

Geologische Untersuchung und Materialprüfung an Dachschiefer-Altdeckungen

HANS WOLFGANG WAGNER

Kurzfassung: Gerade die Verwendung des Dachschiefers hat im Rheinischen Schiefergebirge und seinen Nachbarregionen eine sehr lange Tradition, wobei das Schieferdach dort immer wieder im Zentrum des Interesses der Denkmalpflege steht.

Es wird ein Überblick über die mitteleuropäischen Schiefervorkommen und ihre tektonostratigraphische Zugehörigkeit gegeben. Die petrographische Analyse erlaubt neben den Aussagen zur Qualität auch eine Bestimmung der Herkunft des Schiefers. Zusätzlich zu den genormten Methoden der DIN EN 12326 werden Methoden (Klang- und Ritztest, relative Wasseraufnahme) angepasst, um sie bei Altdächern anwenden zu können. Dabei müssen neue Anforderungen definiert werden.

Ergebnisse von Verwitterungsstudien an 30 bis 90 Jahre alten Dachbeispielen werden vorgestellt.

Abstract: The use of roof slate has a very long tradition in the Rhineland region (Rheinisches Schiefergebirge) and its neighbouring areas. It is a key subject of interest in the preservation of historic monuments.

In the following, a survey on Central European slate deposits and their tectonostratigraphic distribution is given. Besides a quality evaluation, petrographical analysis also provides the possibility of determining the origin of the slate. In addition to the test methods of the EN 12326 some test methods and requirements were adjusted to for the use on historic slate roofs.

This paper also presents results of weathering studies on 30- to 90-year-old slate roofs.

Inhalt

1. Einführung
2. Die Vorkommen im Rheinischen Schiefergebirge und Umgebung
3. Petrographische Analyse
 - 3.1. Grundlagen
 - 3.2. Herkunftsanalyse
 - 3.3. Gesteinsfehler
4. Besonderheiten bei Altdeckungen
5. Untersuchungsmethoden und neue Grenzwerte für Altdeckungen
 - 5.1. Klang- und Ritzprobe
 - 5.2. Relative Wasseraufnahme
 - 5.3. Bewertung
6. Eine besondere Versuchsanordnung für die Verwitterungsanalyse von Dachschiefer-Altdeckungen am Beispiel einer Truppenunterkunft.
7. Andere Dachbeispiele
8. Ergebnisse und Ausblick

Schriften

1. Einführung

Dachschiefer, wegen der Verwendungsart oft auch Dach- und Wandschiefer genannt, sind ebenmäßig und dünn spaltbare Gesteine mit einem verwitterungsbeständigen Mineralbestand, weshalb sie sich für eine Außenanwendung eignen. Die handelsüblichen Spaltdicken schwanken regional bzw. national zwischen 2 bis 4 mm (im Mittel 3 mm) und 4 bis 6 mm (im Mittel 5 mm). Die fertigen Platten werden in überlappender Deckung verlegt.

Erhöhte Karbonatgehalte, organische Kohlenstoffgehalte und oxidierbare Erzminerale sind als schädliche Bestandteile anzusehen, da sie die Verwitterungsbeständigkeit mindern.

Geologisch versteht man unter dem Begriff „Dachschiefer“ sehr schwach (englisch: very low grade) metamorphe Gesteine, die meist aus feinkörnigen (pelitischen und pelitisch-psammitischen) Meeresablagerungen entstanden sind. Daraus bilden sich infolge einer durchgreifenden Schieferung während der Orogenese dann Tektonite, die ein straffes Parallelgefüge in Form einer Transversalschieferung mit einem deutlichem aber meist kleinem Winkel zur Sedimentationsebene aufweisen.

Daneben kommen auch sogenannte Parallelschiefer oder Sedimentschiefer als Dachschiefer zum Einsatz. Sie werden ebenfalls in den üblichen geringen Spaltdicken verkauft. Durch die neu in den Markt vorstoßenden Schiefer aus Südbrasilien, Zentralchina und Nordindien hat diese Schieferart in den letzten Jahren im europäischen Markt (außer Deutschland) an Bedeutung gewonnen und ist auch aus marktpolitischen Gründen in Europa – gegen den ausdrücklichen Einwand der Experten – unter der Bezeichnung Dachschiefer in eine harmonisierte europäische Norm (DIN EN 12326-1) aufgenommen worden. Dies erfolgte, obwohl diese Schiefer keine durch Faltung und Orogenese entstandene Schieferung besitzen. Ihre gute Spaltbarkeit ergibt sich nur aus parallel zur sedimentären (meist Fein-) Schichtung verlaufenden Trennflächen. Deshalb verwendet man in der europäischen Normung hierfür den ansonsten unüblichen Begriff „lithostatic cleavage“. In Deutschland würden z. B. die Holzmader „Schiefer“ aus dem Lias/Jura, die sich nicht für eine Dachdeckung eignen, diesen Gesteinstypen entsprechen.

Für die Verwendung bei den in Deutschland üblichen Deckarten sind die Parallelschiefer wegen der Ausformung der Haukante, der problematischen Lochbarkeit und dem unerwünschten Aufspalten nach der Eindeckung wenig geeignet. Im Folgenden bleiben deshalb diese „Parallelschiefer“ ausgeklammert.

Die vorwiegende Farbe der Dach- und Wandschiefer ist dunkelblaugrau bis schwarz. Wenn die Schiefer ausnahmsweise rotbraune bis purpurne bzw. grünliche Farbtöne besitzen, spricht man von Farbschiefern.

Dachschiefer sind mit die ältesten Baustoffe des Menschen. Gerade im Rheinland gibt es zahlreiche Funde der typischen römischen Sechseckplatten (Abb. 1). Insbesondere außerhalb der großen Städte Mainz und Trier kamen sie häufiger als die klassischen römischen Ziegel vor.

Spätestens seit dem Mittelalter ist die schiefergraue Dachdeckung in einigen Regionen landschaftsprägend. Zur Gründerzeit um 1900 erreichte die Dachschieferproduktion und -verwendung in Deutschland ihren Höhepunkt. Dies zeigt sich in einer Fülle von heimischen Gewinnungsbetrieben in unterschiedlichen geologischen

Abb. 1: Römische Dachschieferplatte (oben) mit der üblichen Verlegemethode (unten) mit Änderungen aus WAGNER & SCHULTHEIS 2011.

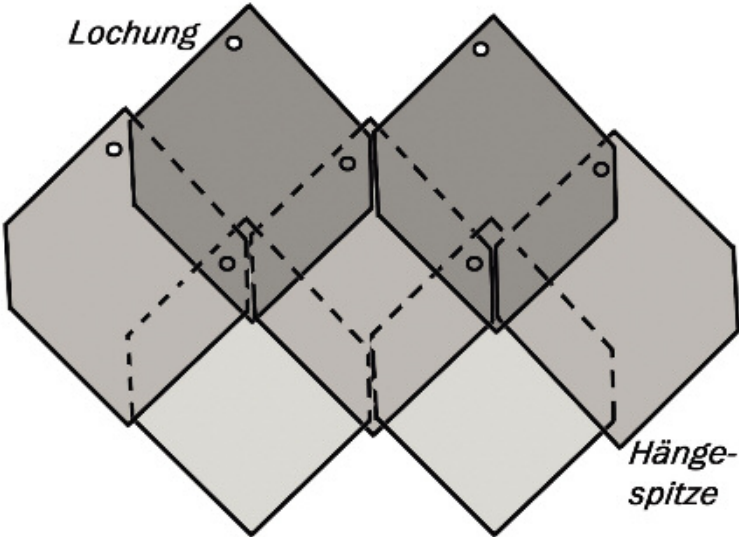


Tabelle 1: Übersicht über die Geologische Zuordnung der Dachschiefer-Vorkommen des Rheinischen Schiefergebirges und einiger Nachbargebiete (Kursiv=Marktbezeichnungen; Bergbauzeichen= aktive und stillgelegte Gruben, Rot/Grün= Farbschiefer; farbige Quadrate = Schiefertypen wie in Abb. 7 und 9a, b; ansonsten siehe Text).

