



JAHRESMITTEILUNGEN

NATUR
UND
MENSCH

2013

Danksagung

Für Zuschüsse und Unterstützung zur
Herstellung der Jahresmitteilungen 2013
sind wir zu Dank verpflichtet:



Bezirk
Mittelfranken



Gottfried Hofbauer

Makro- und Mikro-Schichtstufen im Steigerwald und den südlichen Haßbergen

1. Einleitung

Steigerwald und Haßberge sind Teil des süddeutschen Schichtstufenlandes. Die beiden Naturräume liegen in einer Linie und werden von dem zwischen Bamberg und Haßfurt verlaufenden Main getrennt. Beide werden im Westen von der markanten Keuper-Schichtstufe begrenzt.

Die Keuper-Schichtstufe zwischen den südlichen Haßbergen und dem Steigerwald zeigt allerdings bemerkenswerte Unterschiede, deren Gründe im Folgenden erläutert werden. Der Fokus richtet sich aber auch auf die Landschaft hinter diesen Frontstufen: Gründe und Mechanismen, die die Morphogenese der Schichtstufenlandschaft bestimmen, enden nicht an den augenfälligen Großstufen, sondern setzen sich in mehr oder weniger deutlicher Weise auch dahinter im Bereich der Stufenfläche fort. Diese wird ebenfalls von Schichtstufen untergliedert, auch wenn deren morphologische Akzentuierung weniger markant erscheint.

Um diese Erscheinung zu verdeutlichen, wird zu beiden Stufenlandschaften jeweils ein geologisch-morphologisches Profil vorgestellt. Die Erstellung solcher Profile ist nicht einfach und nötigt vor allem aus maßstäblichen Gründen zu gewissen Abstraktionen und Idealisierungen. Schichtstufenland-Profile leiden daher oft unter Verallgemeinerungen, die den Charakter dieser Landschaft nicht treffend erfassen und damit auch nicht als Grundlage für die Diskussion ihrer Formungsdynamik geeignet sind.

2. Schema und Realität in Schichtstufenland-Profilen

Profile durch die Süddeutsche Schichtstufenlandschaft sind seit Jahrzehnten in der wissenschaftlichen Literatur wie in Lehr- und Schulbüchern zu finden. Darstellungen zum fränkischen Teil des Schichtstufenlandes findet man u.a. bei BÜDEL 1957, FREYBERG 1966, GARLEFF & KRISL 1997, PETEREK & SCHRÖDER 2010, sowie in anspruchsvolleren populärwissenschaftlichen Arbeiten wie GEYER & SCHMIDT-KALER 2009.

Die meisten Profile, auch in den genannten Werken, sind allerdings sehr schematisch. Die Zielsetzung, bestimmte, als wesentlich erachtete Züge der Schichtstufenlandschaft zum Ausdruck zu bringen, führt mitunter zur Vernachlässigung von Aspekten, die aus der jeweiligen Perspektive als weniger bedeutsam angesehen werden. Charakteristisch für solche schematischen Darstellungen sind folgende Merkmale:

- (a) Die Profile stellen den Neigungswinkel der Gesteinsformationen (Schichten) über das gesamte Profil hindurch gleichförmig dar: es gibt keine Verteilungen, Verflachungen, Aufsattelungen oder Mulden, sondern nur ein einheitliches Einfallen der Schichten.
- (b) Die Mächtigkeit der Schichten bleibt durchweg gleichförmig, was selten den wirklichen Verhältnissen entspricht.
- (c) Die Eigenschaften der Gesteine, ihre petrografischen Merkmale und somit ihre Stabilität gegenüber den Kräften der Ver-

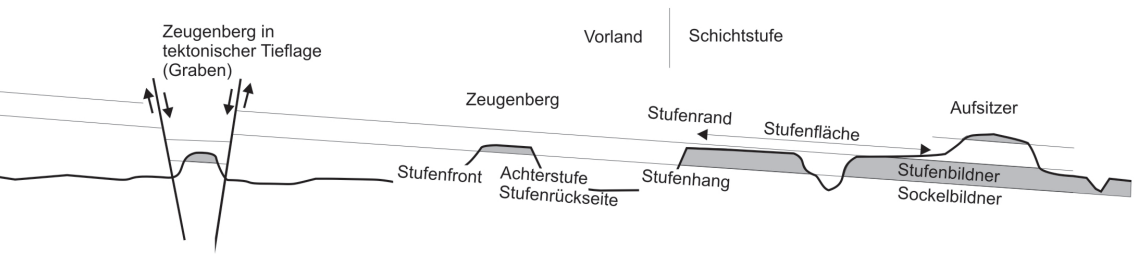


Abb. 1: Schematisches Profil einer Schichtstufen-Landschaft mit einer Verortung der wichtigsten Begriffe

witterung und Abtragung werden durchgehend als gleichartig angenommen. Je weiter die vom Profil erfasste Strecke, um so unwahrscheinlicher ist jedoch eine Konstanz dieser Faktoren.

(d) Die Stufenflächen werden im Sinne einer bestimmten Vorstellung von Schichtstufenlandschaft modifiziert. So ist das hier wieder-gegebene Profil in **Abb. 1** besonders in der Hinsicht schematisch, als es die Stufenflächen weitgehend an die Schichtoberfläche des Stufenbildners gebunden zeigt. Dies trifft jedoch nur bei kleinräumigen Betrachtungen zu – über weitere Distanz erweisen sich die Stufenflächen als Flächen, die die Schichtgrenzen schneiden.

Dieser **Schnittflächen-Effekt** lässt sich beobachten, wenn man den zwischen den Tälern aufragenden Rücken/Riedel in Richtung der Schichtneigung entlang geht. Er wird aber auch genauso deutlich, wenn man den aktuellen Talgründen folgt. Gerade in letzterem Fall ist leicht erkennbar, warum das so sein muss: das Gefälle der Flüsse ist bedeutend geringer als die Neigung der Schichten, so dass viele Flüsse zwar in Richtung der Schichtneigung laufen (konsequente Flüsse), aber in ihrem Verlauf immer höhere/jüngere Formationen durchqueren. In den hier vorgestellten Profilen wird das dadurch verdeutlicht, dass das Niveau der Talböden zwar von Westen nach Osten tiefer zu liegen kommt, diese dem Neigungsgrad der Schichten aber dennoch nicht folgen können. Dieser Erscheinung können sich auch höhere Geländelagen der Schichtstufenlandschaft

nicht entziehen, weil sie, was ihre Abtragung und Formung betrifft, letztlich diesen in den Tälern verlaufenden Erosionslinien zugeordnet sind. Da sich die Flüsse im Laufe der Zeit tiefer in die Landschaft eingeschnitten haben, müssen höhere Bereiche der heutigen Schichtstufenlandschaft einst auch höher gelegenen Talniveaus zugeordnet gewesen sein.

Der Schnittflächeneffekt in Richtung der Schichtneigung wird in gewisser Hinsicht aber auch unabhängig von Niveau und Muster des Entwässerungsnetzes angelegt. Flächenhafte Abschwemmung (Denudation) oder die Anlage von Geländedellen, die erst in tieferen Lagen in Flusstäler übergehen, folgen notwendig mehr oder weniger streng der Neigungsrichtung der Schichten. Ihre **unmittelbare** Denudationsbasis ist aber in den höheren Lagen zumeist nicht der nächste Talboden, sondern das nächst tiefer gelegene denudationsresistente Schichtglied, das als **strukturelle Denudationsbasis** fungiert. Selbst in Schichtstufenlandschaften, in denen die Höhendifferenz zwischen Rücken und Tälern beträchtlich ist, bleiben viele hochgelegene Bereiche von den aus den Tälern ausgehenden Erosionsimpulsen mehr oder weniger verschont, weil sie von dieser linienhaften Zerschneidung selbst gar nicht erreicht werden und stattdessen auf relativ soliden, weitgehend ebenen Plateaus thronen.

