Beitrag zur Klärung der Adaption von Unterlagsreben*. – *Rheing. Wztg.* **36**: 56–57; Eltville.
- PINKOW, H. (1951): *Abgrenzung und Beurteilung von Rebenstandorten*. – *Der Weinbau* **8**: 177–178; Mainz.
- PINKOW, H. (1951 b): *Standortgemäße Bodenutzung und richtige Bodenbehandlung, zwei Möglichkeiten zur Ertragssteigerung*. – *Rheing. Wztg.* **37**: 106–109; Frankfurt-Höchst.
- PINKOW, H. (1951 c): *Die Bodenkartierung der Weinbaugebiete im Rheingau*. – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.* **VI** (2): 98–111; Wiesbaden.
- Rheinhessenwein e.V. (2005): *Gute Gründe für Rheinhessenwein*. – *Steine. Böden. Terroir*; Trier.
- SABEL, K.-J. (2006): *Wein und Boden. Standortsspezifische Aspekte des Terroirs. Der neue Weinbaustandortatlas von Hessen*. – *Nassauischer Verein für Naturkunde, Exkursionshefte* **39**: 12 S.; Wiesbaden.
- SABEL, K.-J. (2006 a): *Die Weinbaugebiete Flörsheim, Hochheim, Massenheim und Wicker im Spiegel der Standortkartierung*. – *Jahrbuch Main-Taunus-Kreis 2007*: 93–98; Hofheim.
- SCHENK ZU TAUTENBURG, J. Freiherr VON (1999): *Untersuchungen über den Zusammenhang von Standorteigenschaften, Inhaltsstoffen und geschmacklicher Beurteilung von Prädikatsweinen der Rebsorte Riesling im Rheingau*. – *Geisenheimer Berichte* **39**; Geisenheim.
- SCHMIDT-LIEB, W. (1974): *Stein und Wein*; Würzburg.
- SITTLER, C. (1995): *„Wein auf Stein“ oder „Vom Stein zum Wein“ – Beziehungen von Rebsorte zu Gesteinslage und Wein-Eigenart im Gebiet Barrandlauer (Elsaß, Frankreich)*. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.* (1995): 223–240.
- WITTMANN, O. (2006): *Deutsche Weinbaustandorte*. – *Handbuch der Bodenkunde* **26**. Erg. Lfg. 11/06.
- ZAKOSEK, H. (1967): *Die Böden der hessischen Weinbau-*

gebiete. – In: ZAKOSEK, H. et al.: Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. – Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, **50**: 9–19; Wiesbaden.

ZAKOSEK, H., KREUTZ, W., BAUER, W., BECKER, H. & SCHRÖDER, E. (1967): Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. – Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, **50**: 82 S.; Wiesbaden.

#### **Quellen aus dem Internet**

ENDT, R. VOM, HEUCKMANN, W.: Die Pfropfrebe. o. J. – URL [http://www.was-wir-essen.de/ static/postkarten/](http://www.was-wir-essen.de/static/postkarten/)

data/18die\_pfprefrebe.jpg  
Zugriffsdatum: 04.09.2005.

KÖNIGER, S., SCHWAB, A. & MICHEL, S.: Terroir-Bewertung mit GIS – Einstufung von Rebflächen nach natürlichen Standortfaktoren. – URL <http://www.stmlf-design2.bayern.de/lwg/weinbau/info/in021016.html>  
Zugriffsdatum: 16.09.2005.

RUPP, D.: Geologie und Weinbergsböden Württembergs. Teil 1: Vom Gestein zum Boden. URL [http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/-s/1huk3sl1xxm9b327gext15qs993p5hxvj/menu/1040026\\_pcontent\\_11/?\\_CONTENT-LENGTH=0](http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/-s/1huk3sl1xxm9b327gext15qs993p5hxvj/menu/1040026_pcontent_11/?_CONTENT-LENGTH=0)  
Zugriffsdatum: 05.07.2006.