INTERNATIONAL	Regionale Stufen	Spanien	Bretagne & Anjou/F.	Ardennen	Rheinisches Schiefergebirge		Harz	Thüringisches Schiefergebirge	Tschechien	
					Eifel, Mosel, Hunsrück	Taunus, Saarländ., Lahn				
KARBON	OBERKARBON									
	SERPUKHOVUM	Namer								
	UNTER- VISEUM	Visé		Maël-Carhok				✕ Borden-S. ✕ Lahnstn. ✕ Unterloquitz ✕ Thüringer S. (RuB-S.)	M Dlouhous. ✕ Hruba-Voda. ✕ Nové-T. ✕ Lhotka	
	TOURNAISUM	Tournai								
DEVON	OBER- FAMENNIUM									
	FRASNIUM					Langhecke		Wetz-S.		
	MITTEL- GIVETIUM	Givet								
	EIFEUM	Eifel				✕ Antfeld, Nuttlar. ✕ Fredsburg, M ✕ Brilon ✕ Westfälischer S. ✕ Waldeck'scher S. ✕ Wissenbacher S. ✕ Lahn-S.	✕ Goslarer S.			
	UNTER- EMSIUM	Ober- ems				✕ Kattene ✕ Lötz M				
		Unter- ems				✕ Ammer S. ✕ Hunsrück S. ✕ Kauber S. ✕ Thammer & Felier S.	Kaub ✕ bis Nauroth Kauber S.			
	PRAGIUM	Siegen			✕ Wormfontain ✕ Merlesange/BL B Ober- M mosel-S. B Bertrix/B	✕ Meyen, B M ✕ Mullenbach Mosel-S. M				
	LOCHHOVUM	Gedinn						✕ Götthardt's Bunte S.		
	ORDOVICIUM	OBER- AGUERO-S./ VALDEORRAS		✕ Agüero-S./ Valdeorras						
		MITTEL- LUARCA-S./ VALDEORRAS CAUREL		✕ Luarca-S./ Valdeorras Caurel M	✕ Angers M	✕ Vetsalm/B M ✕ Coticule/BM			✕ Griffel S. M	✕ Zvezny- Brod
UNTER- TREMADOCUM		Salm						✕ Phycoden-S.		
OBER- MITTEL- DEVILLE		Revin	✕ Cadena S.		✕ Fumey/B M ✕ Rimoigne/F					
PROTEROZOICUM		✕ Bernandos, Segovia						✕ Rabstein		

Schichten, verbunden mit Importen aus Betrieben des benachbarten Auslandes wie Benelux (Ardennen) und Frankreich; in Küstenbereichen sogar aus Großbritannien und Kanada.

Nach dem 2. Weltkrieg kam es zur Verdrängung des Dachschiefers durch Asbestzementprodukte und insbesondere in den 60iger und 70iger Jahren zu einem Dach-



Abb. 2: Blick in eine Abbaukammer für Dachschiefer (Grube Altlay/ Rheinland-Pfalz).

schiefergruben-Sterben. In vielen Betrieben waren darüber hinaus Investitionen und Modernisierungen versäumt worden. Mit dem Asbestverbot und der „Postmoderne“ in den 80iger und 90iger Jahren des vorigen Jahrhunderts kam es zur Rückbesinnung auf das Naturprodukt Dachschiefer. Davon profitierten vor allem Betriebe in Nordwestspanien, während Produktionen im Rheinischen Schiefergebirge und den Ardennen weiterhin verloren gingen.

Neben Dachschiefer wurden in vielen Betrieben auch Naturwerkstein und meist über eine Haldenverwertung Schieferkörnungen hergestellt, die in diesem Artikel nicht behandelt werden. Weiterhin gab es auch eine Gewinnung von Spezialprodukten. In speziellen Vorkommen konnten in Thüringen Produkte wie Griffelschiefer (seinerzeit Weltmarkt-führend) und Schultafeln oder Wetzschiefer in Thüringen, Tschechien und in den Ardennen, die heute bis auf einen kleinen Betrieb in Belgien (sog. „Coticule“) nicht mehr bestehen, erzeugt werden. Nach der Schließung der letzten Dachschiefer-Gewinnung in Thüringen verbleiben in Deutschland noch zwei Betriebe in Rheinland-Pfalz (Altlay, Mayen) und ein Betrieb in Nordrhein-Westfalen (Fredeburg) (vergl. Tabelle 1). Die Gewinnung erfolgt im Untertage-Abbau (Abb. 2).

Die Tradition der vielen ehemaligen Dachschiefer-Reviere ist nicht spurlos verschwunden, sondern wird in einer beachtlichen Zahl von Schiefer-Museen, Schiefergruben-Wanderwegen (beide siehe Tabelle 1 = M) und Schiefer-Besucherbergwerken (siehe Tabelle 1 = B) dokumentiert und touristisch verwertet.



Abb. 3: 500 Jahre alter Original-Dachschiefer von einem inzwischen umgedeckten Dach.

Im Gegensatz dazu gehen originale Dachschiefer-Deckungen zunehmend verloren, die früher einmal landschaftsprägend für ein Dachschiefer-Revier waren. So wurden in Trier-Stadt die dort üblichen charakteristischen Deckungen mit Thommer und Feller Schiefer auf Kirchenbauten in den letzten beiden Jahrzehnten durch anderen Dachschiefer z. T. aus Spanien ersetzt. Nur noch einige wenige Kasernenbauten zeigen noch den früher einmal landschaftsprägenden Dachschiefer Typ (WAGNER et al. 2012).

Ähnlich ergeht es zurzeit Originaldeckungen von Kauber Dachschiefer am Mittelrhein. Auch Deckungen von besonderem Alter, wie auf dem Turmhelm von Ediger/Mosel von 1506 (Abb. 3), auf der Burg Eltz von 1780 oder auf der Kapelle von Heidger Mühle von 1756 wurden in den letzten Jahren umgedeckt.

Die Anwendungen der im Folgenden aufgeführten Erkenntnisse und Methoden sollen dazu beitragen, zumindest einige Originaldeckungen zu erhalten.

2. Die Vorkommen im Rheinischen Schiefergebirge und Umgebung

Die Vorkommen des Typusgesteins waren namensgebend für das Rheinische oder das Thüringische Schiefergebirge. Allerdings sind innerhalb der mächtigen pelitischen Folgen nur wenige Lager als Dachschiefer gewinnbar. Ein Dachschieferlager (oder Dachschiefer-Richt) ist oft nur wenige Meter bis maximal 25 m mächtig.

Alle Dachschiefer-Vorkommen entstammen paläozoischen und z.T. proterozoischen Gesteinen der Kaledoniden und Variziden (Tabelle 1). In diesen Orogenen zeigen diese Vorkommen über Grenzen hinweg Zusammenhänge, die mit den plattentektonischen Vorstellungen mit ihren Mikrokontinenten im Einklang stehen.

So sind die kambrischen Farbschiefer in Thüringen und Tschechien ähnlich entstanden (Saxo-Thuringia), genauso wie ihre Pendants in den Ardennen Fumay/Belgien den nordwalisischen Penrhyn-Schiefer in Großbritannien, die wiederum den Farbschiefern in Neufundland/Kanada entsprechen (Mikrokontinent Avalonia).

Die ordovizischen Dachschiefer in Nordwestspanien, die heute weltweit das nach Produktion wichtigste Vorkommen darstellen, zeigen Übereinstimmungen mit den gleichaltrigen Vorkommen in Frankreich (Angers).