Aufgrund solcher vor heftigen Erosionsimpulsen geschützter Plateau-Situationen ist es möglich, dass talferne Gesteinskörper langsam von oben her herunterwittern. Der in Schichtstufenlandschaften allgemein nur

geringe Neigungswinkel bietet wenig Anlass für eine ständige Destabilisierung und Umlagerung des aufgelockerten Gesteins in Richtung der Schichtneigung. Nur in Fällen, in denen besonders markante lithologische Kontraste auftreten, kann die Schichtneigung relevant werden. Gelegentliche Anlässe wie extreme Starkregen mit flächenhafter Abschwemmung waschen dann die angelegten Strukturflächen mehr oder weniger „perfekt“ heraus. Der Schnittflächen-Charakter der Stufenland-Hochflächen kann somit auch (a) als Folge einer auf Grund der geringen Schichtneigung sowie (b) geschützter Plateausituationen nicht perfekt vollzogenen Herausarbeitung der Strukturflächen verstanden werden.

Die Bildung von **Schnittflächen** ist in der Geomorphologie allgemein bekannt: Landoberflächen können – zumindest auf weitere Distanzen gesehen – überhaupt nicht einer einzigen **Strukturfläche** folgen. Sobald das Gefälle und die Abflussrichtung des Entwässerungsnetzes von der Neigung der Schichten abweicht, können Strukturflächen nur immer für bestimmte Abschnitte formbestimmend sein. Man stelle sich vor, eine Schicht würde infolge einer tektonischen Verstellung immer steiler nach oben ausheben und schließlich eine senkrecht stehende Rippe bilden – wie sollte ihr die Landoberfläche da unendlich folgen können?

Jede Strukturfläche ist also endlich und wird schließlich von den Kräften der Verwitterung und Abtragung überwältigt und geschnitten. Eine steile Felsrippe kann natürlich als Strukturfläche in morphologisch prägnanter Weise herauspräpariert werden, aber an ihrem oberen Ende wird sie abgeschnitten werden. **Ob man eine solche Rippe oder irgendeine andere strukturbedingte Form als Strukturfläche oder Schnittfläche sehen will, hängt letztlich vom Beschreibungsmaßstab ab:**

Kleinräumig betrachtet, wird diese Rippe als eine deutliche, einer harten Gesteinsformation folgende Strukturform erscheinen – in einer weiter gefassten Perspektive muss man diese Rippe vernachlässigen und die Landschaft als eine in einem bestimmten durchschnittlichen Höhenniveau angesiedelte Schnittfläche behandeln.

Die hier angeführten Überlegungen unterstreichen, dass die grafische Darstellung eines Schichtstufenland-Profiles keine triviale Angelegenheit ist. Dies um so mehr, als die Frage nach dem Ausmaß und Charakter von Schnitt- oder Strukturflächen auch von Bedeutung für die Rekonstruktion der Formungsgeschichte und Formungsdynamik ist.

Dieser Punkt kann an einem besonders extremen Fall demonstriert werden: dem (angeblich!) „wahren Profil durch Franken“ von BÜDEL (1957, Ausschnitt seines Profils in Abb. 2). Der Autor war ein Exponent des klimamorphologischen Dogmas, das die Anlage von weiträumigen (!) Schnittflächen unter den wärmeren und feuchteren Klimaten der Tertiärzeit als notwendig ansieht. Diese Lehre geht so weit, dass Gesteinsunterschiede unter solchen Klimaten überhaupt keine Rolle für die Ausformung der Landschaft haben und einzelne Talniveaus sich zu weiten, nahezu gefällslosen Ebenen entwickeln (BÜDEL 1977).

Im Sinne dieses Büdelschen Dogmas gibt es somit noch eine zweite Art von Schnittflächen im Schichtstufenland, nämlich solche, die überhaupt nicht – also auch nicht weiträumig – der Neigung der Schichten folgen. Das Schichtstufenland wird so zu einer Abfolge von Ebenen, die infolge der Tieferlegung der Erosionsbasis treppenartig ineinander eingeschachtelt sein sollen – und genau das stellt BÜDEL in seinem „wahren Profil von Franken“ dar.

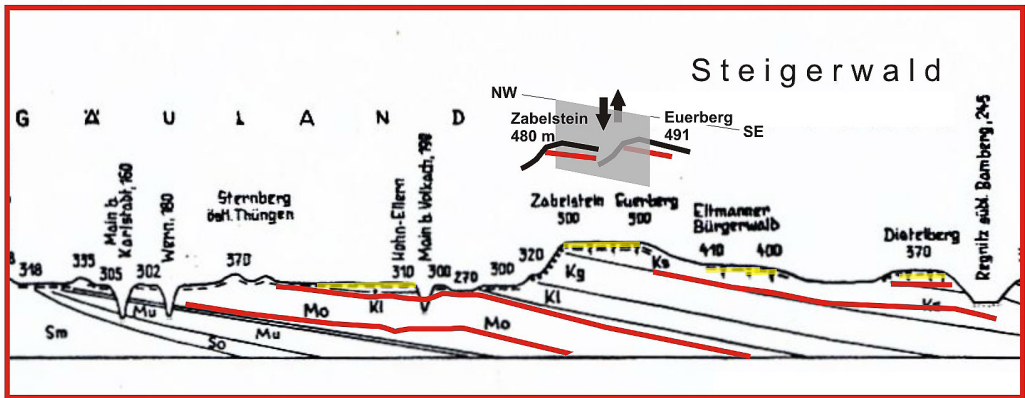


Abb. 2: Ausschnitt aus dem „wahren Profil durch Franken“ (BÜDEL 1957). Die schlechte Abbildungsqualität ist der Vorlage geschuldet. Die von BÜDEL als alte Ebenen/Schnittflächen angesehenen Verebnungen wurden zur besseren Kennlichkeit **gelb** hervorgehoben. **Rot** eingetragen sind Korrekturen zur tektonischen Struktur dieses Ausschnitts. Die Schichtneigung im Bereich der Gäulfläche wurde von BÜDEL zu schematisch dargestellt - in „Wahrheit“ handelt es sich um einen weiten Bereich, der - über die Distanz gesehen - durch eine nahezu ebene oder nur leicht nach Osten gerichtete Lagerung der Schichten gekennzeichnet ist. Die vom Zabelstein zum Euerberg skizzierte Verebnung quert in „Wahrheit“ eine Verwerfung - BÜDEL fasste hier zwei nebeneinander gelegene, durch eine Verwerfung getrennte Stufenfrontbereiche derart zu einem Stufenabschnitt zusammen, dass das Nebeneinander unzutreffenderweise als ein Hintereinander erscheint.

BÜDELS Profil erweist sich aber schon bei nur etwas näherer Betrachtung als eine Fiktion. Für das Erzeugnis eines führenden deutschen Geografie-Hochschullehrers weist es erstaunliche empirische wie methodologische Mängel auf. Letztere entsprechen einem Teil der schon oben genannten Kriterien für schematische Schichtstufenland-Darstellungen:

(a) Die Schichtneigung in Gäuland und Steigerwald wird als gleichartig dargestellt, was nicht den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Tatsächlich handelt es sich bei der Gäulandschaft um einen Bereich mit besonders schwacher bis fehlender Schichtneigung, in dem allerdings ein kleinräumiges, durch Verwerfungen und Verbiegungen gegliedertes Nebeneinander von Sätteln und Mulden wie Horsten und Gräben gegeben ist.

Schon an der GK500 von Bayern lässt sich ablesen, dass die Schichtneigung in der Gäulandschaft nur äußerst gering sein kann, wenn eine insgesamt ca. 130 m mächtige

Abfolge (Unterer Keuper und Oberer Muschelkalk zusammengenommen) Ausstrichbreiten von 60-70 km erreicht. Die Gäulandschaft ist eine „Schichttafellandschaft“ innerhalb der Schichtstufenlandschaft. Die Keuper-Schichtstufen von Haßbergen und Steigerwald sind in einem anschließenden Bereich gelegen, in dem die Schichtneigung sich wieder deutlich verstärkt. Diese Anlage von Schichtstufen in Bereichen stärkerer Neigung entspricht den strukturellen Bedingungen, wie sie SIMON (1987) für das schwäbische Keuperland beschrieben und erklärt hat.

