



Umwelteinflüsse  
auf Denkmale  
untersuchen und vermitteln

Das Schulprogramm der



DEUTSCHE STIFTUNG  
DENKMALSCHUTZ



Organisation  
der Vereinten Nationen  
für Bildung, Wissenschaft  
und Kultur

unter Schirmherrschaft  
der Deutschen UNESCO-Kommission

# Umwelteinflüsse auf Denkmale untersuchen und vermitteln

## Herausgeber

Deutsche Stiftung Denkmalschutz  
Schlegelstr. 1  
53113 Bonn  
www.denkmalschutz.de

## Ein Kooperationsprojekt mit

Alfried Krupp-Schülerlabor der Ruhr-Universität Bochum  
YLAB – Geisteswissenschaftliches Schülerlabor der Universität Göttingen  
unterstützt von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück



## Konzeption und Redaktion

denkmal aktiv – Kulturerbe macht Schule  
Das Schulprogramm der Deutschen Stiftung Denkmalschutz  
Dr. Susanne Braun und Katja Hoffmann

## Autoren

Dr. Gilbert Heß, Katja Hoffmann, Dr. Christian Strippel

## Bilder

bbaw, Schülerlabor Geisteswissenschaften, Dr. Yvonne Pauly: S. 9;  
Deutsche Stiftung Denkmalschutz, Roland Rossner: S. 4, 5, 6, 10, 12, 20, 21;  
Jan Ermel: S. 13, 14; Ruhr-Universität Bochum, Maren Funke: S. 15;  
Dr. Christian Strippel: S. 16, 18; Yuan-Juhn Chiao: S. 17, 19;  
Stefan Ackermann Mainz: S. 7; Sven Treskatsch Berlin: S. 8

## Satz und Gestaltung:

maristeiner Grafik-Design, Bonn

© 2021 Deutsche Stiftung Denkmalschutz, Bonn

# Inhalt

## Lernen am Denkmal:

Wie wirken Umwelteinflüsse auf unser kulturelles Erbe ein? ..... S. 4

Schädliche Umwelteinflüsse auf das Kulturerbe  
als Gegenstand geisteswissenschaftlicher Fächer:

**Inschriften untersuchen im YLAB**..... S. 9

Schädliche Umwelteinflüsse auf das Kulturerbe  
als Gegenstand naturwissenschaftlicher Fächer:

**Messen, Analysieren, Modellieren im AKS**..... S. 15

**Quellen und Literatur**..... S. 21

Diese Handlungsanregung für Lehrkräfte ist Teil des Kooperationsprojekts

Lernen am Denkmal

Schädliche Umwelteinflüsse auf das Kulturerbe anschaulich im Schulunterricht vermitteln

Das Projekt wird unterstützt von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt  
(Laufzeit: 2020-2023)



Inskrift an einem Fachwerkhaus in Duderstadt

## Lernen am Denkmal: Wie wirken Umwelteinflüsse auf unser kulturelles Erbe ein?

Schädliche Umwelteinflüsse belasten die Gesundheit von Menschen und Tieren, schädigen Pflanzen – und können sogar Stein zersetzen. Etwa der „Saurer Regen“, der in den 1980er Jahren Schlagzeilen machte. Auch Denkmäler setzt er zu. Umwelteinflüsse greifen die Materialien an, aus denen sie vor Jahrhunderten erbaut wurden, und können ihren Verfall drastisch beschleunigen. Doch **unser Kulturerbe ist eine Ressource, die sich nicht erneuern lässt**. Deshalb sorgt die Denkmalpflege dafür, dieses wertvolle Erbe zu erhalten, und bekommt dazu Unterstützung von vielen ganz unterschiedlichen Fachdisziplinen. Bauchemiker, -physiker und Baustofftechniker bringen ihr Wissen dabei ebenso ein wie Historiker, Kultur- und Restaurierungswissenschaftler. Ein umfassender, interdisziplinärer Ansatz ist nötig, um diese Aufgabe zu meistern.

In Ballungsräumen ebenso wie in Gegenden, die unter Bevölkerungsrückgang leiden, steht das bauliche Erbe massiv unter Druck – teils durch Übernutzung, teils durch Leerstand. Hinzu kommen die normalen klimatischen Schwankungen, aber auch menschengemachte Klimaveränderungen, Starkregen-Ereignisse und schließlich Umweltverschmutzungen, die allerorten wirken. Die Liste der schädlichen Umweltfaktoren, die den Denkmalbestand bedrohen, ist lang. Schon seit Ende des 19. Jahrhunderts wird beobachtet, dass das Regenwasser über Industriegebieten mehr freie Säuren als üblich enthält. Vielen Denkmälern machen Umweltschädigungen also schon seit mehr als hundert Jahren zu schaffen.

Luftschadstoffe wie Stickstoff-, Kohlenstoffdioxid und Feinstaub sowie der mit ihnen belastete Niederschlag haben auf Denkmale stark schädigende Auswirkungen. Sie dringen in die Baumaterialien ein und führen dort zu strukturellen Veränderungen. Solche Schäden können einerseits die Statik eines Denkmals

gefährden, Lecks in der äußeren Hülle verursachen oder Bauteile zum Ab- bzw. Einsturz bringen. Andererseits – und nicht immer gleichzeitig – haben sie Verluste am Erscheinungsbild eines Denkmals zur Folge. Sie machen es unserer und folgenden Generationen schwerer, vielleicht im Laufe der Zeit sogar ganz unmöglich, die originale Form und Gestalt eines Baudenkmals zu erkennen und es als historische Quelle zu lesen: Zu erfassen, warum es so und nicht anders in Auftrag gegeben wurde, von wem, in welchem Stil und mit welchem Aufwand es errichtet wurde ... uns also Einblick zu gewähren in historische Ereignisse, aber auch in Denk- und Handlungsweisen früherer Zeiten. Für die Denkmalpflege hat so der Erhalt der originalen Substanz höchste Priorität. Denn es sind die Materialien eines Baudenkmals, die seine Zeitspuren tragen. Nur sie können Aufschluss geben über das, was in der Bauzeit geschah und in den vielen Jahren, die seitdem vergangen sind.