Die Dachschiefer der Osteifel (sog. Moselschiefer) in den mächtigen Siegen-Schichten (in „Schieferfazies“ bzw. „Hunsrückschiefer-Fazies“) dürften den Dachschiefern von Martelange (sog. Obermoselschiefer) und Bertrix in Luxemburg und Belgien entsprechen, auch wenn der tektonische Bau nicht deckungsgleich ist (genaue Diskussion in WAGNER et al. 2012).

Dagegen sind die Dachschieferzüge in der Unterems-Stufe von Südwesten nach Nordosten – Thommer und Feller Schiefer, über den Altlayer Schiefer und den Hunsrücker Schiefer bis zum Kauber Schiefer (Kaub am Mittelrhein) und Nauroth im Taunus – zwar zeitlich ähnlich anzusetzen (Schwerpunkt Ulmen-Unterstufe) und auch im tektonischen Bau sehr ähnlich, zeigen jedoch ansonsten große Unterschiede. Nur die Schiefer des Hunsrücks und z. T. bei Kaub führen die bekannten Hunsrückschiefer-Fossilien (Bundenbacher Fossilien), während die Thommer und Feller Schiefer sowie der Altlayer Schiefer fossilarm bzw. sogar fossillere sind.

Bedingt durch eine Faltung, die nicht immer im geometrischen Zusammenhang mit der Schieferung steht, gibt es in den Kauber, Altlayer und Hunsrücker Schiefen einen Wechsel zwischen Partien mit deutlichem Winkel zwischen Schieferung und Schichtung verbunden mit einer deutlichen Schichtstreifung auf der Spaltfläche (sog. Krappstein) und Partien, wo Schichtung und Schieferung fast parallel liegen (sog. Plattenstein).



Abb. 4: Die Pfarrkirche St. Maria-Magdalena von 1903 (Zilshausen/Hunsrück) zeigt neben fachgerechten Reparaturstellen noch die Originaldeckung mit Dachschiefer von Lütz (karbonathaltiger Sphärosiderit-Schiefer, Oberems-Stufe, Unterdevon).

Die devonischen Schiefer in der Oberems- (Abb. 4) und der Eifel-Stufe besitzen petrographische Ähnlichkeiten, insbesondere immer einen Karbonatgehalt über 5%. Dies ist ein Hinweis auf eine Sedimentation deutlich oberhalb der Calcit-Kompensationstiefe CCD (englisch: „calcite compensation depth“). Die Hauptformation, in denen diese Dachschiefer vorkommen, ist der Wissenbach-Schiefer (und seine Äquivalente), die vom Raum nördlich von Wittlich im Südwesten angefangen (Olkenbacher Mulde bzw. Moselmulde) über Wissenbach im Lahn-Dill-Gebiet (Typlokalität) und dem Sauerland bis nach Goslar im Harz reichen.

Die jüngsten Dachschiefer sind die unterkarbonischen Thüringer Schiefer, die den gleichaltrigen Vorkommen in der Bretagne von Maël-Carhaix (beide Amorica-Terrane bzw. Terrane-Gruppe) entsprechen. Eine Übersicht über die europäischen Dachschiefervorkommen geben WAGNER et al. (1994, 1995). Eine genauere Analyse der Zusammenhänge von Dachschiefer-Vorkommen und Paläogeographie steht aber noch aus.

3. Petrographische Analyse

3.1. Grundlagen

Die Petrographische Analyse von Dachschiefern wurde bereits frühzeitig in Deutschland (HIRSCHWALD 1911) zunächst jedoch nur als Dünnschliffmikroskopie entwickelt und in die deutsche und später die spanische Normung eingeführt. Mit der

Einführung der Europäischen Normung wurde die Methode dann mehrmals überarbeitet und bei vielen Dachschiefervorkommen angewendet (WAGNER et al. 1997, WAGNER 2007, JUNG 2009, KHORASANI 2009). Sie ist auch in die Schiefernorm DIN EN 12326 aufgenommen worden. Ihre Anwendung dort ist auf Fragen der Identifikation (= ob es Dachschiefer ist) und der Herkunft (= ob er aus der deklarierten Grube kommt) beschränkt. Sie umfasst neben der obligatorischen makroskopischen Analyse die Dünn- und Anschliffmikroskopie sowie die Röntgendiffraktometrie (RDA) an einem angeschliffenen und einem Pulver-Präparat.

Die Möglichkeiten der petrographischen Analyse gehen allerdings weit über die in der Norm vorgesehenen Aussagen hinaus. Untersuchungen des Gefüges, wie z. B. Anordnung und Anzahl der Glimmerlagen, geben Auskunft über die Spaltfähigkeit des Rohsteins und damit auch über Rentabilität der Fertigung. Eine mikroskopische Mineralbestimmung des opaken Mineralbestandes in Verbindung mit der Lage innerhalb des Gefüges gibt Auskunft über ihre Oxidationsanfälligkeit

3.2. Herkunftsanalyse

Die Dünn- und Anschliffanalyse wurde schon früh als Methode zur Bestimmung der Herkunft verwendet. Besonders spektakulär war der Nachweis von Dachschiefer aus dem Mayener Gebiet auf einem römischen Schiffswrack in Nijmegen (HUNOLD et al. 2004) oder von Dachschiefer aus Ligurien/Italien in ungewöhnlichem Deckstein-Format auf einem römischen Wrack südlich von Korsika (WAGNER & SCHULTHEIS 2011).

Die Kennzeichen, die auf eine bestimmte Herkunft hinweisen, können höchst unterschiedlich sein. Die bereits beschriebene Eigenschaft der Hunsrücker- und Kauber Schiefer zeigt sich im orientierten Dünnschliff an einem häufigen Wechsel der Winkel zwischen Schieferung und Schichtung. Auch die Herkunfts-typischen Karbonatgehalte sind oben bereits erwähnt worden. Die besten Herkunfts-Hinweise gibt die möglichst vollständige Erfassung der Nebengemengteile und Akzessorien.

Die Unterschiede in den akzessorischen Erzminerale konnten von WAGNER et al. (1997) zur Unterscheidung von spanischen Importschiefern und heimischen Dachschiefern verwendet werden. JUNG (2009) zeigt weitere akzessorischen Minerale, die zur Herkunftsansprache verwendet werden können. Dies erfordert einige Erfahrung und Kenntnisse der regionalen Geologie der verschiedenen Vorkommen.

In jüngster Zeit ist es zu Fehlbewertungen bei Herkunftsanalysen gekommen, die dann zu Fehlgutachten bis vor Gericht führten. Dabei wurden vor allem Unterschiede in den Gefügewerten, die nach DIN EN 12326-2 erfasst werden sollen, überbewertet, weil die natürliche Schwankung dieser Werte in einem Vorkommen unterschätzt wurde und Vorortkenntnisse fehlten.

3.3. Gesteinsfehler

In jedem Schiefervorkommen gibt es Gefüge-Eigenschaften und Einlagerungen, die als Fehler gewertet und aussortiert werden müssen. In der DIN EN 12326-2 werden einige Beispiele als Stichworte für die makroskopische petrographische Analyse angegeben. Es sind dies z. B. offene und verheilte Risse; bei den verheilten Trennflächen können Quer- (sog. Köpfe) und Diagonalklüfte (sog. Messer) unterschieden werden. Daneben kann es Knickbänder der Schieferung (englisch: kink bands) geben, die sowohl bruchanfällig- als auch stabil sein können.

Einlagerungen von Kalzit oder anderen Karbonaten bzw. von kohligem Material sind zu vermerken, insbesondere ob sie feinverteilt oder in Adern oder Lagen vorkommen.

