

TÜBINGER BLÄTTER

Das Magazin des
Bürger- und Verkehrsvereins

UNESCO
Weltkulturerbe



2018



Chemie-Cocktails in der Landschaft

Das Schadstoff-Forschungsprojekt CAMPOS

Peter Grathwohl und Hermann Rügner

Blick vom Wurmlinger Kapellenberg in das Untersuchungsgebiet im Ammertal mit den Ortschaften Pfäffingen (Ortsteil der Gemeinde Ammerbuch, links) und Unterjesingen (Stadtteil von Tübingen, rechts)

Foto: Marc Schwientek

Wo kommt unser Wasser her? Ist es sauber oder enthält es mehr und mehr unerwünschte Stoffe? Und welche Landschaftselemente spielen eine maßgebliche Rolle beim Abbau von Schadstoffen? Solche Fragen versuchen Geo- und Umweltwissenschaftler beispielhaft im Einzugsgebiet des Flüsschens Ammer zwischen Tübingen und Herrenberg zu beantworten.

Gegenstand der Untersuchungen sind der Fluss Ammer selbst mit Nebenflüssen und Drainagen, das oberflächennahe Grundwasser in den Talauen sowie der tiefer liegende Karst- und Kluft-Grundwasserleiter Oberer Muschelkalk und natürlich auch das Sickerwasser aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Erst durch die Weiterentwicklung von Analytik- und Messtechniken in jüngerer Zeit sind Untersuchungen in diesem Umfang mit der nötigen räumlichen und zeitlichen Auflösung möglich geworden.

Forschung zu Schad- und Spurenstoffen

Mit der Wasserqualität im Ammertal beschäftigt sich der Sonderforschungsbereich 1253 CAMPOS „Catchments as Reactors: Schadstoffumsatz auf der Landschaftsskala“. Dieser wird seit dem

1. Januar 2017 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert und ist im Fachbereich Geowissenschaften der Universität Tübingen angesiedelt. Die moderne Industriegesellschaft nutzt zwar viele Chemikalien zu ihrem Vorteil, aber ein Teil davon gelangt absichtlich oder unabsichtlich in die Umwelt. Beispiele hierfür sind Arzneimittel, Duftstoffe oder antibakteriell wirkende Substanzen aus dem häuslichen Abwasser, Pestizide und Herbizide (Schädlings- und Unkrautbekämpfungsmittel) sowie Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen oder Emissionen aus Verkehr und Industrie wie zum Beispiel Verbrennungsprodukte, Korrosionsschutzmittel oder Lösemittel. Glücklicherweise werden viele davon in Böden, im Grundwasser und in den Flüssen abgebaut. Aber manche bleiben – wenn auch in geringen Konzentrationen – erhalten.

Ein Beispiel hierfür ist das Herbizid Atrazin, dessen Einsatz in der Landwirtschaft Deutschlands bereits seit 1991 verboten ist. Es ist aber nach wie vor im Grundwasser und in Oberflächengewässern messbar, ohne dass bekannt wäre, wo es in der Landschaft über so lange Zeiträume gespeichert wird. Für das Nitrat, das hauptsächlich über Mineraldünger eingetragen wird, ist nicht klar, ob die Konzentrationen im Grundwasser langsam zunehmen oder ob die natürlichen Prozesse im Grundwasser ausreichen, um die Konzentrationen dauerhaft niedrig zu halten.

Der Fluss als Integrator

In den Flüssen sammeln sich Wasser und Stoffe aus den Einzugsgebieten. Sie liefern daher ein integriertes Signal über Stoffeinträge und -umsätze. So ist der



Idyllische Ammer bei Reusten

Hauptarm der Ammer zwischen Herrenberg und Tübingen von urbanen Stoffeinträgen geprägt, das heißt von Stoffen, die zum Beispiel durch Kläranlagen in den Fluss gelangen. Auch wenn die Ammer als Gewässer stellenweise einen naturnahen Eindruck vermittelt, findet sich bei genauerem Hinsehen – also bei Untersuchungen von Wasserproben mittels hochauflösender chemischer Analytik – durchaus ein reichhaltiges Spektrum an Chemikalien (siehe Tabelle), die im Wesentlichen aus Haushalten stammen.