(b) Der zweite Fehler liegt in der Darstellung von Verebnungen, die vor allem im Bereich der Steigerwald-Stufenfläche so nicht existieren. Wenn es tatsächlich kleinere Abschnitte mit wenig geneigten bis nahezu ebenen Landoberflächen gibt, so korrespondieren diese mit Abschnitten geringer Schichtneigung und sind also – im völligen Gegensatz zu der von BÜDEL vertretenen Ansicht – strukturbedingt.

Das Höhenprofil vom Zabelstein zum Euerberg ignoriert nicht nur eine Verwerfung, an der der Bereich des Euerberges tektonisch relativ angehoben ist (GK100 Steigerwald 1991). Nähert man sich der Steigerwaldstufe von W her an, dann erkennt man Zabelstein und Euerberg **nicht als zwei hintereinander** gelegene Bereiche eines Frontstufen-Abschnitts, sondern als **zwei, von einer Verwerfung getrennte, nebeneinander** gelegene Abschnitte der Frontstufe. Folgte man der Geländeoberfläche jedes dieser beiden Abschnitte nach E, ist keine Verebnung, sondern eindeutig eine in dieser Richtung geneigte Schnittfläche zu erkennen.

3. Makro- und Mikro-Schichtstufen

Die hier vorgestellten Profile betonen, dass die Stufenfläche des Steigerwaldes und der südlichen Haßberge eine Abfolge vieler, nur wenig hoher Schichtstufen aufweist. Diese Stufen sind weniger auffällig als die höheren Frontstufen, was strukturell vor allem dadurch bedingt ist, dass ihr Stufenhang nicht bis hinunter in die aktuellen Talräume reicht, sondern einem schützenden Sockel aufsitzt.

Die Stufe, die im Steigerwald als nächste über dem die Hauptstufe aufbauenden Blasensandstein folgt, wird vom oberen *kbu* (*Nürnberger Fazies*) und, wenn vorhanden, von den Gesteinen des *kbm* gebildet. Als Sockelbildner fungieren die Tonsteine und Lehme der *Heldburger Fazies* des *kbu*. Die Höhe einer Stufe wird von der Mächtigkeit des jeweiligen Sockelbildners bedingt: die Heldburg-Schichten erreichen in der Mitte und im Westen des Steigerwaldes etwa 15 m (GK25 Schlüsselfeld), womit eine schon merkliche Stufe verursacht werden kann. Diese Stufe erhebt sich aber nicht – wie die Hauptstufe – unmittelbar über den Talgründen bzw. dem weiten Vorland; sie sitzt vielmehr dem Blasensandstein auf, der selbst als Stufenbildner mehr oder weniger über den Talgründen liegt.

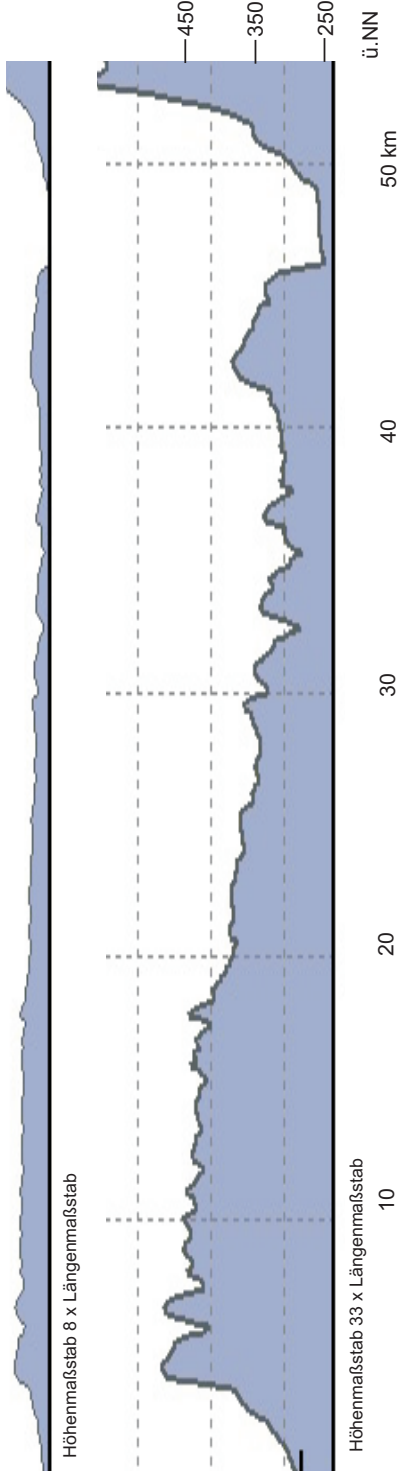
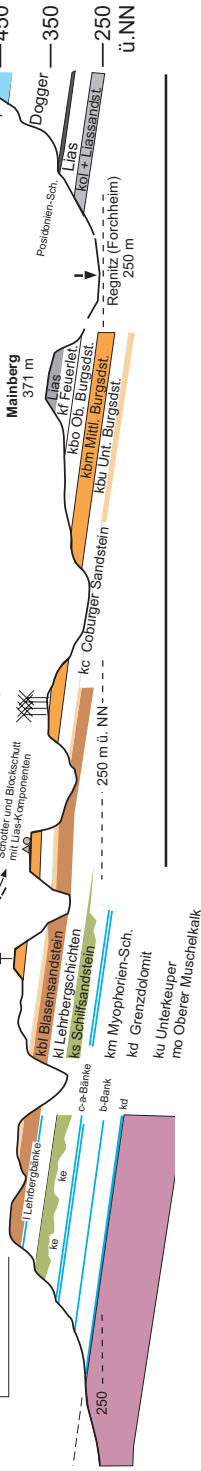
Diese „aufsitzen“ Stufen werden im folgenden **Mikro-Schichtstufen** genannt. Ihr aufsitzender Charakter bestimmt nicht nur ihr weniger auffälliges Erscheinungsbild, sondern auch ihre Exposition gegenüber der Abtragung. Die Denudation verlagert aufgelockertes oder verwittertes Gesteinsmaterial nicht gleich hinunter in die umgebenden Talgründe, sondern erstmal auf die nächsttiefere, relativ stabile Unterlage, die als **strukturelle Denudationsbasis** fungiert. Die Mikro-Schichtstufen sind daher weit weniger den von großen Höhenunterschieden ausgehenden Abtragungsimpulsen ausgesetzt, so dass ihre morphologische Akzentuierung auch aus diesem weiteren Grund tendenziell weniger markant ausgeprägt ist.

Die Haupt- oder **Makro-Schichtstufen** zeigen zwar auch eine Feingliederung in Mikro-Schichtstufen, doch diese werden von der tief liegenden Erosionsbasis her gleichsam überwältigt. Diese Überwältigung reicht über mehrere Mikro-Stufen hinweg, an der Keuper-Schichtstufe des Steigerwaldes sogar über den Schilfsandstein hinauf in den Blasensandstein. Diese Überwältigung wird durch die enorme Höhe der Stufe bedingt, welche wiederum Folge einer außergewöhnlichen Mächtigkeit der Sockelbildner ist. **So betrachtet, sind Makro-Schichtstufen eigentlich Ausdruck von Anomalien in der Gesteinsabfolge**, konkret dem Vorkommen überdurchschnittlich mächtiger Sockelbildner.