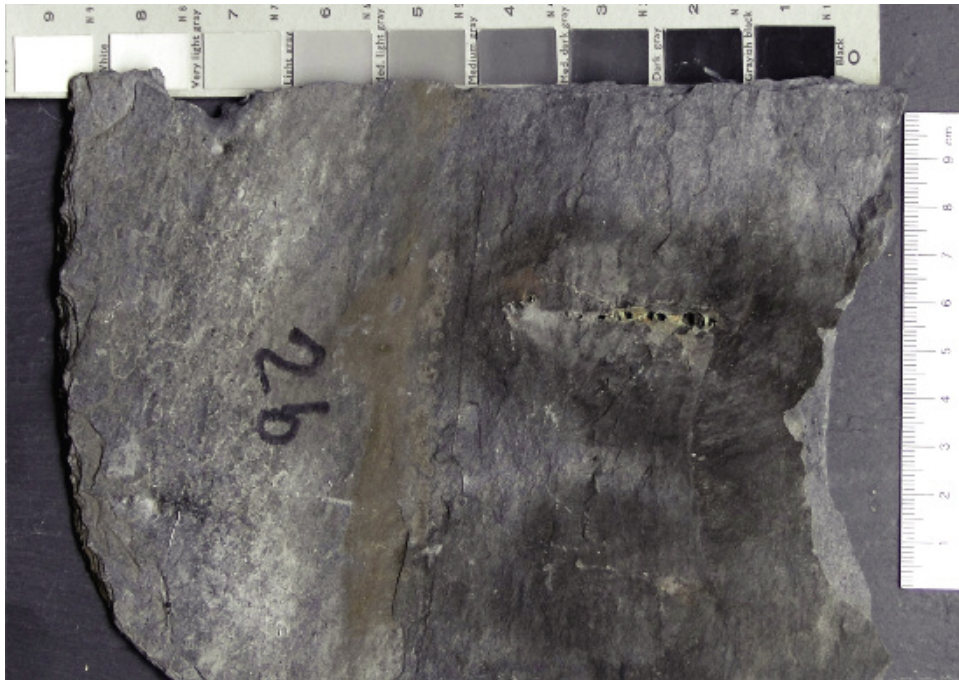


Abb. 5: Zu den Gesteinsfehlern zählen oxidationsanfällige Erzeinlagerungen wie hier in einem 50 Jahre alten Dachschiefer (Probe wie in Abb. 9a unten).

Eine grobe Schätzung des Karbonatgehalts kann, wie in der Feldgeologie üblich, durch das Beträufeln mit 10%iger Salzsäure (HCl) an mehreren Stellen einer Platte erfolgen. Ein deutliches hörbares Aufbrausen zeigt einen Kalkgehalt (Kalzit) von über 5% an.

Die Einregelung der Mineralien erfolgt in der Richtung der ersten Schieferung. Wenn es darüber hinaus noch eine weitere Einregelungs-Richtung z. B. quer zur Hauptspaltebene gibt, spricht man von einem Faden (englisch: grain; französisch: long-grain). Idealerweise wird diese Fadenrichtung entlang der Längsachse der Dachschieferplatte orientiert, ansonsten kommt es zu geringerer Biegefestigkeit.

Ebenfalls wichtig ist das mit bloßem Auge sichtbare Vorhandensein von Pyrit, Magnetkies, Markasit oder anderer Erze. Bei Vorhandensein von Einlagerungen ist zu vermerken, wie groß sie sind und ob sie von Glimmer umgeben sind bzw. die Platte durchdringen und zu Löchern führen können (Abb. 5).

4. Besonderheiten bei Altdeckungen

Die Prüfmethode und Grenzwerte der DIN EN 12326 beziehen sich auf Dachschiefer nach der Produktion und vor dem Einbau. Dies wird so auch im Normtext besonders betont. Trotzdem werden in Gutachten zu Altdeckungen immer wieder diese Methoden angewendet. Soweit dann nicht angepasste Grenzwerte zugrunde gelegt werden, führt dies zu Fehlschlüssen.

Die Wasseraufnahme von auf dem Dach verlegten Dachschiefern nimmt je nach Dachschiefer-Typ z. T. schon nach wenigen Jahren deutlich zu, ohne dass das Dach ins-

gesamt in Mitleidenschaft gezogen wird oder gar seine Regensicherheit verliert. Gleiches dürfte bei der Biegefestigkeit der Fall sein, die bei erhöhter relativer Wasseraufnahme sinkt (WAGNER 2007).

Ein weiteres Problem besteht auch in der Probennahme bei Altdeckungen, denn im Gegensatz zur einfachen Fertigware wurden die Dachschiefer neben der Zurichtung noch zusätzlich gelocht und oft mit etwas Spannung genagelt. Eine besondere Probenvorbereitung wie gesägte Formatierung und Anschleifen, so wie die Norm es eigentlich vorschreibt, dürfte nur bei wenigen Proben möglich bzw. bei älteren Dächern überhaupt nicht mehr möglich sein.

5. Untersuchungsmethoden und neue Grenzwerte für Altdeckungen

5.1. Klang- und Ritzprobe

Nach den einschlägigen Handwerksregeln wird eine Klangprobe durch den Verwender und vor dem Einbau gefordert (ZVDH 2006). Beim kurzen Anschlagen einer Schieferplatte mit einem Metallgegenstand lassen sich bei leichtem Scheppern feine Risse erkennen.

Daneben können, allerdings nur mit einiger Erfahrung, auch Gefügemängel und der Grad der Anwitterung mit dieser praktikablen Methode ermittelt werden, denn mangelhafte bzw. angewitterte Schiefer klingen dumpf gegenüber hell-metallisch klingenden frischen Schiefnern. Wegen besserer Vergleichbarkeit sollten die Tests nur



Abb. 6: Krustenbildung bei einem karbonathaltigen Dachschiefer. Die Löcher sind durch Hagelschlag entstanden. Die grau-gelblichen bis rötlichen Verwitterungsfarben sind typisch für diese Schiefer (Westfälischer Schiefer, Mitteldevon; 50 Jahre alte Deckung, wie Abb. 9b oben).

im lufttrockenen Zustand erfolgen. Die Ergebnisse können jeweils als „gut“ (=1), „mäßig“ (=2), „dumpf“ (=3) und „sehr dumpf“ (=4) klassifiziert werden.

Die Klangprobe wurde auch schon unter Laborbedingungen exakter untersucht. WAGNER & HOPPEN (1996) schildern eine Versuchsanordnung innerhalb der Forschungsprojekte „AUT“ in Mayen und „Phonam“ an der Universität Trier. An heilen und defekten Schieferplatten aus Mayen und aus Spanien wurden Anschlagsresonanzen, sogenannte „Pings“ an 6 verschiedenen Sektionen jeder Platte erfasst. Die Pings wurden dann einer Schallanalyse unterzogen, bei der eine Analyse in der Zeit/Amplitudenebene und Fourieranalysen mit Darstellungen in der Frequenz-/Intensitätsebene und im Zeit-/Frequenz-/Intensitätsraum zur Anwendung kamen. Nach Aufbereitung der Ergebnisse erreichten die damaligen Tests eine Aussagesicherheit von 62 bis 84 %, was für eine automatische Kontrolle ohne jedes menschliches Zutun noch nicht ausreichend ist.

Die mineralische Zersetzung und Anwitterung des Schiefers zeigt sich außerdem in einer Aufweichung der Ober- und Unterflächen der Platten. Die Aufweichung und damit die Anwitterung der Proben kann mit einem Ritztest erfasst werden. Dabei wird mit einem Eisennagel jeweils im Zentrum der Platte eine X-förmige Ritzung vorgenommen, so dass bei einem vorliegenden Faden (siehe Kapitel 3.3.) evtl. vorhandene Richtungsunterschiede berücksichtigt werden. Je nach Eindringtiefe und Widerstand der Oberflächen kann so die Aufweichung in „hart“ (=1), „leicht aufgeweicht“ (=2) und „stark aufgeweicht“ (=3) angegeben werden. Der Test erfolgt sowohl auf der Oberseite als auch auf der Unterseite. Im Vergleich zur Unterseite ist die Oberseite bei alten Dachschiefern meist weniger verwittert und bildet dort auch dünne Krusten (Abb. 6). Auch wenn nur die Unterseite aufgeweicht ist, gilt der Stein als verwittert, da er dann schon im Dachverband erheblich Wasser zieht.