Die Konzentrationen der meisten Stoffe sind zwar relativ niedrig, aber es ist nicht geklärt, wie sich dieser Chemie-Cocktail auf das Leben im Fluss auswirkt. Daher wird in den Untersuchungen zusätzlich die Toxizität, also die Giftigkeit bekannter und auch unbekannter Stoffe ermittelt. Letzteres erfolgt in Kombination mit so genannter Non-Target-Analytik und neuer biologischer Tests. Im Fluss selbst werden viele Stoffe mikrobiologisch und auch durch Photolyse (Zersetzung chemischer Produkte durch Licht) abge-

baut. Dieses Abbaupotential kann mittels Bilanzierungen der Stofffrachten entlang aufeinander folgender Flussabschnitte berechnet werden.

Schnittstelle zwischen Grund- und Oberflächenwasser

Folgt man vom Hauptarm der Ammer den Nebenflüssen und Drainagegräben, dann verschwindet der Einfluss von Kläranlagen. Das Spektrum der im Wasser vorhandenen Stoffe wird durch natürliche und von der Landwirtschaft eingebrachte Stoffe dominiert. Hervorragende Untersuchungsgebiete sind beispielsweise der Mühlbach zwischen Pfäffingen und dem Ammerhof, der obere Käsbach und der Schönbrunnen bei Entringen. Es gibt in dieser Gegend zwar auch kleinere Quellen, aber der Großteil des Wassers tritt diffus aus dem Untergrund aus und gelangt so in Bäche und Drainagen. Beim Austritt an die Erdoberfläche gesellt sich Sauerstoff hinzu, der Stoffumsatzprozesse im Wasser an der Schnittstelle Untergrund/Landoberfläche begünstigt.

Seeablagerungen und Grundwasserströme

Auf flaches Grundwasser trifft man zwischen Pfäffingen und dem Ammerhof. Hier hatte sich nach der letzten Eiszeit

Häufig angetroffene Stoffgruppen und deren prominente Vertreter in Flüssen

Stoffgruppe	Prominente Vertreter
Arzneimittel	Carbamazepin (Antiepileptikum): Einsatz bei Epilepsie und als Stimmungsaufheller Diclofenac (Schmerzmittel): Wirkstoff in Schmerzgeles und Schmerztabletten Ibuprofen (Antirheumatikum): Wirkstoff in Schmerztabletten
Duftstoffe	4,6,6,7,8,8-Hexamethyl-1,3,4,6,7,8-hexahydrocyclopenta[g]isochromen (HHCB) : Duftstoff in Wasch- und Reinigungsmitteln und Kosmetikprodukten
Flammschutzmittel	Tris(2-chlorisopropyl)phosphat (TCPP) : Flammschutzmittel v.a. in Kunststoffen; wird in sehr großen Mengen produziert
Antibakteriell wirkende Substanzen	Triclosan : Bakterienhemmender Wirkstoff in kosmetischen Präparaten und Desinfektionsmitteln
Pflanzenschutzmittel	Atrazin : Früher sehr weit verbreitetes Herbizid (Photosynthesehemmer) 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure (MCPA) , selektiv wirkendes Wuchsstoffherbizid
Insektizide	Diethyl-3-methylbenzamid (DEET) : Insekten-Repellent, Bestandteil bspw. in Insektenschutzmitteln
Hydrophobe Stoffe	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) : Aus unvollständiger Verbrennung von Heizmaterial und Kraftstoffen stammend, i.d.R. an Partikel gebunden
Nährstoffe	Nitrat : Bestandteil von Mineraldünger



Wasserzutritte nach Sanierung der Drainagen entlang des Ammertal-Radweges beim Tübinger Stadtteil Unterjesingen. Bemerkenswert sind die nach Sauerstoff-Zutritt erfolgten Ausfällungen von Eisenhydroxid.