Würden Sockelbildner und Stufenbildner durchweg ähnliche Mächtigkeit aufweisen und im stetigen Wechsel übereinander folgen, würde sich eine durchweg von Mikro-Stufen gegliederte Stufenfläche ohne jegliche markante Makro-Schichtstufe ausbilden. Eine Mikro-Schichtstufen-Landschaft könnte daher in einem als die eigentlich „normal“ zu erwartende Landschaftsform angesehen werden. Die Aufmerksamkeit der Forschung

Steigerwald

Schichtstufen-Oberkante
 Handthal Stollberg 440 m
 Ebrach West 370 m
 Geiselwind West/Friedrichsbg. 450 m
 Schwanberg 430 m



G. Hofbauer 2014 / steigerwald_5.cdr

Abb. 3: W-E-Profil durch den Steigerwald. Das Profil beginnt bei Wiesentheid-Geesdorf und läuft nördlich der Autobahn Nürnberg-Würzburg über die Höhen des Schönborner Forstes und den Höfer Berg, vorbei an Großbirbach, Imenau und dann entlang der Hochstraße zum Sommeranger Berg, weiter zur Roten Marter N-lich Reichmannsdorf, dann nach SE über den Pöppelberg, schließlich über den Liasrücken des Mainberges zur Weisjura-Stufe. Die topografischen Profile (unten und mitte) wurden mit dem *Top Maps Viewer* des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Bayern auf der Grundlage der topografischen Karte 1:25000 erstellt. In dem von Hand gezeichneten Profil (oben) wurden die südlich der Profilinie erreichten Talniveaus verzeichnet und morphologische Vereinfachungen vorgenommen.

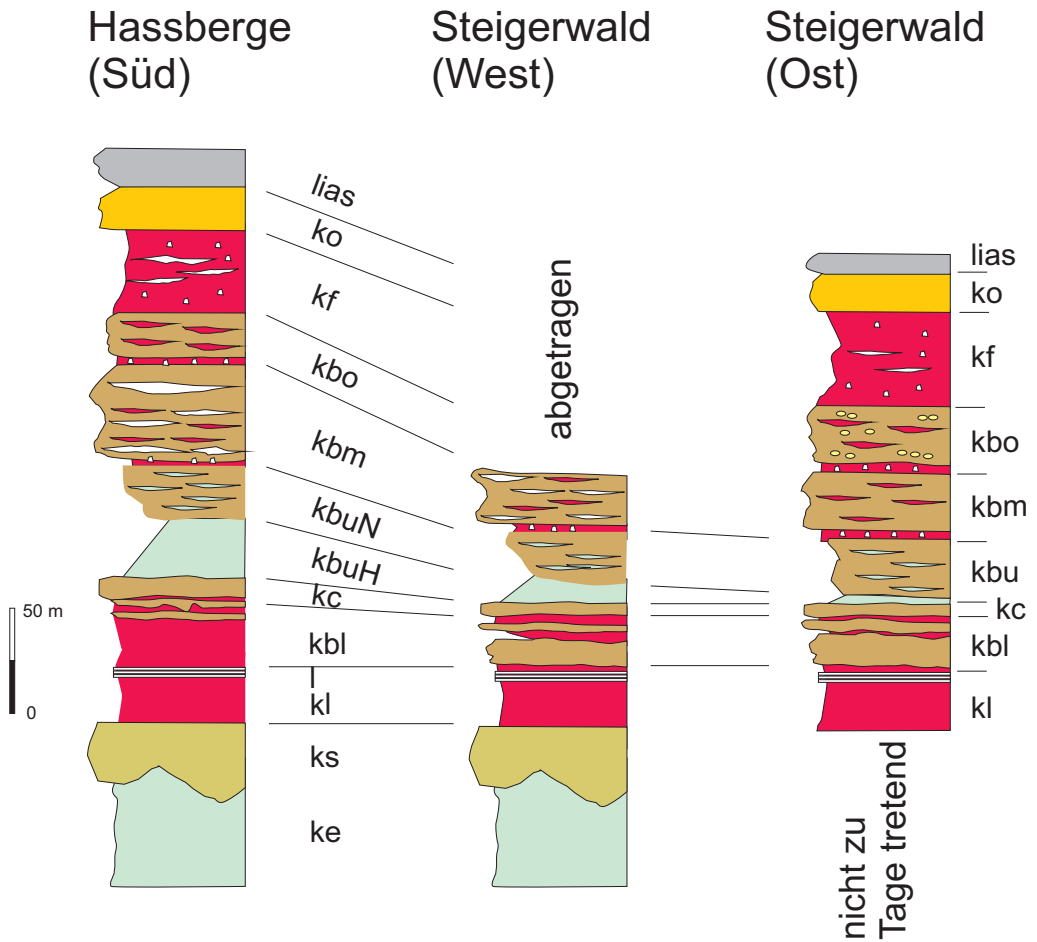


Abb. 4: Schichtenfolge Mittlerer Keuper - Unterer Lias im Steigerwald und den südlichen Haßbergen. - **ke** Estheriensichten: Tonsteine, Lehme - **ks** Schilfsandstein, rinnenartig nach unten in die Estheriensichten eingreifend - **kl** Lehrberg-Schichten, oben mit den dolomitischen Lehrberg-Bänken **l** - **kbl** Blasensandstein, an der Basis Tone; in den südlichen Haßbergen werden die Sandsteine bis auf die obersten Abschnitte von Tonen und Lehmen verdrängt - **kc** Coburger Sandstein - **kbu** Unterer Burgsandstein, zum westlichen Steigerwald hin in eine untere, tonreiche *Heldburger Fazies kbuH* und eine obere, sandige *Nürnberger Fazies kbuN* aufspaltend, mit vielfachen linsenartigen Einschaltungen von Zwischenletten - **kbm** Mittlerer Burgsandstein, zum westlichen Steigerwald und noch mehr zu den Haßbergen hin an Mächtigkeit zunehmend; in dieser Richtung nehmen weiter auch Feldspatgehalt, dolomitische Zementierung und eingelagerte Dolomitbänke zu, so dass von *Dolomitischer Arkose* gesprochen wird - **kbo** Oberer Burgsandstein - **kf** Feuerletten, mit dolomitischen Einlagerungen - **ko** Oberer Keuper mit Rhätsandstein - **lias** unterster Lias mit marin gebildetem Angulatussandstein. Die gewählten Kürzel sind an die in den Geologischen Karten 1:25000 üblichen Zeichen angelehnt.

hat sich dagegen in besonderer Weise auf die Makro-Schichtstufen konzentriert und diese zum wesentlichen Kennzeichen einer Schichtstufenlandschaft erkoren.

Ein Profil, das Makro- wie Mikro-Schichtstufen beachtet, bedarf einer für die Dar-

stellung geeigneten Wahl der Überhöhung (also des Verhältnisses von Längen- zu Höhenmaßstab). Eine Schichtstufenlandschaft lässt sich ohne Überhöhung nicht sinnvoll darstellen, weil sich sonst die einzelnen Schichtglieder und ihre Mächtigkeitsunterschiede nicht mehr darstellen lassen.

An Abstraktion ist weiter eine Vereinfachung der Landschaftsformen – also des Geländeprofiles – notwendig: so viele Mikro-Schichtstufen, wie sie tatsächlich in einem Geländeschnitt auftreten, lassen sich grafisch nicht darstellen. Das in den Profilen dargestellte Bild sollte aber nicht so verfremden, dass ein Beobachter mit Blick auf das Gelände die wichtigsten Formen nicht wiedererkennen kann. Markantere Mikro-Schichtstufen sind – das ist auch ein weiterer wichtiger Grund, sie in Profildarstellungen zu berücksichtigen – im weiten Blick über die Landschaft durchaus gut erkennbar.

Die Unterscheidung Makro-/Mikro-Stufe ist keine substantielle, sondern eine relative. Das heißt, es kommt darauf an, in welcher Gelände-deposition eine Stufe erscheint. So funktioniert die Rhät-Lias-Stufe als Mikro-stufe, sofern sie dem stabilen Sandstein-keuper/*kbm* aufsitzt. Allein mit dem weniger stabilen *kbo* als Sockel, kann sie zu einer morphologisch beeindruckenden Stufe mutieren – besonders deutlich ist eine solche Entwicklung über die Hochfläche der süd-

lichen Haßberge hinweg zu verfolgen, bis die Rhäto-Lias-Stufenbildner-Gruppe schließlich direkt an das Baunachtal grenzt und dort eine unmittelbar an das Talniveau angeschlossene Makro-Schichtstufe bildet.