5.2. Relative Wasseraufnahme

Die Bestimmung der Wasseraufnahme nach DIN EN 12326-2 ist auch ein gutes Maß für den Anwitterungsgrad eines Schiefers. Sie gilt außerdem als Nachweismethode für die Frost-Tau-Wechsel-Beständigkeit und weist auf die Anfälligkeit gegen chemische Verwitterung in der Zukunft hin. Beide Prozesse sind nämlich direkt vom Eindringen des (Regen-)Wassers in einen Baustoff abhängig.

Allerdings sind das genormte Verfahren und seine Grenzwerte nicht für eingebaute und erst recht nicht für jahrelang in Funktion stehende Schieferdeckungen gedacht. Die Anwendung bei Altdächern erfordert Modifikationen der Probengröße und -vorbereitung und der angewandten Grenzwerte. Solche Altschieferplatten müssen schonend behandelt werden und bedürfen außer einer vorsichtigen Reinigung der Patina, z. B. mit einem Handfeger, keiner weiteren Probenvorbereitung. Die Grenzwerte können aus den in Kapitel 3. geschilderten Erfahrungen höher bewertet werden (jeweils Masse-bezogen):

- Wasseraufnahme $\leq 0,6$ M.-%: akzeptabel, nach DIN EN 12326-1 ist die Frost-Tau-Wechselbeständigkeit ohne weitere Analysen anzunehmen.
- Wasseraufnahme $> 0,6$ M.-% bis $\leq 1,2$ M.-%: Bei langjährigen Dachdeckungen noch als akzeptabel anzusehen.
- Wasseraufnahme $> 1,2$ M.-% bis $\leq 1,8$ M.-% und $> 1,8$ M.-%: Nicht mehr akzeptabel.

5.3. Bewertung

Bei Altdeckungen ist die häufigste Fragestellung, ob es sinnvoll ist, eine Altdeckung noch zu reparieren oder ob eine komplette Neueindeckung notwendig ist. Heute wird

oft wegen der Nutzung des Dachgeschosses oder der Dachfläche selbst zugunsten einer Neueindeckung entschieden. Trotzdem ist es sinnvoll zumindest bei historisch wertvollen Gebäuden hin und wieder zugunsten einer Erhaltung oder teilweisen Erhaltung der Originaldeckung zu entscheiden, um Kulturgut zu erhalten.

Die Werte der Klang- und der Ritztests können quasi zu einer Gesamtnote addiert werden =

$$\text{Klangtest} + \frac{1}{2} \times \text{Ritztest Oberseite} + \frac{1}{2} \times \text{Ritztest Unterseite}.$$

Die Durchschnittswerte können anschließend wie „Schulnoten“ gewertet werden. Dies führt dann zusammen mit der Anwendung des Grenzwertes der relativen Wasseraufnahme zu einem Gesamturteil, wobei nicht der Einzelwert entscheidend ist, sondern die Anzahl oder der Anteil der noch akzeptablen Dachschiefer. Hierfür ist eine ausreichende Erfahrung mit Altschieferdeckungen erforderlich.

Die Wertung kann sich auch auf, im Hinblick auf die Regensicherheit, besonders kritischen Teilflächen des Gesamtdaches beziehen, wie z. B. Traufe oder Kehlen.

6. Eine besondere Versuchsanordnung für die Verwitterungsanalyse von Dachschiefer-Altdeckungen am Beispiel einer Truppenunterkunft.

Die in Kapitel 5. geschilderte Methodik wurde erstmals 1999 an 39 Kasernenbauten einer großen Truppenunterkunft angewendet. Dies erfolgte zusammen mit einer petrographischen Analyse, der Wertung von Gesteinsfehlern und einer Herkunftsanalyse (Kapitel 3. und 4.).

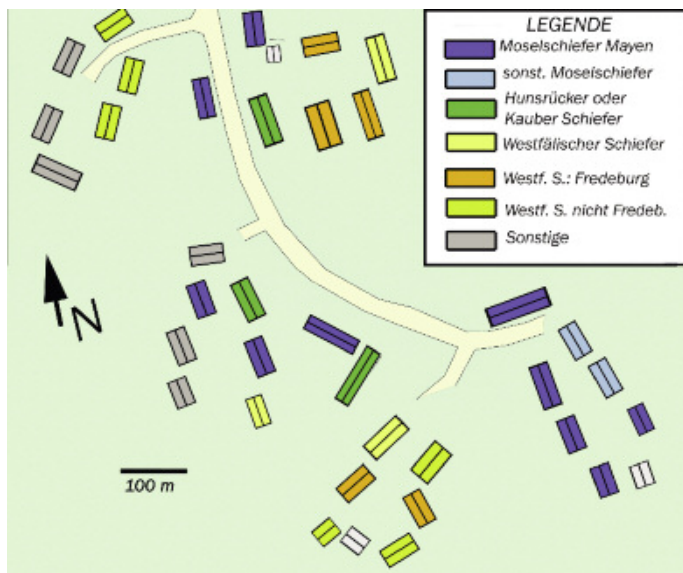


Abb. 7: Herkunftsansprache der ursprünglichen Dachschiefer einer Truppenunterkunft (Farben wie in Tabelle 1).

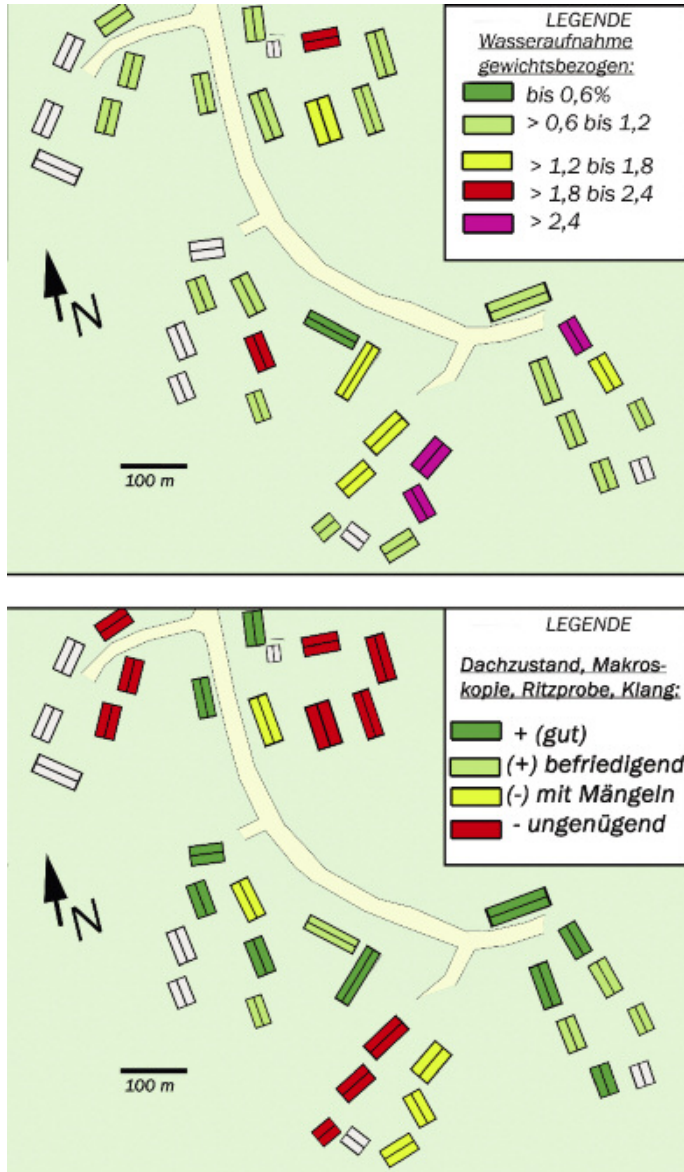


Abb. 8: Dachschiefer einer Truppenunterkunft wie Abb.7: Verwitterungszustand.