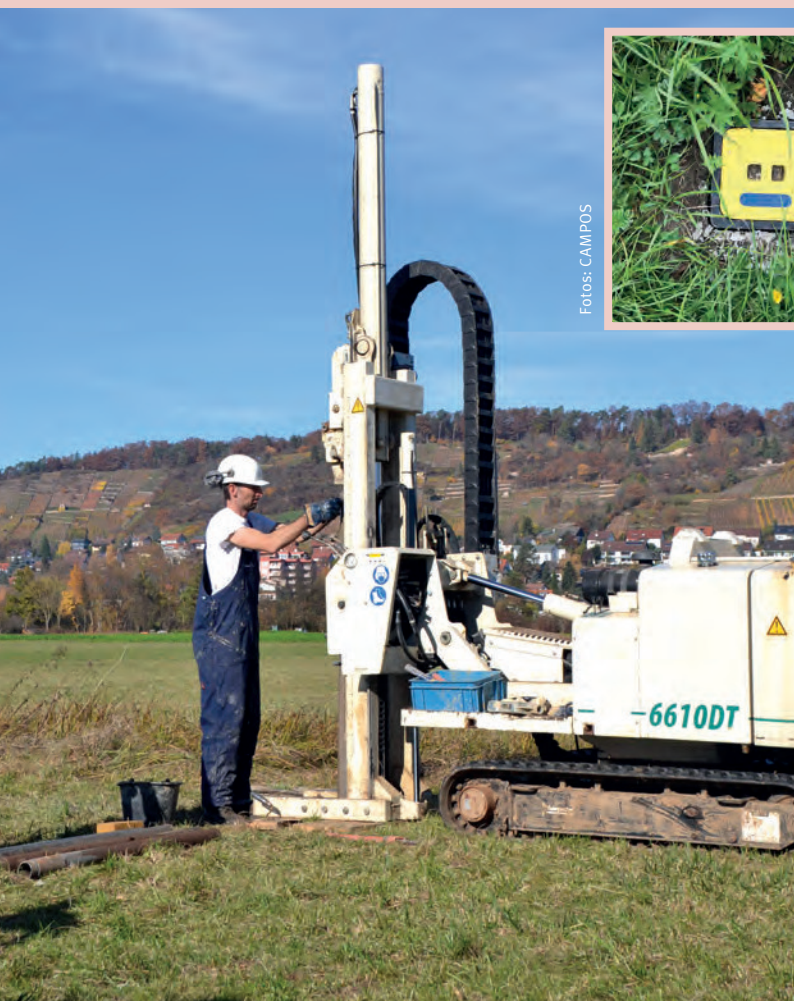
▼ Das Bohrgerät der Universität Tübingen im Einsatz

▲ Reiche Mikrobiologie: Bakterienrasen bei Zutritt von schwefelhaltigem Wasser



▼ Grundwassermessstelle beim Mühlbach

▲ Der Schönbrunnen bei Entringen mit Messwehr zur Bestimmung des Abflusses und des Stofftransports