### LUFTSCHADSTOFFE

Stoffe, die den Regen sauer machen, sind vor allem Schwefeldioxid und Stickoxide aus Verbrennungsprozessen. Sie entstehen in großen Mengen in Kohlekraftwerken und durch den stark angewachsenen Verkehr. Etwa seit der Jahrtausendwende ist der Säuregehalt der Niederschläge gesunken, allerdings nicht nur durch Luftreinhaltung. Denn: Auch andere Stoffe binden Säuren, z.B. Ammoniak, das in der Tierhaltung in großen Mengen entsteht. Sie machen den Niederschlag selbst weniger sauer, aber im Boden werden die Säuren wieder freigesetzt und schaden weiterhin. Und: Ammoniak trägt zur Entstehung von Feinstaub bei.



Figureschmuck des Kurfürstlichen Schlosses Mainz

### Schädigungen und wie sie vermieden werden können – einige Beispiele

Stark betroffen von schädlichen Umwelteinflüssen sind Denkmale, die von vielbefahrenen Straßen umgeben sind, zum Beispiel die historischen Rathäuser und die großen Kathedralen in den Zentren der Städte. Ihre Putzfassaden und Steinmauern, schmückenden Figuren und wertvollen Buntglasfenster zersetzen sich unter der Einwirkung von Schadstoffen wie Ruß und Staub und werden rissig. Kalkhaltige Steine, Mauerfugen und Malschichten sind besonders anfällig. Durch chemische Reaktionen mit den Schadstoffen in der Luft und im Regenwasser entstehen auf der Oberfläche Gipse und Salze, der Stein darunter zerbröckelt, mineralische Pigmente – etwa in Anstrichen – lösen sich ab.

Die Methoden zur Vermeidung oder Beseitigung solcher Schäden sind vielfältig: Die Hölzer und Gefache von Fachwerkbauten können gegen Verwitterung geschützt, Steinmauern mit Festigungsmitteln behandelt oder Kirchenfenster durch zusätzliche Schutzverglasungen abgeschirmt werden. Nicht selten gilt dabei: Was aus struktureller Sicht hilfreich wäre, ist ästhetisch nicht wünschenswert, und was aus Sicht des Erscheinungsbildes günstig wäre, kann strukturell nicht hergestellt werden. Manchmal werden deshalb sogar ganze Schutzbauten neu errichtet. Für den Erhalt eines prächtigen Portals des Freiburger Domes, der „Goldenen Pforte“ aus dem 13. Jahrhundert, wurde schon 1903 eine Vorhalle gebaut – die heute selbst unter Denkmalschutz steht.

Auch Bauten aus Beton, die nur wenige Jahrzehnte alt sind, stehen unter Denkmalschutz, wie etwa der

Campus der Ruhr-Universität Bochum. Ihre Instandhaltung erfordert besondere Techniken. Das Audimax im Zentrum des Unicampus etwa, errichtet 1978, benötigte vor einigen Jahren eine Kernsanierung, mit der Schadstoffe wie Asbest und PCB großflächig beseitigt wurden. Auch die skulpturalen Werke des Architekten Gottfried Böhm sind Denkmale aus Beton. Um die berühmte Marienkirche in Velbert-Neuves gegen Schadstoffe und Wettereinflüsse unempfindlicher zu machen, wurde jüngst ein spezieller Textilbeton entwickelt, der auf die Dächer aufgebracht wird. So sind sehr unterschiedliche Maßnahmen der Denkmalpflege nötig, um das gebaute Erbe, das uns tagtäglich umgibt, zu erhalten

Der Mariendom in Neviges, dessen Betonsanierung die Deutsche Stiftung Denkmalschutz gefördert hat





Jugendliche untersuchen in einem denkmal aktiv-Projekt die Fassade eines Lichtspieltheaters.

### Aktiv werden mit Schulprojekten zu schädlichen Umwelteinflüssen auf das Kulturerbe

Stadthallen und Dorfkirchen, die alte Schule im Ort oder Siedlungshäuser der Zwischenkriegszeit: All diese Bauwerke leiden unter schädlichen Umwelteinflüssen. Was ginge verloren, wenn wir nichts dagegen unternehmen? Und was kann man tun? Wir laden Sie ein, diesen Fragen mit Ihren Schülerinnen und Schülern nachzugehen. Mit forschendem Lernen und in Projektarbeit, im Schülerlabor und am Denkmal selbst. Fächerverbindend und in Verschränkung all der geistes- und naturwissenschaftlichen Disziplinen, die für die Erkundung und auch die Erhaltung von Denkmalen nötig sind.

Gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, haben sich das Schulprogramm der Deutschen Stiftung Denkmalschutz *denkmal aktiv*, das YLAB – Geisteswissenschaftliches Schülerlabor der Georg-August-Universität Göttingen und das Alfred Krupp-Schülerlabor der Ruhr-Universität Bochum zusammengeschlossen. In einem auf drei Jahre angelegten Kooperationsprojekt zu den Auswirkungen schädlicher Umwelteinflüsse auf das Kulturerbe möchten wir gemeinsam mit Ihnen die Potenziale des Lernens am Denkmal und im Schülerlabor für den Unterricht heben.

Die Deutsche Stiftung Denkmalschutz ruft seit 2002 Schulen bundesweit dazu auf, Denkmale als außerschulische Lernorte zu entdecken. Über 1.400 Projekte konnten bisher im Rahmen des Programms *denkmal aktiv – Kulturerbe macht Schule* gefördert werden. Sie wurden im Klassenverband oder in Kursen, im Verbund mehrerer Fächer oder in schulischen Arbeitsgemeinschaften durchgeführt. Der **Förderschwerpunkt Lernen am Denkmal. Schädliche Umwelteinflüsse auf das Kulturerbe anschaulich im Schulunterricht vermitteln** zielt nun auf Projekte, bei denen Schulen und Schülerlabore zusammenarbeiten: Die Schule wählt ein Denkmal vor Ort und setzt damit das Thema des Projekts. In und mit den Schülerlaboren der Universitäten Göttingen und Bochum wird praktisch, anschaulich und experimentell dazu gearbeitet – und darauf aufbauend die weiterführende Arbeit im Verlauf des Schuljahrs in den Lernalltag eingebunden. Im Zentrum steht dabei die Auseinandersetzung mit schädlichen Umwelteinflüssen an einem Denkmal oder einem Ensemble in der Umgebung der Schule. Fachlehrkräfte aus den Natur- und Geisteswissenschaften sind gleichermaßen angesprochen. Ganz lebensnah, anschaulich und besonders spannend wird die Projektarbeit, wenn in Zusammenarbeit beider Bereiche fächerverbindendes Lernen möglich wird.