Obwohl die Bauten sonst keine architektonischen Besonderheiten aufwiesen, waren sie durchweg mit Dachschiefer in altdeutscher Deckung gedeckt und stammten allesamt aus dem Jahr 1961, dem Errichtungstermin der Truppenunterkunft. Die Proben erwiesen sich als Dachschiefer aus allen damals noch aktiven westdeutschen

Schiefer-Revieren (Tab. 1 und Abb. 7 und 9b Mitte). Diese Besonderheit ist wahrscheinlich einer politischen Initiative der Schieferindustrie zu verdanken. 1958 war es damals zu einem Streik in der deutschen Schieferindustrie gekommen, dem mit 3 Monaten längsten Streik im deutschen Bergbau überhaupt (WAGNER & HOPPEN 1995). Von diesem Einschnitt hatte sich die schon notleidende Schieferindustrie nicht mehr erholt und es wurden diverse parlamentarische Initiativen zugunsten der Verwendung von heimischen Dachschiefern auf öffentlichen Gebäuden gestartet. Diesem Umstand scheinen die Kasernenbauten ihre vergleichsweise wertvollen Dächer zu verdanken.

Alle Dächer der Truppenunterkunft waren 1999 noch regensicher. Bedingt durch die Architektur ohne jeden Dachüberstand war es aber zur Verwitterung von 2 Generationen von Fenstern gekommen. Da darüber hinaus Wanddämmungsmaßnahmen anstanden, sollte geprüft werden, ob es sich lohnt, einen Dachüberstand mit einer Dachschieferdeckung einfach zu ergänzen oder eine komplette Neudeckung vorzusehen. Ursprünglich war die ausschließliche Verwendung von heimischen Dachschiefern geplant, aus Kostengründen wurde z. T. aber später davon abgewichen.

Die Versuchsanordnungen waren für Verwitterungsstudien ideal: Es konnte an einer großen Anzahl von gleichalten und ähnlich konstruierten Gebäuden bei ähnlicher Witterungsbelastung verschiedene Dachschiefer-Typen studiert werden und allgemein vermutete Zusammenhänge endlich bestätigt werden.

Ein karbonathaltiger Dachschiefer, wie z. B. Westfälischen Schiefer, wird als weniger beständig angesehen, was sich tatsächlich sowohl beim Verwitterungszustand (Klang- und Ritzprobe) als auch bei der Wasseraufnahme zeigte (Abb. 8 und 9a Mitte und 9b oben und Mitte). Beim Verwitterungszustand ist dieser Zusammenhang deutlicher als bei der Wasseraufnahme. Wegen der ohnehin anstehenden umfangreichen Ergänzungsarbeiten wurde für diese Dächer eine komplette Neudeckung empfohlen.

Bei kalkarmen Dachschiefern wie Mosel-, Hunsrück- und Kauber Schiefer liegen die Einzelwerte zu einem großen Teil im noch akzeptablen Bereich, obwohl es erhebliche Ausreißer insbesondere beim Vorhandensein von Gesteinsfehlern gibt. Hier konnte der Erhalt bzw. die Ergänzung der Originaldeckung nach einer gründlichen Reparatur empfohlen werden.

Betrachtet man alte Dachschiefer-Flächen in Bezug auf die Ausrichtung zur Wetterseite, gilt bei Dachschiefer angeblich der Satz: „Dachschiefer liebt Regen“ d. h. Dachflächen in Luvlage zur Hauptwetter-Richtung sind angeblich beständiger als in Lee-lage. Da die verschiedenen Kasernenbauten in unterschiedlichen Richtungen gebaut wurden, bot es sich an, diese Vermutung zu überprüfen.

Für den Standort wurde eine Hauptwetter-Richtung von Nordwest bis West angenommen. Die oben genannten Aussagen zur Luvlage bestätigten sich bei den Ergebnissen der karbonathaltigen Dachschiefer. Bei den anderen Dachschiefern bestätigte sich dies nur andeutungsweise (Abb. 10). Wegen der Verwitterungsanfälligkeit der karbonathaltigen Dachschiefer sieht die DIN EN 12326 als Ausgleich eine Erhöhung der Mindest-Spaltdicke vor. Die Untersuchungen an der Truppenunterkunft zeigten allerdings keinen signifikanten Zusammenhang zwischen höherer Spaltdicke und besserem Zustand der Altschiefer bzw. ihrer Wasseraufnahme.

7. Andere Dachbeispiele

Nach der ersten Anwendung der Methodik konnte sie noch an vielen weiteren Altdächern getestet und verfeinert werden. Eine Auswahl zeigt Abb. 9a und b und zwar sortiert nach Alter der Dachdeckung.

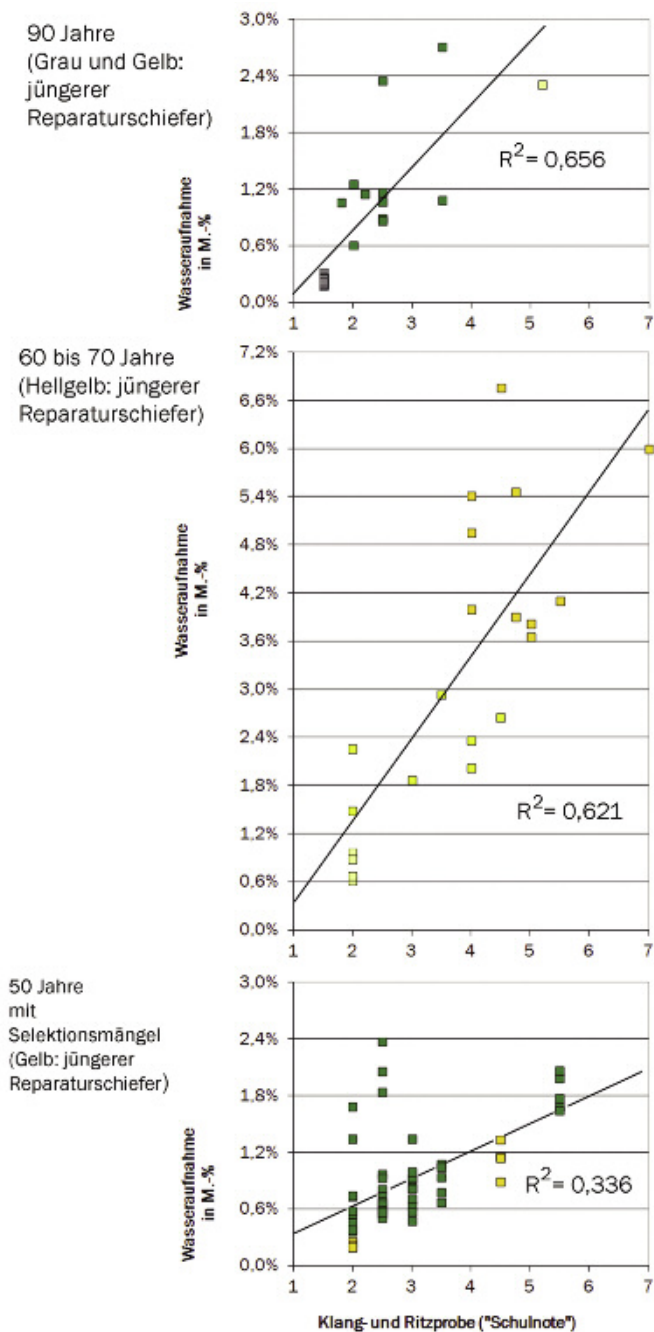


Abb. 9a: Diagramme zum Verwitterungszustand einiger Altdeckungen (Legende siehe Tabelle 1 und Abb. 7).