4. Profil Steigerwald

Die Hauptschichtstufe des Steigerwaldes ist in der Regel von einfachem Aufbau und reicht von der Basis des Gipskeupers (Grenzdolomit *kd*) hinauf zum Blasensandstein (Abb. 3, Abb. 4). Geht man auf der Stufenfläche nach Osten, trifft man als nächstes auf den Coburger Sandstein (*kc*). Allein von einem wenig mächtigen, nicht durchhaltenden Letten an der Basis als Sockel (konkret ein noch zum Blasensandstein *kbl* gerechneter „Grenzletten“) vermag der Coburger Sandstein nur in wenigen Situationen eine eigene, merkbliche Stufe zu bilden.

Der im Hangenden folgende Untere Burgsandstein *kbu* verändert seine Composition von Osten nach Westen. Im Osten wird der *kbu* nur von einem geringmächtigen Basisletten markiert und zeigt sich ansonsten in seinem Aufbau sandig dominiert. Nach Westen hin gewinnen die basalen Tone an Mächtigkeit und erreichen im Gebiet von GK25 Schlüsselfeld nahezu die Hälfte der gesamten *kbu*-Mächtigkeit. In diesem Bereich setzt die Unterteilung des *kbu* in die **Untere Heldburger Fazies** und die hangende **Nürnberger Fazies** ein. Damit differenziert sich der *kbu* strukturell in einen Sockelbildner und Stufenbildner. Im Raum Schlüsselfeld werden erste markantere Höhen von dieser Nürnberger Fazies gebildet. Die Nürnberger Fazies ist aber nicht der oberste und relevanteste Stufenbildner – er bildet keine weiten Plateaus, sondern nur schmale Rücken, wie es vor dem Sommeranger Berg gut zu beobachten ist. Die Kornbindung dieses Sandsteins ist allgemein schwach. Ein hoher Gehalt an überwiegend bereits zu



Abb. 5: Nahansicht eines charakteristischen Sandsteins aus dem Unteren Burgsandstein. Die Durchmesser der größeren Quarzkörner liegen um 1 mm. Rechts oben ist ein großer grüner Tonstein-Einschluss zu erkennen. Weiße Körner sind zu Tonmineralen umgewandelter Feldspat. Probenahme an den Kellern östlich Steppach (Steigerwald). Bildbreite ca. 5 cm

Tonmineralen umgesetzten Feldspäten führt dazu, dass selbst aus frischen Aufschlüssen gewonnene Proben wenig Stabilität zeigen (Abb. 5).

Als wesentlicher Stufenbildner im mittleren Steigerwald erscheint der **Mittlere Burgsandstein** *kbm*. Auch der *kbm* ändert seine Erscheinungsweise von E nach W: die im Vergleich zum liegenden *kbu* deutlich bessere Kornbindung wird durch zunehmende dolomitische Zementation weiter verstärkt (Abb. 6). Dazu gesellen sich abtragungsstabile Einschaltungen auch reiner Dolomitlagen und -linsen (Abb. 7, 8). Diese als **Dolomitische Arkose** zusammengefasste Fazies vermag auch weite Plateaus aufzubauen. Als erste Bastion ist der **Sommeranger Berg** dieser Mikro-Stufe als markanter Zeugenberg vorgelagert: mit einer Gipfelhöhe von 432 m erhebt er sich 70-80 m über die vom Blasen-



Abb. 6: Dolomitische Arkose des Mittleren Burgsandsteins: überwiegend grobe Quarz- und Feldspatkörner sind durch weißen, feinkörnigen Dolomit verbunden. Die Quarze sind durch den Transport zu ihrem Ablagerungsort mehr oder weniger stark kantengerundet. Zahlreiche glitzernde kleine Flächen zeugen allerdings von nach der Ablagerung ankrystallisiertem Quarz. Probe: Lesestein vom *kbm*-Rücken oberhalb Thümbach nördl. Schlüsselfeld. Bildbreite ca. 8 cm

und Coburger Sandstein gebildete Hochfläche (Abb. 9).

Der Kontrast zwischen *kbu* und *kbm* ist im mittleren und östlichen Steigerwald für den Aufbau der Landschaft auch da bestimmend,



Abb. 7: Reine, feinkörnige Dolomitbank im Mittleren Burgsandstein. Der Dolomit ist in einer Mächtigkeit von 0,8 m erschlossen, darüber ein dünner grüner Letten, der wiederum von einem dolomitisch zementierten Grobsandstein überlagert wird. Der Sandstein führt grobe, resedimentierte Sandsteinklasten. Treppendorf, Eingangsbereich der Lagergebäude der Firma Thomann.



Abb. 8: Insbesondere in den reinen Dolomiten des Mittleren Burgsandsteins findet man nicht selten perfekt auskristallisierte Dolomitekristalle. Die Kristalle erreichen in der abgebildeten Probe Durchmesser bis zu 4 mm. Lesestein aus dem obersten Teil des *k_{bm}* östl. der Straße Weiher-Vorra, ca. 800 m N-lich Weiher.

wo der *k_{bu}* noch insgesamt als *Nürnberger Fazies* zusammengefasst wird. Die durchgehend geringe Denudationsresistenz des *k_{bu}* führt dazu, dass das Tal der Reichen Ebrach in dem vom *k_{bu}* gebildeten Abschnitt auffällig breitere Talgründe aufweist (Abb. 10, GK25 Höchststadt/Aisch).

In den Bereichen, in denen das *k_{bm}*-Dach fehlt, vermögen manche Abschnitte des *k_{bu}* wenig akzentuierte Rücken zu bilden – ein Beispiel wäre die mit Kelleranlagen versehene Kuppe am SW-lichen Ortsrand von Steppach.

Die im *k_{bu}* angelegten weiten Tallandschaften mit dem *k_{bm}* als dem wesentlichen, Rücken und Hochflächen aufbauenden Mikro-Stufenbildner prägen das charakteristische Bild der Sandstein-Keuper-Landschaft im östlichen Steigerwald. Dieser Effekt ist so auch noch in und um Nürnberg wahrzunehmen, wo der *k_{bm}* als der wesentliche „Gipfelbildner“ fungiert: die Burgfelsen von Nürnberg und Cadolzburg, die Alte Veste von Zirndorf, der Schmausenbuck u.a. Hier bis in

den Steigerwald ist der *k_{bm}* auch der Abschnitt des Burgsandsteins, der die besten Werksteine zu liefern vermochte und so in zahlreichen Steinbrucharealen erschlossen wurde.

Der *k_{bo}* erscheint im Steigerwald erst mit Annäherung an die Rhät-Liasstufe. Wo er als Erosionsrest in vorgelagerter Zeugenberg-Position erscheint, zeigt er wie am Pöppelberg keine markanten Stufen. Basisletten mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 3-5 m sind in der Regel zu wenig, um markante Stufen zu verursachen. Die im Vergleich zum *k_{bm}* tendenziell schlechtere Kornbindung trägt ebenfalls kaum dazu bei, hier in besonderer Weise eine Mikrostufe zu akzentuieren.

Die **Denudation der Liasberge** und damit die Zurückverlegung dieser markantesten Mikro-Stufe ist durch zahlreiche, oft dichte Vorkommen von Lias-Restschutt in ihrem westlichen Vorland dokumentiert. Das bisher westlichste bekannte Vorkommen im Umfeld unserer Profillinie findet man im Bereich der GK25 Höchststadt/Aisch in Form einer nur noch dünnen Streu westlich der Roten Marter nördlich Reichmannsdorf. Im Rahmen von Exkursionen zur NHG-Veranstaltung Keuper (2013/14) wurde von uns ein weiteres, nahezu ebenso weit vorgelagertes Vorkommen gut 1 km SE-lich Reichmannsdorf **neu entdeckt** (Abb. 11). An dieser Stelle erscheinen die Lias-Komponenten zusammen mit einer dichten Streu größerer Quarzgerölle, die vermutlich von dem in diesem Bereich ebenfalls schon lange denudierten Oberen Burgsandstein stammen dürften.