Damit Sie in Ihrer Schule schädliche Umwelteinflüsse auf Denkmale im Unterricht, im Ganztag oder an Projekttagen zum Thema machen können, erarbeiten wir ein umfangreiches Materialpaket, das Hintergrundinformationen, Recherchetipps, Unterrichtsmaterialien und gute Beispiele aus der Praxis umfasst. Ab Frühjahr 2021 bieten wir Lehrkräftefortbildungen an. Und wir eröffnen Ihnen mit unserem Förderprogramm Möglichkeiten, das Thema ab dem Schuljahr 2021/22 im Schulleben zu verankern und in Ihrem Unterricht praktisch umzusetzen.

### Bildung für nachhaltige Entwicklung – Lehrplananschluss inklusive

Für die Schülerinnen und Schüler heißt Lernen am Denkmal: Mit allen Sinnen mittendrin sein – und selbst etwas bewirken können. Denkmalerhalt ist ein öffentliches Interesse, das unsere Gesellschaft gegen konkurrierende Interessen immer wieder neu aushandeln muss. Deshalb berührt es die Bildung für nachhaltige Entwicklung in ihrem Kern: Wie verhalte ich mich als junger Mensch zu teils unkomfortablen, ungenutzten Bestandsbauten oder zu knappen Ressourcen in der Bauwirtschaft, wie zu Schäden an Denkmalen? Welche Auswirkungen hat mein Handeln oder Nichthandeln in diesem Bereich auf den Erhalt unserer Lebensgrundlagen, welche auf den Erhalt von Zeitspuren in unserer gebauten Umwelt, die Geschichte auch für spätere Generationen lesbar bleiben lassen?

In der Projektarbeit zu Umwelteinflüssen auf Denkmale füllen sich eine Vielzahl der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung mit ganz konkretem Inhalt. Was Nachhaltigkeit bedeutet, kann dabei im Wortsinn ganzheitlich beleuchtet werden: Das Lernen am Denkmal führt all ihre wirtschaftlichen, lebens-, sozial- und geisteswissenschaftlichen Aspekte an einem Gegenstand zusammen. So bietet Ihnen der Förderschwerpunkt die seltene Möglich-

**BEST PRACTICE**

Ein Beispiel dafür, wie BNE in der Schule ausgezeichnet gelingen kann, geben die Berufsbildenden Schulen I in Uelzen. In einem *denkmal aktiv*-Projekt untersuchten Lerngruppen der verschiedenen Bildungsgänge an der Schule historische Häuser, die den innerstädtischen Schnellenmarkt säumen. Gemeinsam erstellten Sie daraus ein Gesamtkonzept zur Revitalisierung des Platzes, das sie dem Bauamt der Stadt und den Hauseigentümern vorlegten. Dieses und weitere Projekte bescherten der Schule mehrfach den Titel „Lernort mit Auszeichnung“ des UNESCO-Weltaktionsprogramms Bildung für nachhaltige Entwicklung.



Auszubildende im Steinmetzhandwerk erkunden mit *denkmal aktiv* den Mainzer Hauptfriedhof.

keit, auch die kulturelle Seite der Nachhaltigkeit zum Thema zu machen.

Im schulischen Unterricht gibt es dazu, von den verschiedenen Fächern ausgehend, eine Vielzahl sich ergänzender Anknüpfungspunkte:

Im Fach **Geschichte** wird mithilfe von Denkmalen die Vergangenheit der Region lesbar – an einem historischen Bahnhof z.B., wie hier die Industrialisierung Einzug hielt, an einem Marktplatz die gesellschaftliche Ordnung im Mittelalter. Im Fach **Deutsch** können historische Bauakten und Gebäudeinschriften analysiert, aber auch Texte für eine Kampagnenseite oder für Schülerführungen zu einem gefährdeten Denkmal verfasst werden. Zu einer anschaulichen Auseinandersetzung mit den Gegenständen der Fächer **Religion und Ethik** laden Kirchen oder Friedhöfe verschiedener Religionen ein, etwa deren Grabstellen, die der Verwitterung ausgesetzt



Berliner Berufsschüler diskutieren Erhaltungsmaßnahmen am Portal der Elisabethkirche von K. F. Schinkel.

sind. In der **Chemie** lassen sich über die Korrosion von Gesteinen Verbindungen zu so verschiedenen Themenfeldern wie Stoffeigenschaften, zur chemischen Reaktion oder zu Säuren und Basen ziehen. In der **Informatik** kann die Programmierung eines Mess-Sensors oder die Modellierung eines Bauwerks inklusive seiner Schäden in den Fokus gerückt werden. Und in **sozialwissenschaftlichen Fächern** lässt sich in einem Denkmal-Projekt lernen, was gesellschaftliche Verantwortung und Interesse der Allgemeinheit bedeuten, welche Akteure an der Erhaltung von Denkmälern beteiligt sind, was ihre Aufgaben sind und wie sie politisch umgesetzt werden können.

### Lernen von und mit der eigenen Lebenswelt

Schädliche Umwelteinflüsse auf das Kulturerbe und die Maßnahmen zu seinem Erhalt stehen in keinem Lehrplan. Doch wie diese kurzen Beispiele zeigen, sind bei der Annäherung an Denkmale die methodischen und inhaltlichen Kompetenzen aller Fachbereiche gefragt. Für fächerverbindendes, integrierendes Lernen, das auf die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler ausgerichtet ist und ih-

nen Erfahrungen der Selbstwirksamkeit ermöglicht, ist das Lernen am Denkmal deshalb prädestiniert. Wertvoll ist dabei die **Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern**, die sich in der eigenen Region mit dem kulturellen Erbe befassen – sei es im Archiv, in der Behörde oder in einer Werkstatt. Wir helfen Ihnen gern dabei, den Kontakt zu solchen Denkmalexperten herzustellen!

Konstante fachliche Partner in Ihrem *denkmal aktiv*-Projekt sind in jedem Fall die **Schülerlabore der Universitäten in Göttingen und Bochum**. Zugeschritten auf Ihre Schulprojekt-Idee können sie Ihnen Angebote für einen Schülerlabor-Besuch der Lerngruppe machen und ermöglichen Ihnen praxisnahe Einblicke in das wissenschaftliche Arbeiten zu schädlichen Umwelteinflüssen auf das Kulturerbe. Einen ersten Eindruck davon, wie Sie mit Ihren Lerngruppen Denkmale am Schulstandort auf Umweltschäden befragen können, wie ein Projekttag im Schülerlabor dazu aussehen kann und wie sich das Thema mit Projektarbeit über einen längeren Zeitraum in den Schulalltag einbinden lässt, geben Ihnen die folgenden Seiten.