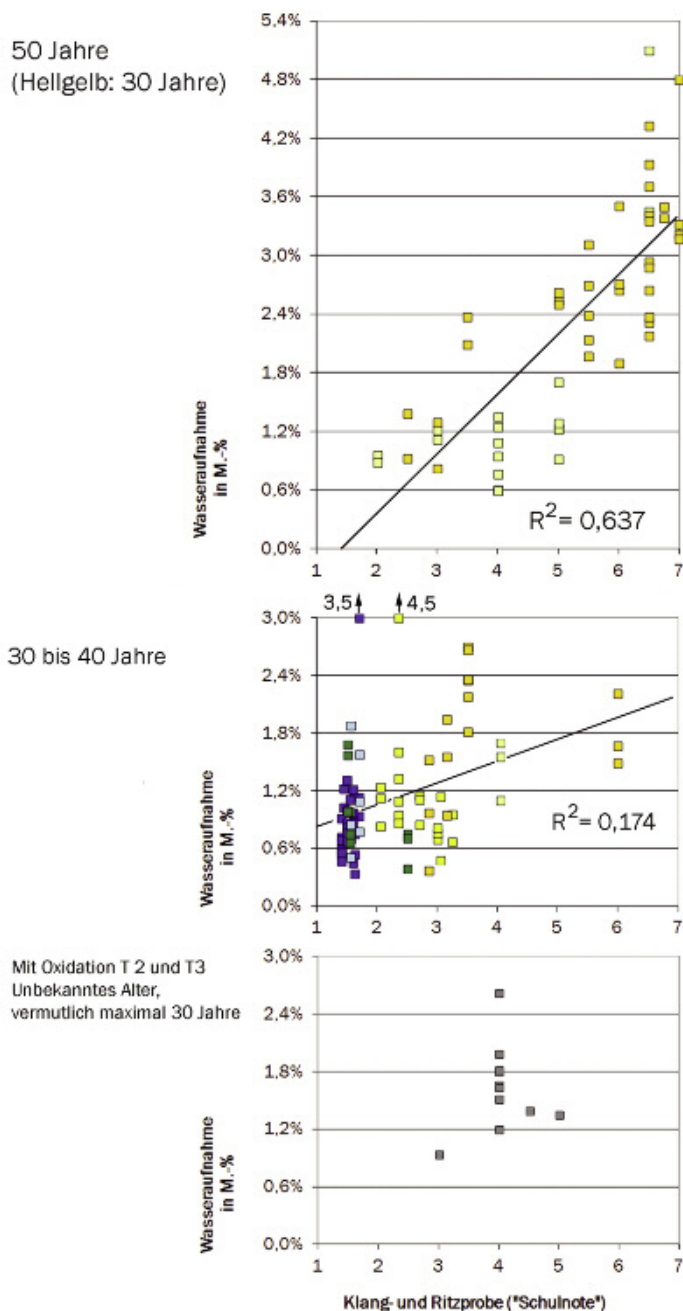


Abb. 9b: Diagramme zum Verwitterungszustand einiger Altdeckungen (Legende siehe Tabelle 1 und Abb. 7).

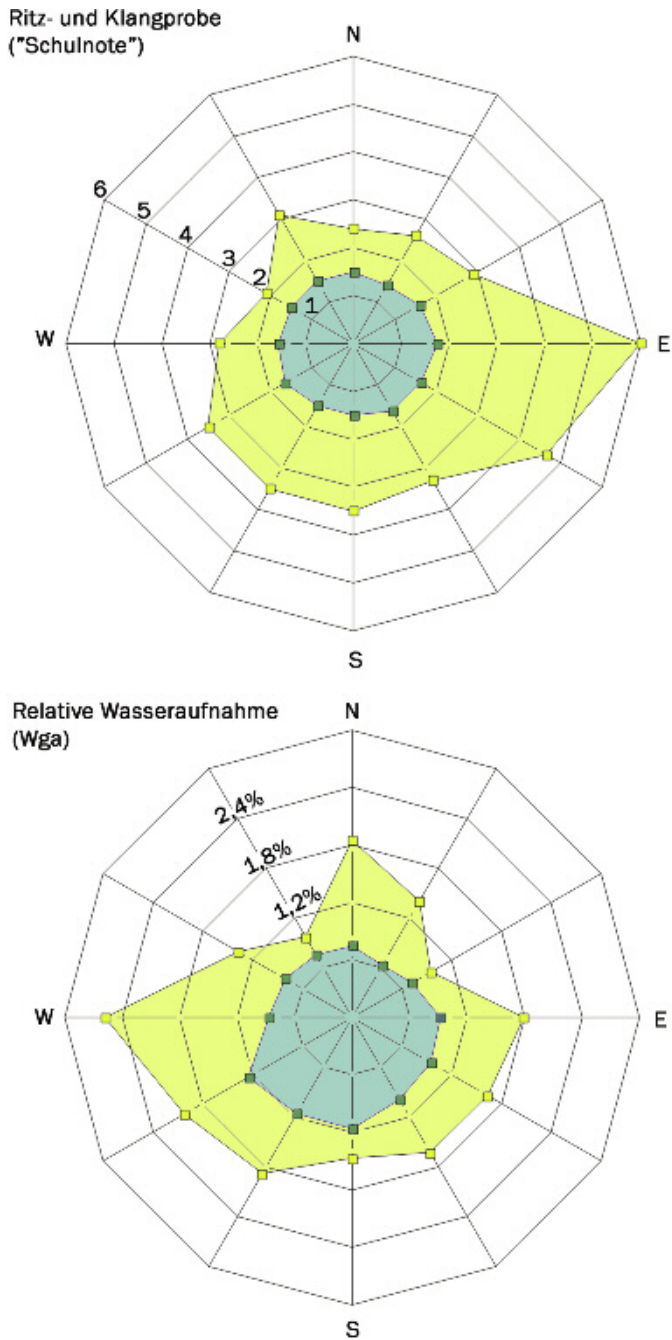


Abb. 10: Diagramme zur Richtungsabhängigkeit des Verwitterungsverhaltens von Dachschiefer (Gelb: karbonathaltiger Dachschiefer, Blau: karbonatarmer Dachschiefer, ansonsten wie Abb. 7).



Abb. 11: Auf dem Dach der Kaiser-Friedrich-Therme/Wiesbaden sind trotz zahlreicher neuer Einbauten noch große Teile der Originaldeckung mit Kauber Schiefer (Unterems-Stufe, Unterdevon) erhalten geblieben (wie Abb. 9a oben).



Abb. 12: Probenahme auf dem Dach der Kaiser-Friedrich-Therme/Wiesbaden.

Dachschieferdeckungen haben meist eine Lebensdauer von etwa 80 Jahren, schon allein wegen der Befestigungsmittel. Die von der Industrie-Werbung hervorgehobenen Dächer von 200 Jahren Alter und mehr sind sehr seltene Ausnahmen. Ein solch beachtliches Schieferdach war die Originaldeckung der Kaiser-Friedrich-Therme mit Kauber Schiefer, ein Jugendstil-Bau von 1910 bis 1913, mitten in Wiesbaden (Abb. 11 und 12). Es konnte, wie von der Denkmalpflege gewünscht, erhalten werden, da die meisten Platten der Originaldeckung in Klang- und Ritzprobe unter 4 und bei der relativen Wasseraufnahme unter 1,2 M.-% lagen (Abb. 9a oben).

Ganz anders bei einer 60 bis 70 Jahre alten Schieferdeckung mit karbonathaltigem Westfälischem Schiefer (Abb. 9a Mitte). Hier lagen fast alle untersuchten Dachschiefer im problematischen Bereich unter 4 und einer Wasseraufnahme meist weit über 1,2 M.-%, darunter auch die meisten später verlegten Reparaturschiefer. Nur einige wenige Reparaturschiefer, die wohl erst in den letzten Jahren eingebaut wurden, konnten als noch beständig klassifiziert werden.