Dichte und Mächtigkeit solcher Restschuttvorkommen nehmen nach Osten hin zu. Die *k_{bo}*-Höhen unmittelbar NW-lich Hemhofen und Röttenbach sind mit mächtigen, massiven Lias-Restschutt-Vorkommen gepflastert. Hier erscheint es plausibel, dass der



Abb. 9: Der Ausblick in Richtung des Sommeranger Berges zeigt drei Mikro-Stufen auf einen Blick: über Wasserberndorf in dem noch im Schilfsandstein verlaufenden Talgrund erhebt sich der zu einer Mikro-Stufe reduzierte oberste Abschnitt der Keuper-Hauptschichtstufe mit dem Sockelbildner **kl** und dem **kbl** als Stufenbildner. Auf dieser morphologisch sehr markant herausgestellten kbl-Stufenfläche liegt der Ort Hohn am Berg. Der dahinter aufsteigende Rücken wird von der oberen, sandigen Fazies des **kbu**, also der Nürnberger Fazies, gebildet. Über diesem erhebt sich der **kbm** in Form des Sommeranger Berges als oberste Mikrostufe. Standpunkt Ortseingang Sixtenberg, Blickrichtung NE.



Abb. 10: Ausblick über den weiten Talgrund der Reichen Ebrach vor Pommersfelden (Schloss Weißenstein ist im Hintergrund rechts zu sehen). Der Talgrund verdankt seine über 1 km weite Talauwe dem mürben, von zahlreichen Lettenzwischenlagen geprägten Unteren Burgsandstein/kbu. Die Bodenfarben im Vordergrund unterstreichen die Buntheit dieser Formation - von oben nach unten: hellbraune Sande, grüne Letten, rote Letten, hellgraue Sande. Standpunkt Feldweg 200 m westl. Limbach, Blickrichtung N-NE.



Abb. 11: Relikte von Quarzgeröllen und Scherben des Unteren Lias (Angulatensandstein) zeugen von der Formungs- und Abtragungsgeschichte des Steigerwaldes. Siehe dazu den im Profil (Abb. 3) skizzierten, ehemals vorhandenen Liasberg oberhalb des Sommeranger Berges. Lok. 1,5 km SE-lich Reichmannsdorf, Höhe östl. der Straße zur Fallmeisterei (um Pkt. 49.78010 N, 10.71070 E).

Restschutt einen erheblichen Beitrag zum Schutz der *kbo*-Höhen vor Abtragung leisten könnte und somit die Funktion eines Mikro-Stufenbildners einnimmt. Um Röttenbach-Hemhofen, also schon nahe der heutigen Liasstufe, erscheinen nun auch limonitisierte Scherben von **Doggersandstein** (der stratigrafische Nachweis durch *Pecten* war im Zuge eigener Begehungen in mehreren Fällen möglich). Die Doggersandstein-Relikte sprechen dafür, dass die Aufzehrung bzw. Zurücklegung der Weißjura-Stufen in ähnlicher Weise wie die der Rhät-Lias-Stufe erfolgt sein dürfte – also durch von Gleit- und Rutschprozessen dominierte Denudation (vgl. HOFBAUER 2003).

5. Profil Haßberge

Die Stufenfront der Südlichen Haßberge unterscheidet sich in markanter Weise von der des Steigerwaldes: Der höheren Hauptstufe mit dem Stufenbildner Oberster Blasensandstein/Coburger Sandstein *kbl/kc* ist eine niedrigere Stufe mit dem Stufenbildner Schilfsandstein *ks* vorgelagert (Abb. 12).

Für diese Erscheinung gibt es hauptsächlich zwei Gründe (Abb. 13):

(a) die ungewöhnlich starke Neigung der

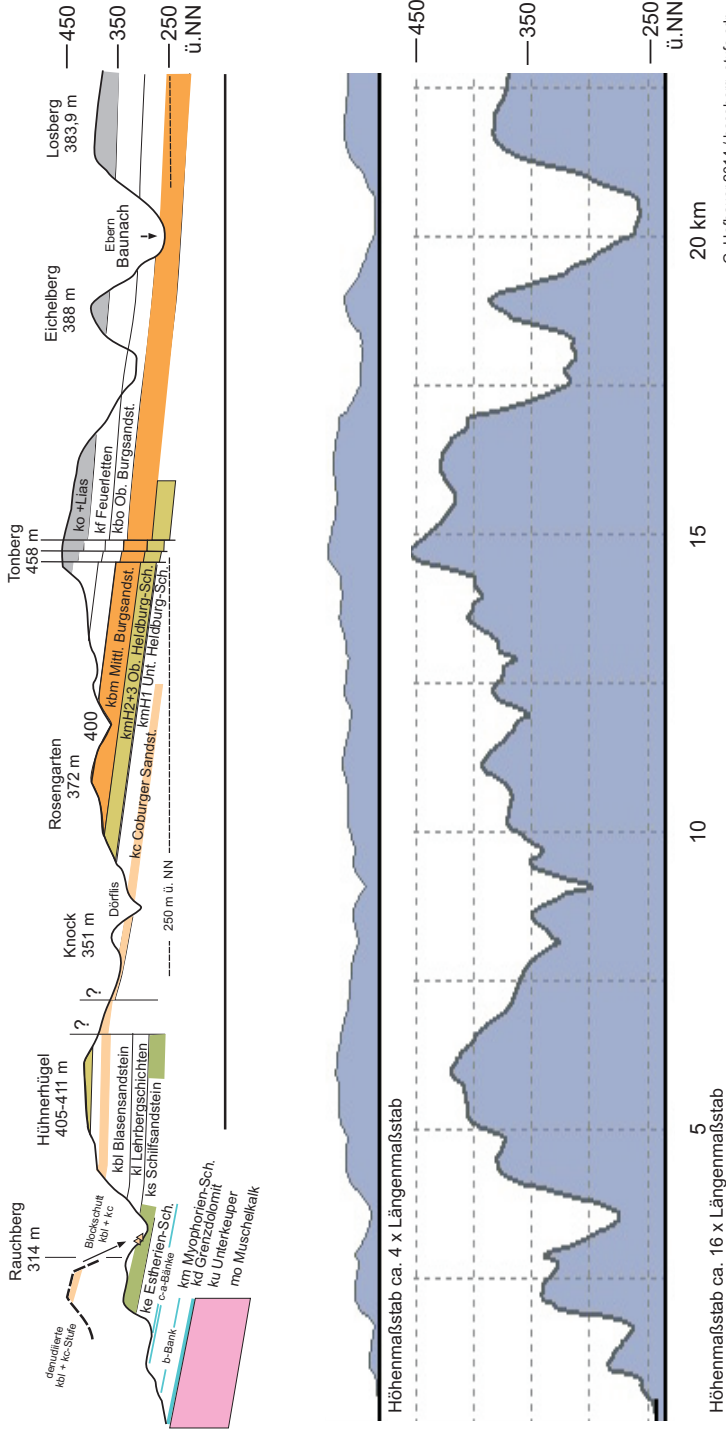
Schichten an der Stufenfront, sowie (b) die außergewöhnliche Mächtigkeit des Sockelbildner-Abschnitts oberhalb des Schilfsandsteins.

Die im Vergleich zum Steigerwald stärkere Schichtneigung in den Haßbergen führt dazu, dass die einzelnen Mikro-Stufen näher aneinander rücken und die **Schichtstufenlandschaft** schon in die Nähe einer **Schichtkammlandschaft** rückt. So erscheinen die ersten Rhät-Lias-Berge bereits ca. 15 km hinter der Schichtstufe, während sie im Steigerwald-Profil erst nach ca. 40 km zu finden sind.