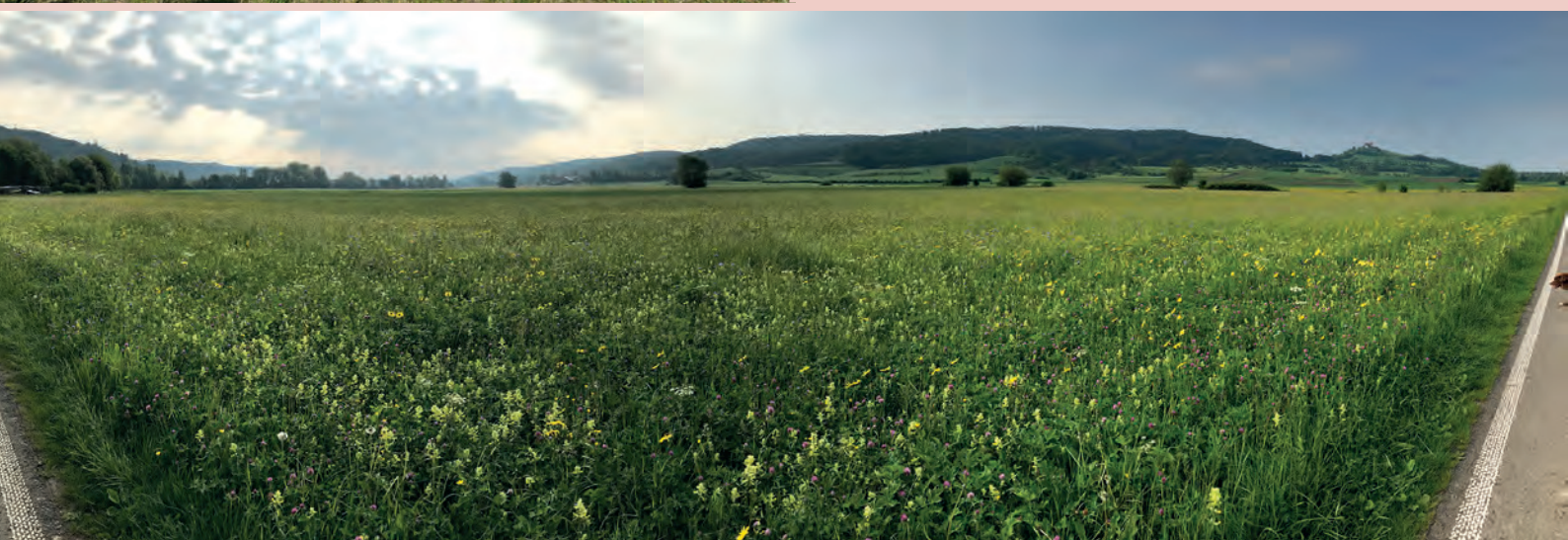


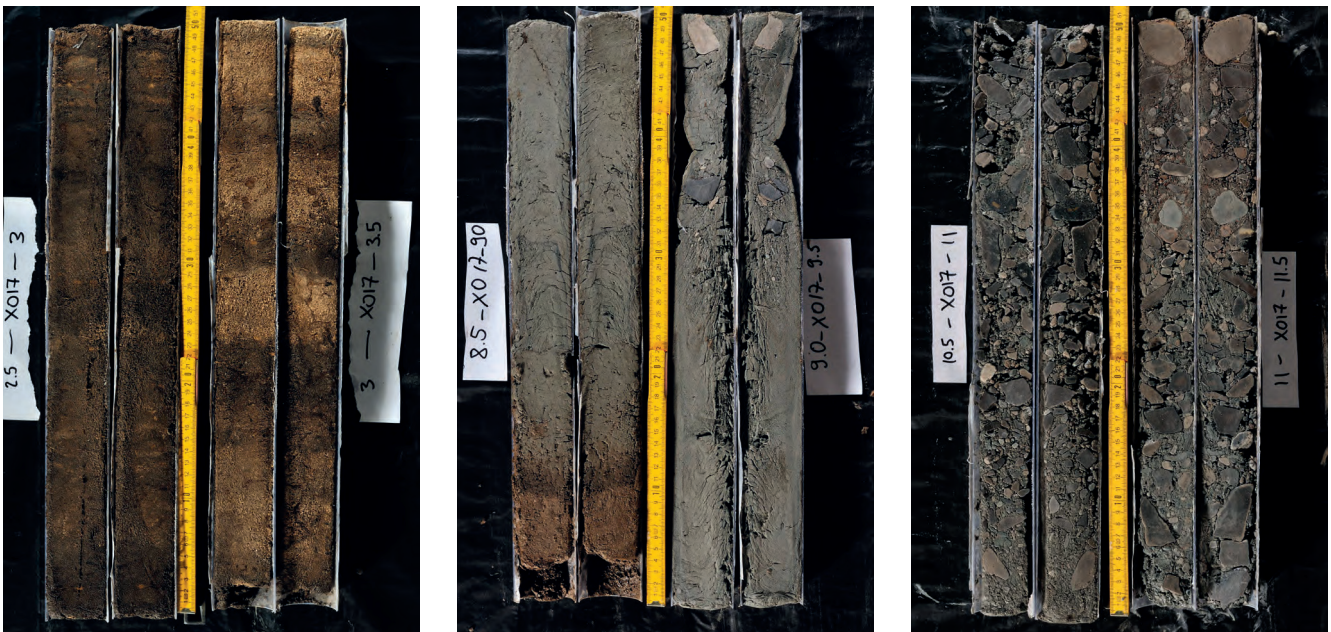
Fotos: CAMPOS



▲ Muschelkalksteinbruch im Gäu bei Haslach (im Hintergrund ist die Stadt Herrenberg erkennbar). Fruchtbare Lößböden liegen direkt auf dem verkarsteten Kalkgestein im Einzugsgebiet des Grundwasserleiters.

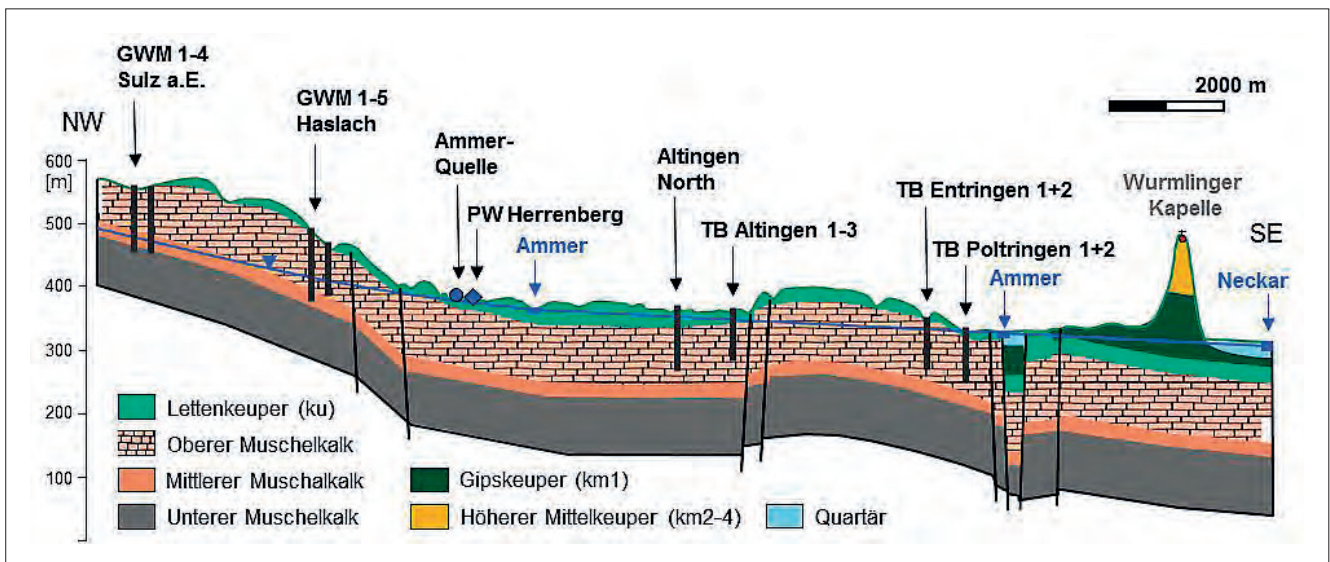
▼ Blick vom Radweg bei Unterjesingen auf das Gelände des ehemaligen Ammersees (rechts im Hintergrund die Wurmlinger Kapelle, mittig der Ammerhof, links Unterjesingen).





Fotos: CAMPOS

Bohrkerne aus dem ehemaligen Ammersee. Linkes Bild: Kalksande in 2,5 m bis 3,5 m Tiefe. Mittleres Bild: Nacheiszeitliche Tone in 8,5 m bis 9,5 m Tiefe. Rechtes Bild: Mäßig gerundete eiszeitliche Kiese in 10,5 bis 11,5 m Tiefe.