## Schädliche Umwelteinflüsse auf das Kulturerbe als Gegenstand geisteswissenschaftlicher Fächer: Inschriften untersuchen im YLAB



Schüler vermessen Epitaphien in einem Schülerlabor-Workshop.

Inschriften sind wichtige kulturelle Zeugnisse. Texte auf Grabdenkmälern, an öffentlichen Gebäuden und Bürgerhäusern oder auf Kanzeln, Kelchen und Glocken halten einen Reichtum an Informationen über vergangene Zeiten für uns bereit.

Haus- und Bauinschriften können Aufschluss geben über die Gründung oder Stiftung eines Baus, über Auftraggeber und Schirmherren, über die Umstände der Errichtung, die Architekten und die beteiligten Handwerker. Nicht selten erlauben sie eine genaue Datierung der Objekte, auf denen sie angebracht sind, nennen den Zeitpunkt der Grundsteinlegung, enthalten Informationen über den Baufortschritt oder die Namen beteiligter Personen.

Im öffentlichen Raum allen zugänglich, dokumentieren Hausinschriften das Schutzbedürfnis vor böswilligen Mächten, geben moralische Vorstellungen früherer Besitzer oder Auftraggeber wieder, zeugen

von ihrem religiösen Selbstverständnis oder von dem Versuch, die Erinnerung an Personen oder besondere Ereignisse für die Zukunft zu sichern. Ihre Gestaltung gibt ebenso wie die Verwendung bekannter Motive, Formeln und Zitate Aufschluss über einstmals wirksame kulturelle Codes.

Zugleich sind Inschriften Zeugen der Entwicklung sprachlicher Konventionen und Geschmacksvorstellungen, gewandelter Nutzungsformen und vielfältiger Veränderungen der sie tragenden Objekte. So können etwa die Umbettung von Gräbern, (Teil-) Abrisse, Umbauten oder Rekonstruktionen von Gebäuden jeweils eigene Spuren hinterlassen haben, die zum Verlust früherer Zusammenhänge führten – oder auch ihrerseits Auskunft geben über die Änderungen ethischer oder ästhetischer Vorstellungen. Als wesentliche Träger des kulturellen Gedächtnisses geben Inschriften vielfältige Einblicke in Denk- und Handlungsweisen vergangener Zeiten und doku-



In Sonthofen erkundet ein denkmal aktiv-Team einen historischen Grabstein.

mentieren ihre Entwicklungen bis in die Gegenwart. Besonders Grabdenkmale dokumentieren über die Jahrhunderte hinweg die gewandelte Einstellung der Menschen zu Tod und Auferstehung.

Wie die Gebäude selbst sind auch die oft im Freien zu findenden Inschriften auf Stein, Metall und Holz seit jeher Verwitterungs- und Zerstörungsprozessen ausgesetzt. Mit Zunahme schädigender Umwelteinflüsse ist auch die Gefährdung dieser Kulturgüter gestiegen: Schadstoffbelastete Luft und saurer Regen greifen die Trägermaterialien chemisch an, so dass die Oberfläche abbröckelt, die Inschriften beschädigt, unleserlich oder gar völlig zerstört werden. Wichtige Informationen drohen damit verloren zu gehen.

Mit unseren Projekten möchten wir den kulturhistorischen Wert von Denkmälern vermitteln, die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Inschriften im Unterricht demonstrieren, die Auswirkungen möglicher Verluste veranschaulichen und dadurch den Schutz von Inschriften und Inschriftenträgern befördern. Über die Auseinandersetzung mit den Texten sollen die historischen Gebäude als Inschriftenträger in ihrer Gesamtheit in das Lernen am Denkmal einbezogen werden.

### Geistes- und sozialwissenschaftliche Kompetenzen erschließen

Ausgangspunkt der Erforschung von Inschriften im geisteswissenschaftlichen Schülerlabor der Universität Göttingen bilden historische, kultur- und literaturwissenschaftliche Fragestellungen. Auf altersgerechte Weise werden dabei Einblicke in aktuelle geistes- und sozialwissenschaftliche Methoden vermittelt. Neben der Heuristik (Quellenfindung), der äußeren und inneren Quellenkritik, der Ideologiekritik und

Interpretation kommen im YLAB hermeneutische, vergleichende, textphilologische wie -editorische Verfahren zum Einsatz. Die intensive Auseinandersetzung mit Haus- und anderen Inschriften dient zugleich der Einführung in für den Denkmalschutz relevante naturwissenschaftliche Methoden. Erhalt und Pflege des kulturellen Erbes wird damit als essenzieller Bestandteil eines Nachhaltigkeitsansatzes mit seinen kulturellen, ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen erfahrbar.

Durch die Kooperation mit inner- und außeruniversitären wissenschaftlichen Einrichtungen können im YLAB interdisziplinäre und praxisnahe Einblicke in die aktuelle Forschung vermittelt werden. Besonders die enge Zusammenarbeit mit der Arbeitsstelle **Die Deutschen Inschriften des Mittelalters und der frühen Neuzeit** der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen bietet vielfältige Möglichkeiten – von einführenden Workshops zum Quellenwert von Inschriften bis zu Anleitungen zur fachgerechten Anfertigung von Transkriptionen. Auch ein Portfolio möglicher Facharbeitsthemen mit zugehörigem Text- und Bildmaterial steht zur Verfügung. Editionen und Fotodokumentationen geben praxisnahe Einblicke in kulturwissenschaftliche Arbeitsweisen mit authentischen Materialien und Objekten.

Insbesondere die Plattform **Deutsche Inschriften Online**, die im Rahmen des Inschriftenprojekts der Akademie entstanden ist, bietet äußerst nützliche Recherchemöglichkeiten im gesamten deutschsprachigen Raum. Sie stellt mit ihren vielfältigen Hintergrundinformationen und Kommentaren eine auch pädagogisch hervorragend nutzbare Arbeitsgrundlage für Schulprojekte dar.