Mangelte Regensicherheit und schlechter Dachzustand nach nur 50 Jahren hängen nicht immer an einem Karbonatgehalt des Dachschiefers. Die reparaturbedürftige Altdeckung mit karbonatarmen Kauber Schiefer auf einem relativ flachen Dach eines Kirchenschiffs zeigte erhebliche Selektionsmängel der Decksteine. Die untersuchten Decksteine erwiesen sich als relativ dünn und bruchanfällig. Außerdem gab es Diagonalklüfte (Messer) und Oxidationsbereiche mit Gefahr der Lochbildung (Abb. 5). Im Diagramm in Abb. 9a unten zeigen sich auch problematische Testwerte bei einem Teil der Proben.

Bei einer 50 Jahre alten Schieferdeckung einer Villenanlage mit karbonathaltigem Westfälischen Schiefer (Abb. 9b Oben) lagen fast alle untersuchten Dachschiefer im problematischen Bereich unter 4 und meist weit über 1,2 M.-% Wasseraufnahme, darunter auch ein großer Teil der Platten eines erst vor 30 Jahren ergänzten Dachs eines späteren Anbaus. Die fast kalkfreien Dachschiefer in Diagramm in Abb. 9b unten zeigen schon nach wenigen Jahren bei der Klang- und Ritzprobe Werte um 4, bei meist nicht mehr akzeptablen Wasseraufnahmewerten. Hinter diesem Diagramm stehen spanische Dachschiefer mit einer deutlichen Oxidation der Erzminerale.

Wenn man die Regressionen der Diagramme rechnet, in der jeweils nur 1 Schiefertyp aufgeführt ist wie in Abb. 9a oben und Mitte und Abb. 9b oben, ergeben sich lineare Trendlinien mit je nach Schiefertyp unterschiedlicher Steigung bei jeweils aber hohem Bestimmtheitsmaß ($R^2 > 0,6$). Im Umkehrschluss ist das Bestimmtheitsmaß dann gering, wenn mehrere unterschiedliche Schiefertypen wie in Abb. 9b Mitte aufgeführt werden.

8. Ergebnisse und Ausblick

Mit höheren Anforderungen an die Wohnkultur, die Wärmedämmung oder an Energiesparmaßnahmen bis hin zur Energieerzeugung nimmt die Nutzung des Dachraums und der Dachfläche selbst auch bei Altbauten ständig zu.

Dies betrifft dann auch Dächer mit landschaftstypischen und erhaltenswerten Schieferdeckungen. Hier muss zeitnah und nachvollziehbar geprüft werden, ob eine Originaldeckung in den nächsten Jahrzehnten regensicher erhalten bleiben kann oder ob es zu einer Neudeckung kommen soll.

Die in Kapitel 7. vorgeschlagenen Methoden erweisen sich als dafür geeignet, und haben sich bereits in der Praxis bewährt. Sie sind dann besonders aussagekräftig, wenn mit der petrographischen Analyse die Herkunft des Schiefers bestimmt werden kann, denn wie bei vielen Naturbaustoffen gibt es auch bei den Schiefervorkommen je

nach geologischen Eigenschaften nicht nur im Aussehen, sondern auch im Verwitterungsverhalten Unterschiede.

In den vergangenen Jahrzehnten sind viele Schieferdächer ausgetauscht worden, dabei sind auch einige wertvolle Originaldeckungen, die man als schützenswerte Denkmäler ansehen kann, verloren gegangen. Die vorgeschlagenen Methoden sollten helfen, einige der verbliebenen Denkmäler zu erhalten.

Schriften

- DIN EN 12326-1 (2004): Schiefer und andere Natursteinprodukte für Dachdeckungen und Außenwandbekleidungen – Teil 1: Produktspezifikation. Deutsches Institut für Normung e. V., (Beuth) Berlin.
- DIN EN 12326-2 (2010): Schiefer und andere Natursteinprodukte für Dachdeckungen und Außenwandbekleidungen – Teil 2: Prüfverfahren. Deutsches Institut für Normung e. V., (Beuth) Berlin.
- HIRSCHWALD, J. (1911): Die Dachschiefer einschließlich der Tonschiefer im allgemeinen und ihre Prüfung. – In: HIRSCHWALD, J.: Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung. IX. Teil, S. 592–904, (Bornträger) Berlin.
- HUNOLD, A. & PUNSTEIN, A. & WAGNER, H. W. & WIERSCHEM, F. (2004): Rekonstruktion der römischen Moselschiefer-Dächer auf dem Katzenberg bei Mayen/Eifel und weitere Beiträge zur über 2000-jährigen Handwerks- und Bergbaugeschichte des Schiefers.– Der Anschnitt, **56**, 2004, 1, S. 27–34, 10 Abb., 1. Karte, 2 Tab., Bochum.
- KHORASANI, R. (2009): Einfluss von Karbonatgehalt und Gefügemerkmalen auf die Witterungsbeständigkeit, beschrieben an zwei Fallbeispielen mit Sauerländer Schiefer. – Schriftenreihe des Schiefer-Fachverbandes in Deutschland e.V., **10**, S. 111–120, Trier.
- JUNG, D. (2009): Zur Frage der Qualitätsbeurteilung von Dachschiefer. – Schriftenreihe des Schiefer-Fachverbandes in Deutschland e. V., **10**, S. 75–107, Trier.
- WAGNER, H. W. (2007): Grundlagen für die Prüfung von Dach- und Wandschiefern; The basics of test methods of slates for roofing and cladding. – Z. deutsche Ges. Geowiss., **158**/4, S. 785–805, 11 Abb., 2 Taf., Stuttgart.
- WAGNER, H. W. & Baumann, H. & Negendank, J.F.W. & Roschig, F. (1997): Geologische, petrographische, geochemische und gesteinsphysikalische Untersuchungen an Dachschiefern. – Mainzer geowiss. Mitt., **26**, S. 131–184, 15 Abb., 12 Tab., Mainz.
- WAGNER, W. & HOPPEN, E. A. (1995): Forschungen zur Modernisierung des Schieferbergbaus – AuT-Forschungsvorhaben. – Schriftenreihe GDMB, **73**, 333 S., 105 Abb., 7 Tab., Clausthal-Zellerfeld.
- WAGNER, H. W. & KREMB-WAGNER, F. & KOZIOL, M. & NEGENDANK, J, F. W. (2012): Trier und Umgebung. – Sammlung geol. Führer, **60**, 3. Auflage, 396 S., 170 Abb., 1 Kartenbeilage, (Bornträger) Stuttgart.
- WAGNER, H. W. & LE BAIL, R. & HACAR-RODRIGUEZ, M. & STANEK, S. (1994): European roofing slates; Part 1: Remarks to the geology of mineral deposits. – Z. angew. Geologie, **40**, 2, S. 68–73, 6 Abb., Berlin.
- (1995): European roofing slates; Part 2: Geology of selected examples of slate deposits. – Z. angew. Geologie, **41**, 1, S. 21–26, 8 Abb., Berlin
- WAGNER, W. & SCHULTHEIS, W. (2011): Römischer Dachschiefer – Neue Funde und neue Erkenntnisse. – Der Anschnitt, **63**, 2011,6 , S. 202–206, 6 Abb., 1. Karte, 1 Tab., Bochum.

ZVDH (2006): Produktdatenblatt Schiefer, Maße, Anforderungen, Prüfungen, aufgestellt und herausgegeben vom Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks ZVDH – Fachverband Dach, Wand- und Abdichtungstechnik e. V., Ausgabe September 2006, (Rudolf Müller) Köln.

Anschrift des Autors:

Diplom-Geologe Dr. HANS WOLFGANG WAGNER,
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Schiefer, insbesondere
Dach- und Wandschiefer sowie Schieferbergbau, GUT-Beratungsbüro,
Im Nettetal 4, D-56727 Mayen.

Manuskript eingegangen am 7.7.2014