Geologischer Schnitt von Herrenberg über den Wurminger Kapellenberg bis zum Neckar (Grafik: modifiziert nach Villinger, 1982). Die mauernähnliche Signatur markiert den Grundwasserleiter im Muschelkalk. Die blaue Linie zeigt den mittleren Grundwasserstand.

ein See gebildet, der inzwischen jedoch verlandet ist. Dabei haben sich auch Torfschichten und so genannte Seekreide-Ablagerungen (Kalksande) gebildet. Sie bestimmen die Grundwasserchemie vor Ort bis heute maßgeblich. In den Torfschichten wird beispielsweise Nitrat reduziert und zu unschädlichem Stickstoff umgewandelt. Da der Neckar etwas tiefer verläuft als die Ammer, ist die unterirdische Wasserscheide in Richtung der Ammer verschoben. Dies bedeutet, dass das Sickerwasser von der Nordflanke des Spitzbergs im Untergrund in Richtung des Neckars strömen kann.

Die Grundwasserströmungsverhältnisse in der Aue selbst sind nicht geklärt. Daher wurden bisher 30 Grundwassermessstellen eingerichtet sowie zahlreiche Proben aus den Seesedimenten und Böden für geochemische Untersuchungen gewonnen, um diese auszuwerten.

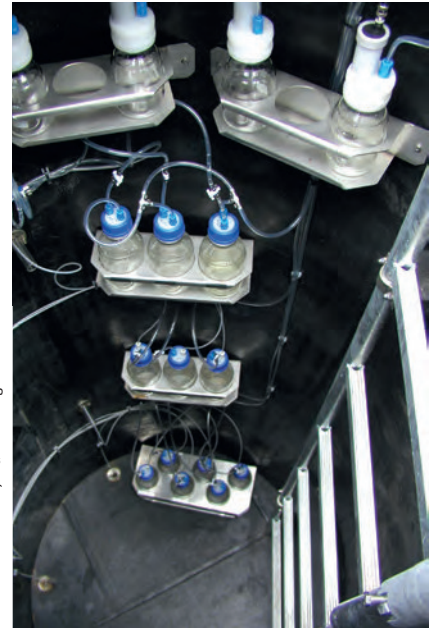
Der Muschelkalk als Grundwasserleiter

Die Muschelkalk- und Keuperlandschaft des Oberen Gäus zwischen dem Schwarzwald im Westen und dem Schönbuch im Osten wird aufgrund ihrer lößhaltigen und daher sehr fruchtbaren Böden

intensiv landwirtschaftlich genutzt. Die darunter liegenden, teils stark verkarsteten Gesteinspakete des Oberen Muschelkalks sind ergiebige Grundwasserleiter (Aquifere) und stellen daher bedeutende Trinkwasserspeicher dar. Böden in Karstlandschaften verfügen aber nur über eine begrenzte Filter- und Pufferkapazität im Hinblick auf mögliche Stoffeinträge in den Untergrund und in das Grundwasser. Das geförderte Wasser ist zum Teil relativ alt und meist deutlich geringer mit Nitrat belastet als das flache oberflächennahe Grundwasser. Eine wichtige Forschungsfrage ist daher, ob und



Im Boden bis 1,2 m Tiefe versenkte Boden-Monitoring-Station (Lysimeter)



Fotos: UGT GmbH, Müncheberg

Beprobung des Sickerwassers im Lysimeterschacht

– wenn ja – wie Nitrat auch in den tiefer liegenden Gesteinsschichten abgebaut werden kann. Zur Identifizierung solcher Abbauprozesse werden modernste molekularbiologische Methoden wie die Gen-Sequenzierung und die Analyse der mikrobiologischen Gemeinschaften vor Ort eingesetzt.

Vielerlei Stoffeinträge der Landwirtschaft

Landwirtschaftliche Stoffeinträge erfolgen in der Regel direkt auf die bearbeiteten Flächen. Da Böden viel organische Substanz enthalten, sind die biologisch-chemischen Umsatzraten hier besonders

hoch. Um dies für eine von Reihe von Stoffen (u.a. die Herbizide Glyphosat, MCPA und Atrazin und das Düngemittel Nitrat) detailliert zu untersuchen, werden an fünf Standorten im Ammergebiet (Unterjesingen, Poltringen, Entringen, Tailfingen, Haslach) Bodenmessstationen zur Beobachtung von Temperatur, Niederschlag, Boden-Wassergehalt und zur Sammlung des Sickerwassers unterhalb der landwirtschaftlich genutzten Flächen eingerichtet. Aus Sickerwasser-raten und Stoffkonzentrationen können die Stoffumsatzraten in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen abgeleitet werden. Die Untersuchungen erfolgen

zusammen mit den Agrarwissenschaftlern der Universität Hohenheim. Die beteiligten Landwirte stellen hierzu geeignete Flächen zur Verfügung und erhalten im Gegenzug Zugriff zu den ermittelten Daten.