➔ Weiterführende Literatur S. 21

## Im YLAB: Was Denkmale zu erzählen haben

Das geisteswissenschaftliche Schülerlabor bietet Themenprojekte an, die unmittelbar die curricularen Vorgaben aufgreifen. Über eintägige Workshops hinaus können – in enger Absprache mit den beteiligten Schulen – auch Projektwochen durchgeführt werden. Für Inschriftenprojekte im Rahmen eines Seminarfachs vermitteln wir außerdem spannende Facharbeits-Themen.

Beispiele für unsere Projektangebote:

### Transkription und Kontextualisierung – Inschriften verstehen und bewahren durch wissenschaftliche Forschung

Anhand von authentischem Bildmaterial wird das Endziffern, Transkribieren und Verstehen von Inschriftentexten unterschiedlicher Gattungen eingeübt. Den Anfang machen gut lesbare deutsche Kapitalis-Inschriften aus der Frühen Neuzeit, in der Folge werden einfache lateinische Texte erschlossen, insbesondere Grabinschriften, die einem festen Schema folgen und so auch ohne tiefergehende Sprachkenntnisse übersetzt werden können. Dabei werden zugleich die für das Entziffern von Inschriften nötigen Grundkenntnisse über die in Inschriften verwendeten Abkürzungen eingeübt. Um die Texte in ihren historischen und kulturellen Kontext einordnen zu können, analysieren wir die in den Inschriften zitierten Textquellen (z.B. Bibelzitate, Sprichwörter) recherchieren ergänzendes Quellenmaterial (z.B. Leichenpredigten) und werten es aus. Die im YLAB erworbenen Fähigkeiten im Umgang mit Inschriftentexten werden in einem zweiten Schritt direkt an Originalen erprobt: Bei einem Rundgang in der Göttinger Innenstadt oder für Teilnehmende aus den Landkreisen Schaumburg oder Nienburg vor Ort (z.B. Rintel, Bückeberg, Stadthagen, Nienburg, Hoya, Wolfenbüttel, Hameln, Hildesheim, Hannover oder Lüneburg) oder anderen Orten in Niedersachsen können die Kenntnisse konkret angewandt werden. Bei der unmittelbaren Begegnung mit den Objekten wird zugleich das Bewusstsein für die Umwelteinflüsse geschärft, denen die Inschriften jeweils ausgesetzt sind.

■ Deutsch, Geschichte, Jg. 8-11

### Einfallslos oder einfach genial? Formeln und Zitate in Hausinschriften

Hausinschriften zeichnen sich in der Regel durch eine auffällige Kürze aus: Sentenzen, Sinnsprüche, Rätsel oder Maximen zieren zahlreiche Häuser historischer Stadtkerne. Welche Formen können wir erkennen und welche Funktion erfüllten die meist mit Ornamenten verzierten kurzen Texte? Wo lassen sich diese „kleinen literarischen Formen“ ansonsten finden, wie wurden sie in anderen Zusammenhängen verwendet und was können wir – über ihren engeren Sinngehalt hinaus – über die Zeit ihrer Entstehung, die Kunst, Literatur und Lebensumstände der Menschen, die sie anbringen ließen, lernen? Wie sind Verzierungen und Motive wie z. B. Tierdarstellungen zu deuten? Wie können wir dieses Kulturgut vor dem Verfall bewahren? Eine literarisch-motivische Spurensuche für die Sekundarstufe I.

■ Sachkunde, Deutsch, Jg. 5-7

### Verwittert und zerbrösel, aber nicht vergessen: Gefährdung und Sicherung von Inschriften am Beispiel der Marktkirche in Hannover

Die Marktkirche in Hannover vereinigt seit dem Wiederaufbau um 1950 im Innenraum und außen über 30 Inschriften in Stein, die ursprünglich aus der Marktkirche, aber auch vom Nikolaifriedhof am heutigen Steintorplatz stammen. Die Grabdenkmale weisen Inschriften in unterschiedlichen Erhaltungs- bzw. Zerstörungsgraden auf. An ausgewählten Beispielen lassen sich die Geschichte der Standortwechsel und die Ursachen der Zerstörung (Krieg, Verwitterung, Einpassung in neue Standorte) untersuchen. Sehr gute Abbildungen in einer Edition von 1909 ermöglichen eindrucksvolle Vergleiche des Zustands zu Anfang des 20. Jahrhunderts mit der heutigen Beschaffenheit und lassen Probleme und Möglichkeiten der Rekonstruktion erkennen. Vor Ort können die Schülerinnen und Schüler die Folgen umweltbedingter Zerstörung erfassen und anhand der erhaltenen Spuren nachvollziehen, wie mittels unterschiedlicher Strategien durch kluge Recherche Verlorenes wieder rekonstruiert werden kann.

■ Geschichte, Jg. 10-13



Lüneburger Bürgerhäuser

### Warum muss man dieses Denkmal erhalten?

Denkmale und ihre Inschriften sind Objekte der Selbstrepräsentation. Wir erfahren aus ihnen etwas über Menschen vergangener Zeiten, von denen wir sonst oft keine schriftlichen Zeugnisse haben. Einerseits sind sie so wichtige Zeugnisse der Erinnerungskultur. Zugleich zeigen die einer großen Öffentlichkeit zugänglichen Inschriftendenkmale, was die Menschen von sich selbst preisgeben wollten, was ihnen so wichtig war, dass sie es dauerhaften Materialien anvertraut haben und damit für „ewige Zeiten“ bewahren wollten: wie die Menschen um ein verstorbenes Kind oder einen Angehörigen getrauert haben und mit welchen Vorstellungen sie sich getröstet haben, wie sich bedeutende historische Ereignisse wie der Dreißigjährige Krieg, Reformation, Teuerung und Missernten, Pest und Krankheit auf mentale Befindlichkeiten ausgewirkt haben oder ganz allgemein, was die Menschen in der frühen Neuzeit wussten.

Neben der Untersuchung dieser Themen gehen wir gemeinsam der Frage nach, inwieweit sich steinerne Denkmale von gedruckten und geschriebenen Schriftquellen unterscheiden und welche Auswirkungen die Unterschiede der Materialität auf die konkreten Notwendigkeiten und Möglichkeiten zu ihrem Erhalt haben.