Besonders steil ist die Schichtneigung an der Stufenfront – dies ist nicht nur messbar, sondern auch von verschiedenen Aussichtspunkten deutlich wahrzunehmen (Abb. 14). Diese Versteilung des Schichtfallens führt dazu, dass der Stufenbildner – hier oberster Blasensandstein/Coburger Sandstein *kbl/kc* – stärker exponiert wird (Abb. 13). Auch wenn diese stärkere Herausstellung nur eine Frage von wenigen Metern ist, wird der Stufenbildner dadurch intensiverer Erosion ausgesetzt.

Das Stufenbildner-Paket aus oberstem *kbo* + *kc* war natürlich in einer früheren Phase der Haßberg-Stufenentwicklung vorhanden – nur ist es inzwischen der Denudation anheim gefallen und bis auf einige isoliert dem Schilfsandstein aufsitzende Zeugenberg-Reste aufgezehrt (Hohe Wann noch mit *kbl*-Resten, Kleine Hohe Wann und Rauchberg nur noch mit Resten von Lehrberg-Schichten *kl*, Abb. 15). An den nach E zum Tal des Krumbachs geneigten Hängen findet man vor allem in den unteren Bereichen vielfach Relikte in Form auch größerer Blöcke des Blasensandsteins *kbl* und Coburger Sandsteins *kc* – dieser Hinweis auf die ehemalige Existenz der Stufe wurde im Profil grafisch vermerkt (Abb. 3).

Südliche Hassberge



G. Hofbauer 2014 / hassberg_stufe.cdr

Abb. 12: W-E-Profil durch die südlichen Hassberge. Die tektonische Struktur der Hassberge ist wesentlich intensiver von Verbiegungen und kleineren Verwerfungen geprägt als die des mittleren Steigerwaldes. An einigen Stellen besteht daher auch Unsicherheit, ob bestimmte Situationen durch Verbiegungen oder Verwerfungen verursacht sind (wie östlich des Hühnerhügels). Die **kmH1** (Untere Heldburgsschichten) entsprechen dem in **Abb. 4** als **kbuH** markierten Bereich, **kmH2+3** (Obere Heldburger Schichten) dem als **kbuN** bezeichneten Abschnitt. Das steilere Einfallen der Schichtenfolge führt zu einem näheren Aneinanderrücken der Stufen - siehe auch **Abb. 13**. Die gesamte Abfolge von der Hauptschichtstufe bis zu den obersten Liasbergen ist in nur ca. 15 km horizontaler Distanz durchschritten - im Steigerwald-Profil benötigt man dafür nahezu die dreifache Strecke (**Abb. 3**). Längen- und Höhenmaßstab des Hassberge-Profiles entsprechen daher nicht dem des Steigerwald-Profiles. Der Profilverlauf kann hier deutlich weniger schematisiert wiedergegeben werden und ist anhand der Lokaltatsangaben reproduzierbar verortet.

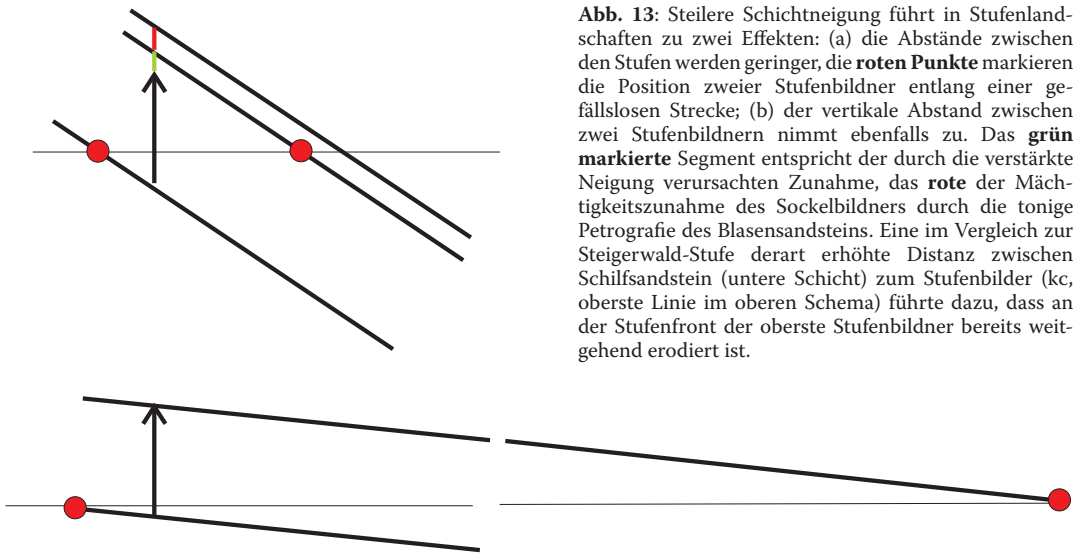


Abb. 13: Steilere Schichtneigung führt in Stufenlandschaften zu zwei Effekten: (a) die Abstände zwischen den Stufen werden geringer, die **roten Punkte** markieren die Position zweier Stufenbildner entlang einer gefälllosen Strecke; (b) der vertikale Abstand zwischen zwei Stufenbildnern nimmt ebenfalls zu. Das **grün markierte** Segment entspricht der durch die verstärkte Neigung verursachten Zunahme, das **rote** der Mächtigkeitszunahme des Sockelbildners durch die tonige Petrografie des Blasensandsteins. Eine im Vergleich zur Steigerwald-Stufe derart erhöhte Distanz zwischen Schilfsandstein (untere Schicht) zum Stufenbildner (kc, oberste Linie im oberen Schema) führte dazu, dass an der Stufenfront der oberste Stufenbildner bereits weitgehend erodiert ist.



Abb. 14: Ansicht der zweigliedrigen Schichtstufe der südlichen Haßberge. Die Hohe Wann ist die einzige Höhe, an der noch ein Rest des **kbl** erhalten ist. Ansonsten ist die Frontstufe auf die Lehrbergsschichten und - überwiegend - den Schilfsandstein **ks** herunter denudiert. Die vor der Hohen Wann zum Betrachter hin schräg nach unten rechts (Osten) geneigte Fläche folgt dem in dieser Richtung geneigten Schilfsandstein-Stufenbildner. Zwischen der ersten und der höheren, zweiten Stufe läuft das Tal des Krumbachs auf den Betrachter zu - er mündet in Zeil in den Main. Standpunkt: Spitzberg zwischen Limbach und Sand a. Main, Blickrichtung N.

Die im mittleren Steigerwald deutlich werdende Aufgliederung des **kbu** in eine untere Heldburger Fazies und eine obere Nürnberger Fazies verstärkt sich hin zu den Haß-

bergen, gleichzeitig nimmt die Gesamtmächtigkeit des **kbu** fast um das Doppelte bis auf ca. 60 m zu (Abb. 4). Der obere Abschnitt des **kbu** wird zunehmend durch tonige



Abb. 15: Die Schilfsandstein-Stufenfläche E-lich Prappach mit Blick nach E auf den Rauchberg. Im Vordergrund ist das Feld dicht mit Schilfsandstein-Brocken übersät. Auf den ersten Blick erscheint es kurios, dass die **strukturell über** dem Schilfsandstein folgenden roten Lehrbergschichten hier **topografisch unter** dem Niveau des im Vordergrund sichtbaren Schilfsandsteins zu Tage treten. Dies ist jedoch dadurch zu erklären, dass die Schichtenfolge hier steiler als das Gelände geneigt ist. Steht man im Vordergrund im Schilfsandstein, liegt die Basis der Lehrbergschichten noch über dem Kopf des Betrachters.



Abb. 16: Von der E-Flanke des Spitzberges geht der Blick nach NE vorbei an der Kirche Maria Limbach auf die Höhe der Haßberge. Die erste Mikro-Stufe wird dort von den Gesteinen des oberen kbü gebildet: über dem tonigen unteren kbü (Heldburger Fazies, hier in den Haßbergen: Untere Heldburg-Schichten 1) verursacht der obere, festere kbü (Nürnberger Fazies, hier in den Haßbergen: Obere Heldburg-Schichten 2+3) eine weithin wahrnehmbare Stufe.