Modellierung von Wasser- und Stofftransport, Prognosen der Wasserqualität

Parallel zu den Felduntersuchungen werden – hier insbesondere in Zusammenarbeit mit den Universitäten Stuttgart und Hohenheim – neue mathematische Modelle entwickelt, welche es erlauben, den Stofftransport mit den damit ver-



Gastlichkeit auf dem Land: im **Hotel Gasthof Lamm in Pfäffingen** gibt es sie. Ruhige, preiswerte Zimmer mit schlicht-schönem Interieur (Dusche, WC, Telefon, Fön, Rasierspiegel, Flachbild-TV, kostenloses W-LAN und Schreibtisch). Es gibt hausgemachte Schnäpse vom Feinsten von den eigenen Streuobstwiesen – Natur pur. Auch hausgemachte Kuchen und urige Vesper sind im Angebot. Der Rad- und Wanderweg führt direkt am Haus vorbei.



Tischreservierungen erwünscht

72119 Ammerbuch-Pfäffingen
Dorfstr. 42 · Tel. 0 70 73 / 30 50
www.lammhotel.com



EWALD WEIMER
FLIESEN-FACHGESCHÄFT GMBH

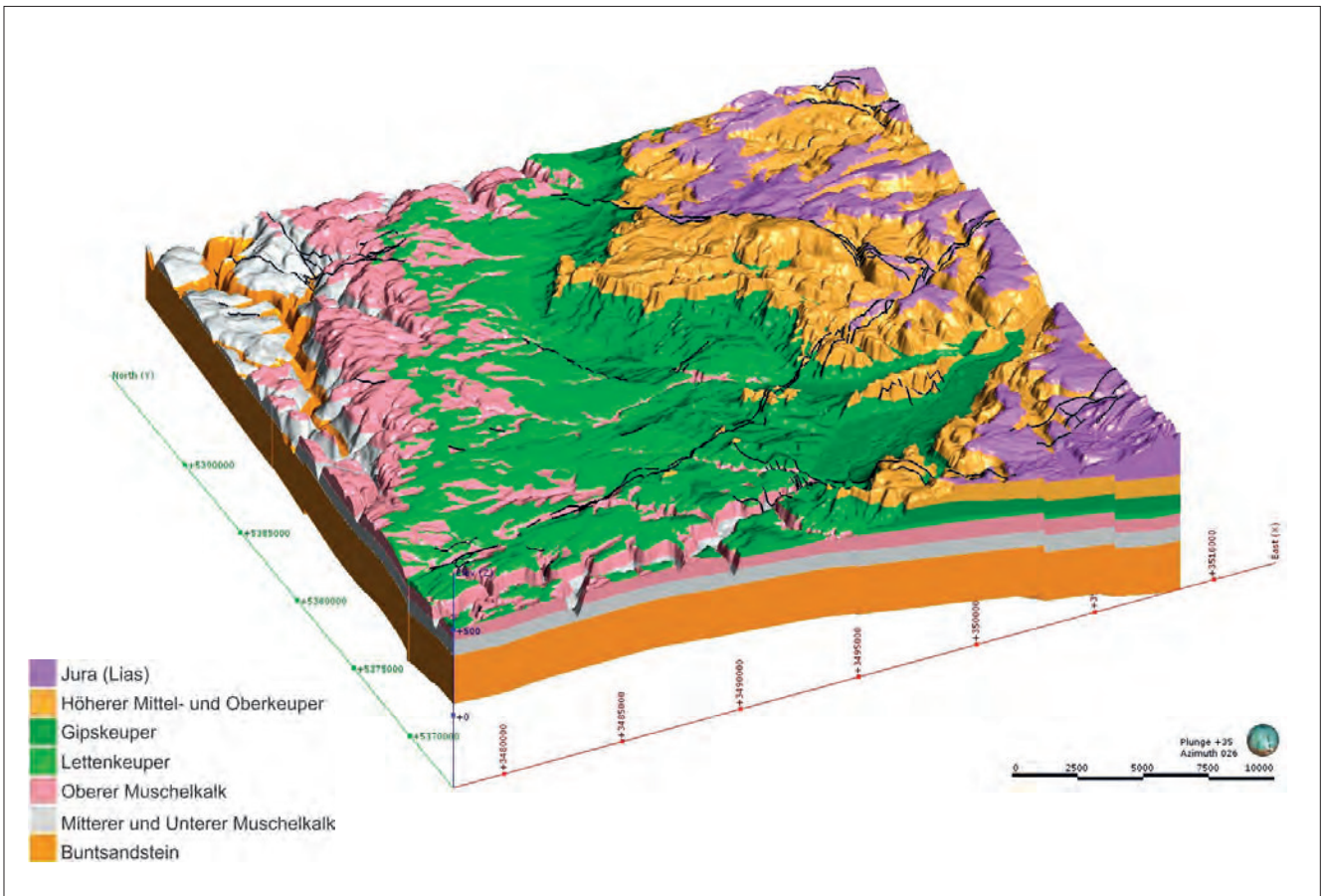
BALKON
WOHNZIMMER
TERRASSE
SCHLAFZIMMER
BAD
KÜCHE
ESSZIMMER



Wohlboldstraße 4 72072 • Tübingen-Derendingen
www.weimer-fliesen.de • 070 71 / 4 21 21

Fliesen- ausstellung: Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Str. 6
72770 Reutlingen

Besuchen Sie uns in der Ausstellung Reutlingen



*Digitales Untergrund- und Geländemodell des Ammer-Einzugsgebiets (Grafik: D’Affonseca).
Darauf aufbauend werden für das Untersuchungsgebiet Strömungs- und Stofftransportmodelle erarbeitet.*