■ **Geschichte, Religion, Ethik, Jg. 8–13**

### Hand in Hand – Restaurierung und Epigraphik

In einer engen Zusammenarbeit von Denkmalpflege und Epigraphik können beide voneinander profitieren: Ein Restaurator etwa benötigt bei der Wiederherstellung zerstörter oder stark beschädigter Inschriften nicht nur epigraphische Unterstützung bei der Lesung oder Vervollständigung der Inschriften, sondern auch bei der Gestaltung einzelner Buchstaben in ihrem Erscheinungsbild. Umgekehrt lassen sich Inschriften, die durch eine fachgerechte restauratorische Maßnahme freigelegt werden, zuverlässiger lesen und edieren. Diese Zusammenarbeit zeigt exemplarisch die Notwendigkeit interdisziplinärer Herangehensweisen moderner Wissenschaft und Forschung auf.

Anhand der 2019 durchgeführten Restaurierung der Wappenmedaillons **an der Fassade Große Bäckerstraße 30 in Lüneburg** können die Teilnehmenden nachvollziehen, wie wichtig bei denkmalpflegerischen Maßnahmen die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist. Neben praktischen Übungen zur **Epigraphik**, zum **Lesen von Wappen** (Blasonieren) und zur **Ahnenforschung** (Genealogie) stehen der Restaurator Markus Tillwick (Lüneburg) und die Epigraphikerin Dr. Sabine Wehking (Göttingen) für ein Expertengespräch in einer Videokonferenz zur Verfügung.

■ **Deutsch, Geschichte, Jg. 10–13**



### „Wer Gott vertrawet, hat wol gebawet“? Gefährdung und Erhaltung von Fachwerk – Erkundungen in Duderstadt

Eine Projektwoche zum Thema: Wie gestaltet sich modernes Leben in einer historischen, von Fachwerkhäusern geprägten Stadt? Das Interesse an Substanzerhalt und der Rettung des Bauerbes vor dem Verfall auf der einen und die Ansprüche an eine wirtschaftlich attraktive Innenstadt mit Ladenzeilen, komfortablem Wohnraum und ausgereiften Technik- und Energiekonzepten auf der anderen Seite prallen aufeinander und müssen zum Ausgleich gebracht werden.

Im einführenden Planspiel **„Imaginativa: Meine Stadt – meine Zukunft“** erkunden Schülerinnen und Schüler zunächst, wie nachhaltige Jugendinitiativen einen Ausgleich zwischen dem Interesse am Erhalt kulturellen Erbes, wirtschaftlichen Aspekten und Bedürfnissen des modernen Wohnens und Bauens im kommunalen Raum erzielen können.

Die im Planspiel entwickelten Problemlösungsstrategien werden dann in den Folgetagen durch Begegnungen an und mit den historischen Objekten und ihren Bewohnern nachvollzogen: In Stadtrundgängen lesen die Jugendlichen exemplarisch Hausinschriften, interpretieren sie auf ihren Aussagewert und setzen sie in Bezug zu den Häusern als Inschrift-

Inschrift über einem Hausportal in Duderstadt

träger. Die Untersuchung der äußeren Merkmale (Grad der Zerstörung bzw. Restaurierung oder Rekonstruktion, Umweltschäden) ist Ausgangspunkt einer **materialkundlichen Untersuchung**, zugleich aber auch der Erkundung **moderner Effizienzanforderungen** (z.B. an die Energiebilanz).

Innere Merkmale werden u. a. durch die Lektüre und Transkription der Inschriften, die Interpretation des Aussagegehalts in Geschichte und Gegenwart, durch Kontextualisierung, die Untersuchung intertextueller, religiöser, historischer, sozialer Bezüge und durch die Untersuchung der Relation zwischen Inschrift und Inschriftenträger analysiert. Interviews mit heutigen Hausbewohnern erlauben den Jugendlichen schließlich einen unmittelbaren Bezug zu den im Planspiel theoretisch erworbenen Kenntnissen. In ihnen werden die **Gefährdung der Inschriften durch Umwelteinflüsse**, die Ziele des Denkmalschutzes und Erhaltungsmaßnahmen, aber auch die Ansprüche heutiger Bewohner an einen modernen Lebensstandard und die aktuellen Umweltauflagen in der Praxis erkundet und Möglichkeiten des Interessenausgleichs im Sinne der Nachhaltigkeit diskutiert.

■ **Interdisziplinäre Thementage, Projektwochen, etc.**



Figurenschmuck und Inschrift am Hesseschen Haus in Duderstadt

## In der Schule: Wie Fächer sich vernetzen

Wie unterschiedlich die Angebote des YLAB an konkreten Denkmälern umgesetzt werden können, machen die folgenden Zitate von Lehrkräften deutlich:

Ben Thustek (Geschichte, Kath. Religion, Politik-Wirtschaft, Eichsfeld-Gymnasium Duderstadt):

„Die Altstadt von Duderstadt ist ein herausragendes Fachwerkensemble. Viele Schülerinnen und Schüler wohnen in Häusern, die drei- bis vierhundert Jahre alt sind. In einem Seminarfachkurs Geschichte wollen sie sich mit einigen ihrer Geschichten näher beschäftigen. Da geht es z. B. um die Nachnutzung eines Fachwerkhauses für Kinder und Jugendliche, um schiefgegangene Restaurierungen und um protestantische Glaubensbekenndungen an einem Gebäude des 16. Jahrhunderts. Mit Unterstützung des YLAB können sich die Jugendlichen wissenschaftspropädeutisch die Grundlagen für eine Seminarfach-Arbeit erschließen und ihr jeweiliges Thema auf fachlicher Ebene vertiefen. Mit Hilfe eines Barcodes soll ein Rundgang in der Stadt kreiert werden, der zu den verschiedenen Gebäuden führt.“

Dr. Daniela Forkmann (Deutsch, Politik-Wirtschaft, Otto-Hahn-Gymnasium Göttingen):

„In Göttingen begegnen unseren Schülerinnen und Schülern Inschriften an Fachwerkhäusern, aber auch an Denkmälern für historische Persönlichkeiten oder Ereignisse sowie an kirchlichen Gebäuden und Privathäusern, in denen bedeutende Gelehrte lebten. Indem die Jugendlichen sich mit diesen Zeugnissen unserer Kultur beschäftigen, erarbeiten sie sich nicht nur eine Stadtkarte Göttinger Ideengeschichte. Sie können so auch erfahren, wie sich Insignien öffentlicher Repräsentation gewandelt haben, um sie mit dem heutigen Staatsverständnis zu vergleichen und zu einem tieferen Verständnis der Frage zu gelangen, welches Bild vom Staat wir in der Gegenwart haben. Lernen am Denkmal ermöglicht vielfältige Zugriffe für die Fächer Deutsch, Geschichte und Politik sowie fächerübergreifendes Arbeiten. Zudem fördert es Lernen im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung, da es zeigt, wie menschengemachte Umweltbedingungen die Manifestationen unseres kulturellen Gedächtnisses beeinflussen und an ganz konkreten Beispielen mögliche Lösungsansätze zu ihrem Erhalt eröffnet.“