Einschaltungen geprägt, so dass statt von der „Nürnberger Fazies“ nun von den **Mittleren und Oberen Heldburgschichten** gesprochen wird. Dennoch reichen die hier noch immer vorhandenen Sandstein-Einschaltun-

gen dazu aus, über den *Unteren Heldburger Schichten* die erste Mikro-Stufe der Haßberg-Stufenfläche zu stabilisieren (Abb. 16).

Eine weitere aus dem Steigerwald her fort-



Abb. 17: Im Bereich der südlichen Haßberg-Hochfläche ist - wie auch im Steigerwald - der *kbm* mit seinen dolomitischen Elementen der morphologisch prägnanteste Stufenbilder. Aufgrund relativ junger tektonischer Verstellungen fällt das Höhenniveau der Stufenfront von 450 m im NW auf ca. 330 m im SE ab. Standpunkt östl. Ortsrand Kottenbrunn, Blick nach SE; die links der Straße im Tal erkennbaren Häuser gehören zur Ortschaft Dörflis.

gesetzte Entwicklung ist die Zunahme der Dolomitisierung im Mittleren Burgsandstein *kbm*. In den nördlichen Haßbergen bildet die dolomitische Arkose weite Verebnungen. In dieser Prägnanz ist diese Formation in den südlichen Haßbergen zwar noch nicht zu finden, doch bildet der *kbm* eine von Brühl (Wasserhochbehälter bei 452 m ü. NN) bis weit nach SE zum Main hin durchgehende Schichtstufe (Abb. 17). Am genannten Wasserhochbehälter im N dieser Stufe sind in der dolomitischen Arkose zusätzlich bunte Verkieselungen (Chalcedon) eingestreut. Die Mächtigkeit des *kbm* erreicht in den südlichen Haßbergen 45-50 m.

Die Mächtigkeitszunahme der tonigen Unteren Heldburgschichten (*kbu*) wie des *kbm*, sowie die weiter erhöhten Anteile dolomitischer Arkosen im *kbm* führen allgemein zu einer stärkeren petrografischen Differenzierung der Gesteinsfolge. Das hat zur Folge, dass die in den südlichen Haßbergen auftretenden Mikro-Schichtstufen deutlicher akzentuiert sind als noch im Steigerwald.

Der Obere Burgsandstein *kbo* ist wie im Steigerwald weitgehend an die Fußbereiche der Rhät-Lias-Berge gebunden. Die Erhaltung der westlichsten Liasberge ist strukturell durch kleinere tektonische Einbrüche oder leichte Muldenpositionen bestimmt. Während sich auf den Fußflächen um die Rhät-Lias-Berge umfangreicher Sandstein-Blockschutt gesammelt hat, sind weiter westlich vor den Bergen gelegene Restschuttvorkommen bisher nicht bekannt. Offenbar wurde bei der geologischen Kartierung nicht darauf geachtet – denn es wäre verwunderlich, wenn sich auf der Haßberg-Stufenfläche die Denudation und Rückversetzung des Lias nicht analog zum Steigerwald in Gestalt von Restschutt-Vorkommen nachweisen ließe.

Dank gilt den Teilnehmern der beiden NHG-Kurse „Keuper“ (2013, 2014). Durch ihre Unterstützung und Diskussionsfreude haben sie zum Entstehen dieser Arbeit wesentlich beigetragen.

6. Literaturverzeichnis

- BÜDEL, J. (1957): Grundzüge der klimamorphologischen Entwicklung Frankens. – Würzburger Geogr. Arbeiten 4/5, 1-46.
- BÜDEL, J. (1977): Klima-Geomorphologie. – Stuttgart: Borntraeger.
- FREYBERG, B.V. (1966): Eine geologische Fahrt von Erlangen zur Rhön. – Geol. Bl. NO-Bayern 16, 123-139.
- GARLEFF, K. & KRISL, P. (1997): Beiträge zur fränkischen Reliefgeschichte: Auswertung kurzlebiger Großaufschlüsse im Rahmen von DFG-Projekten. – Bamberger geographische Schriften, Sonderfolge 5, 256 S. und Kartenbeilage.
- GEYER, G. & SCHMIDT-KALER, H. (2009): Den Main entlang durch das Fränkische Schichtstufenland. – München: Pfeil-Verlag.
- HOFBAUER, G. (2001): Die Diskussion um die Entstehung der Süddeutschen Schichtstufenlandschaft: Eine historisch-methodologische Skizze mit einem Modell zur fluvial gesteuerten Schichtstufen-Morphogenese. – Natur und Mensch, Jahresmitteilungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg e.V., Jubiläumsausgabe 200 Jahre NHG, 85-108.
- HOFBAUER, G. (2003): Schichtstufenlandentwicklung und Flußumkehr an Regnitz und Aisch (Exkursion H am 25. April 2003). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 85, 241-293.
- HOFBAUER, G. (Hrsg., Arbeitsgruppe NHG) (2005): Alte Flußschotter und Restschutt westlich Nürnberg. – <http://www.gdgh.de/berichte/b05/b05.html>
- HOFBAUER, G. (2007): Die Entstehung der Aisch und junge Krustenbewegungen im Fränkischen Schichtstufenland. – <http://www.gdgh.de/berichte/b11/b11.html>
- HOFBAUER, G. (2011): Die Zeugenberge um Neumarkt und ihre Bedeutung in der Entwicklung der Schichtstufenlandschaft südlich Nürnberg. – Jahresmitteilungen der NHG Nürnberg 2010, 93-123.
- PETEREK, A.; SCHRÖDER, B. (2010): Geomorphologic evolution of the cuesta landscapes around the Northern Franconian Alb – review and synthesis. – Zeitschrift für Geomorphologie 160, 325-331.
- SCHMITTHENNER, H. (1954): Die Regeln der morphologischen Gestaltung im Schichtstufenland. – Petermanns Geogr. Mitt. 98, 3-10.
- SCHRÖDER, B. (1974): Malm-Einschlüsse in einem Schlot der Heldburger Gangschar. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1974, 54-64.
- SCHRÖDER, B. (1996): Zur kanozoischen Morphotektonik des Stufenlandes auf der Süddeutschen Großscholle. – Z. geol. Wiss. 24, 55-64.
- SIMON, T. (1987): Zur Entstehung der Schichtstufenlandschaft im nördlichen Baden-Württemberg. – Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg 29, 145-167.
- SIMON, T. (2005): Fluss- und Landschaftsgeschichte im Taubertal und Osthohenlohe (Exkursion G am 1. April 2005). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 87, 199-215.
- ZEESE, R. (1971): Die Stufenrückwanderung im Keuperbergland Nordost-Württembergs. – Tübinger Geogr. Studien 46, 53-57.
- ZEESE, R. (1972): Die Talentwicklung von Kocher und Jagst im Keuperbergland: Flußgeschichte als Beitrag zur Deutung der Schichtstufenmorphogenese. – Tübinger Geogr. Studien 49, 1-121.
- ZEESE, R. (1976): Die Reliefentwicklung zwischen Alb und Gäulandschaften in Ostwürttemberg. – Z. Geomorph., N.F., Suppl. 24, 48-55.
- Geologische Karten Steigerwald: GK100 Steigerwald, München 1991; GK25 Wiesentheid, Schlüsselfeld, Höchststadt/Aisch, Adelsdorf, Bamberg Süd, Röttenbach – alle Bayerisches Geologisches Landesamt München bzw. Landesamt für Umwelt.
- Geologische Karten Haßberge: GK25 Hofheim, Ebrach, Eltmann – alle Bayerisches Geologisches Landesamt München bzw. Landesamt für Umwelt. Dazu die GK25 Haßfurt, Erlanger Geol. Abhandlungen 74 (1969).
- GK500 von Bayern, 4. Aufl. München 1996; GK200 CC 6326 Bamberg, Hannover 1994.

Anschrift des Verfassers

Dr. Gottfried Hofbauer

Anzengruberweg 2
91056 Erlangen
geoldoku@gdgh.de