bundenen Unsicherheiten zu beziffern. Dabei werden je nach Fragestellung mehr oder weniger aufwändige Modelle eingesetzt, wenn es beispielsweise um das detaillierte Prozessverständnis geht oder einfachere Modelle, wenn Aussagen zur langfristigen Veränderung der Oberflächen- und Grundwasserqualität getroffen werden sollen. Damit können Prognosen erstellt werden, wie sich mögliche Ände-

rungen der Landnutzung und des Klimas langfristig auf die Wasserqualität auswirken würden.

Das CAMPOS Team

Im Sonderforschungsbereich CAMPOS arbeiten zusammen: Geo- und Agrarwissenschaftler, Hydrologen, Biologen, Chemiker und Ingenieure der Universitäten Tübingen, Stuttgart, Hohenheim

und München sowie des Helmholtz-Zentrums für Gesundheit und Umwelt in München und des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung in Leipzig. Der Sonderforschungsbereich wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Die erste Förderphase umfasst den Zeitraum 2017 bis 2020. Eine Verlängerung bis zu insgesamt 12 Jahren Laufzeit ist möglich. ■



teilAuto
Carsharing Neckar-Alb



teilAuto statt Zweitwagen!

In Tübingen mit über 100 Fahrzeugen!

Carsharing ist die Alternative zum Zweitwagen, wenn

- Sie nachhaltig mobil sein wollen
- weitere Familienmitglieder (auch Fahranfänger) gleichzeitig ein Auto benötigen
- Sie weniger als ca. 7.500 Kilometer im Jahr mit dem Auto fahren
- Sie zwischen Kleinwagen, Kombi, 9-Sitzer-Bus oder Transporter wählen wollen
- Sie deutschlandweit auch bei anderen Carsharing-Anbietern fahren möchten

Tel. 07071-360306

teilauto-neckar-alb.de