# Schädliche Umwelteinflüsse auf das Kulturerbe als Gegenstand naturwissenschaftlicher Fächer: Messen, Analysieren, Modellieren im AKS

Umwelteinflüsse auf Baudenkmale sind aus naturwissenschaftlich-technischer Perspektive komplexe Systeme. Denkmale vereinen verschiedene Baustoffe in Kombination und diese Stoffe sind in diversen Materialien (Holz, Natur-/ Ziegelstein, Mörtel, Beton ...) zu bestimmten Formen zusammengesetzt.

Umwelteinflüsse wirken teils konstant, teils periodisch schwankend und teils ereignisbezogen auf die Baudenkmale ein – etwa physikalisch (z.B. Temperatur), chemisch (z.B. saurer Regen) oder mechanisch (z.B. Wind mit Feststoffpartikeln). Diese Einflüsse führen zu Veränderungen der Baustoffe und damit der Baudenkmale.

In den meisten Fällen erfolgen diese Veränderungen kontinuierlich, sodass zum Zeitpunkt der Untersuchung eines Baudenkmal nur ein kurzer Moment im Lebenszyklus des Denkmals erfasst wird. Darum wird es in Untersuchungen meist darum gehen, die aktuelle Situation zu **analysieren**, bestehende Einflüsse zu **messen** bzw. Messdaten zu früheren Einflüssen zu erhalten und schließlich die Vorgänge zu **modellieren**.

Beim **Analysieren** sind die zentralen Fragen: In welchem Zustand befindet sich das Denkmal? Welchen Ausgangszustand hatte es, welche Einflüsse könnten welche Veränderungen hervorgerufen haben?

Beim **Messen** sind die zentralen Fragen: Welche Umwelteinflüsse wirken aktuell auf das Baudenkmal ein? Welche Umwelteinflüsse haben in der Vergangenheit eingewirkt? Wie können Messdaten erhoben werden?

Beim **Modellieren** stellen sich weitere Fragen: Wie kann ein geeignetes Modell analog oder digital geschaffen werden? Wie können Umwelteinflüsse modelliert oder simuliert werden? Welche Veränderungen werden am Modell im Vergleich zum Original sichtbar? Können durch die Erprobung von Schutzmaßnahmen am Modell Rückschlüsse auf das Original gezogen werden?



Schülerinnen bei einem Experiment im Alfred Krupp-Schülerlabor der Ruhr-Universität Bochum

Angesichts der Komplexität der Systeme sind für die Untersuchung von Umwelteinflüssen auf Baudenkmale verschiedene wissenschaftliche Disziplinen erforderlich. Sie greifen in unterschiedlicher Weise auf Methoden der Analyse, Messung und Modellierung zurück. So bieten sich diverse Möglichkeiten für eine Untersuchung von Umwelteinflüssen auf Baudenkmale – in der Anbindung an ein Fach, in einem fachübergreifenden oder fächerverbindenden Ansatz.

## Analysieren

Das **Analysieren** des Ist-Zustands und des Ausgangszustands eines Baudenkmal kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Einen ersten Zugang zum Ist-Zustand gibt in der Regel eine Begehung des Baus. Dabei kann der makroskopische und oberflächliche



Eigenbau einer Messstation mit der senseBox

Zustand beschrieben und dokumentiert werden. Der Zustand kann vermessen (z.B. Risse oder Materialdicken) und durch Notizen und Fotos dokumentiert werden. Wenn möglich, können im Rahmen einer Begehung auch Materialproben genommen werden. Hierzu ist eine Zustimmung der zuständigen Stellen unerlässlich. Derartige Proben können dann zu einem späteren Zeitpunkt weiter analysiert werden, um Informationen über strukturelle Eigenschaften (wie z.B. den Wassergehalt oder den pH-Wert von Beton) zu erhalten. Die Analyse des Ausgangszustands eines Denkmals ist häufig schwieriger. Hier können Baupläne aus Archiven, Dokumentationen in Bild und Schrift zu früheren Zeitpunkten oder die Arbeit mit Modellen Aufschluss geben.

**Beispiel Ruhr-Universität Bochum:** Die Ruhr-Universität ist ein Ensemble von Stahlbetonbauten. Bei einem Rundgang finden sich an unsanierten Orten auf dem Campus Stellen mit abgeplatzt Beton und freiliegender, gerosteter Bewehrung. Eine Analyse von Betonproben zeigt an solchen Stellen eine Veränderung des pH-Wertes.

➡ Quelle zu den Betonbauten der RUB S. 21

## Messen

Das **Messen** von Umwelteinflüssen kann auf vielfältige Art und Weise erfolgen. Zum Beispiel kann man eine einfache Messung der Temperatur jederzeit mit einem Thermometer durchführen. Allerdings wirken sich Umwelteinflüsse im Fall von Denkmälern in der Regel über die Dauer von Jahrzehnten auf die Bausubstanz aus. Um trotzdem ei-

nen guten Eindruck von den Umwelteinflüssen auf das zu untersuchende Objekt zu erhalten, empfiehlt es sich, zweigleisig zu fahren.

Erstens sind diverse Umweltdaten frei verfügbar und wir können sie **recherchieren**. Wetterdaten der letzten Jahrzehnte etwa werden über das Projekt Meteostat bereitgestellt, an dem auch der Deutsche Wetterdienst (DWD) beteiligt ist. Dazu zählen Temperatur, Niederschlag, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Je nach Ort und Zeitraum können Daten für alle oder nur manche Parameter zur Verfügung stehen. Der Vorteil dieses Weges ist: Wir können in die Vergangenheit blicken und bekommen eine Fülle an Daten. Der Nachteil: Wir wissen nicht genau, welche Umwelteinflüsse direkt am Standort eines Denkmals oder sogar an einer bestimmten Stelle des Denkmals einwirkten. Hier kommt die eigene Messung ins Spiel.

Zweitens ist also das eigene **Erfassen** von Umweltdaten wichtig. Hierzu existiert z.B. seit 2014 das Projekt openSenseMap (OSM), verbunden mit der senseBox. Die OSM ist eine Open Data-Plattform für die Bereitstellung von Umweltdaten. In dieser Hinsicht ähnelt sie dem Projekt Meteostat. Der entscheidende Unterschied ist, dass hier Daten von Bürgerwissenschaftlern bereitgestellt werden. Um solche Daten zu erfassen, lässt sich die senseBox nutzen. Mit der senseBox können grundsätzlich dieselben Parameter gemessen werden, die auch über Meteostat bereitgestellt werden.

Die senseBox ist für den modularen Eigenbau ausgelegt. Über eine einfache graphische Programmier-Oberfläche definieren wir, welche Daten zu welchem Zeitpunkt erfasst werden sollen. Eine selbstgebaute Messstation kann dann an jedem beliebigen Ort eingesetzt werden (s. oben). So können konkrete Daten über die Umwelteinflüsse auf ein Baudenkmal erfasst werden – und nebenbei wird noch ein Beitrag zur Datenbasis für Untersuchungen anderer Forscher geleistet.

Im Bereich **Messen** bieten sich diverse Anknüpfungspunkte für die unterschiedlichen Schulfächer. Das Recherchieren und Messen von Daten ist insbesondere in den Bildungsstandards der Chemie, Physik und Geographie verankert, die Programmierung einer Messstation findet Anschluss in der Informa-



Ein Modellexperiment zur Karbonatisierung von Beton in drei Schritten

tik. Die Auswertung und Darstellung großer Datensätze kann in der Mathematik angesiedelt werden.

**Beispiel Ruhr-Universität Bochum:** Für Bochum liegen seit 1931 Daten für Temperatur, Windgeschwindigkeit, -richtung und Luftdruck vor. Neuerdings messen wir diese Werte sowie zusätzlich Feinstaub direkt am AKS mit einer senseBox.

➡ Weiterführende Literatur S. 21

## Modellieren

Der Begriff des **Modellierens** eröffnet ein weites Feld. Ein Modell kann ein Modell von etwas sein, also z.B. in seiner Herstellung an ein Baudenkmal angelehnt sein. Es kann auch ein Modell für etwas sein und einer bestimmten Anwendung oder Funktion an einem Denkmal dienen. Wird dann ein Experiment mit dem Modell durchgeführt, handelt es sich um ein Modellexperiment.

In jedem Fall ist das **Modellieren** ein Mittel zum Zweck der Erkenntnisgewinnung. Aus der Erkenntnis, die gewonnen werden soll – also aus der Frage, die im Hinblick auf ein Baudenkmal gestellt wird – ergeben sich die Anforderungen an das **Modellieren**.

Als erstes benötigen wir ein geeignetes **Modell**. Wenn die Materialien des zu untersuchenden Baudenkmals bekannt sind, kann man oft leicht ein „Modelldenkmal“

anfertigen. Im einfachsten Fall ist es aus Quadern der entsprechenden Materialien zusammengesetzt. Auch Materialverbünde können hergestellt und Bauformen nachgestellt werden. So entsteht ein mehr oder weniger komplexes **Modell** des Denkmals.

Als zweites ist ein geeignetes **Modellexperiment** zu entwerfen. Manche Umwelteinflüsse können mit geringem Aufwand in überschaubarer Zeit modelliert werden, etwa Hitze, Kälte, Nässe oder saurer Regen. Hier bedarf es einer gewissen Kreativität, um eine künstliche Umwelt zu kreieren. Auch müssen selbstverständlich die jeweiligen Richtlinien für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen eingehalten werden. Die Arbeit mit Modellen ist in den Bildungsstandards der verschiedenen MINT-Fächer verankert. Je nach Fach liegen die Schwerpunkte auf physischen Modellen, Denkmodellen, mathematischem Modellieren oder Modellexperimenten.

**Beispiel Ruhr-Universität Bochum:** Der Einfluss von Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) auf (Stahl-) Beton lässt sich im Modellexperiment untersuchen (s. oben). Als Modell sind im einfachsten Fall Betonzylinder zu nutzen, die an Luft und unter  $\text{CO}_2$ -Atmosphäre gelagert werden. Anschließend untersucht man den pH-Wert des Betons. Es zeigt sich, dass sich dieser tatsächlich verändert und der Einfluss von  $\text{CO}_2$  somit ein Faktor für die Betonkorrosion ist.

➡ Weiterführende Literatur S. 21

## Im Alfred Krupp-Schülerlabor: Gebäude und Baustoffe durch die Jahrhunderte

Das Alfred Krupp-Schülerlabor bietet diverse Projekte rund um Umwelteinflüsse, Baumaterialien und deren Zusammenspiel an. Sie nehmen unterschiedliche Aspekte fachgebunden, fachübergreifend und fächerverbindend allgemein oder an Beispielen in Bochum in den Blick. Auf dem Gelände der Ruhr-Universität Bochum (RUB) finden sich sehr unterschiedliche Baudenkmale. Schon lange steht hier der Beckmanns Hof mit Fachwerkgebäuden ab dem 18. Jh. Erst in den 1960er Jahren, dafür wesentlich prominenter, kamen die Gebäude der Ruhr-Universität aus Beton und Stahl hinzu. Die Materialien dieser Denkmale werden in unterschiedlicher Weise durch Umwelteinflüsse geschädigt. Das ermöglicht es, exemplarisch ganz verschiedene Umwelteinflüsse und Baumaterialien in den Blick zu nehmen.

Auf der Homepage und auf Anfrage stehen verschiedene Angebote zur Verfügung. Gerne beraten wir zu möglichen Formaten.

Beispiele für unsere Projektangebote:

### Sanierputz: mehr als nur Kalk

Feuchtigkeit in Wänden und Gemäuern kann zu Salzausblühungen und zum Abplatzen von Putz führen. In diesem Projekt analysieren Schülerinnen und Schüler die Zusammensetzung von Sanierputz und erproben seine Wirksamkeit an Modellmauern.

■ **Chemie, Jg. 8–10**

### Eine Pudelmütze fürs Haus

Vom Energiepass bis zum autarken Haus der Zukunft: Die richtige Wärmedämmung spart nicht nur enorm viel Geld, sondern ist auch ein entscheidender Beitrag zum Klimaschutz. Rund um Wärmedämmung, -kapazität und -leitung lernen Schülerinnen und Schüler spannende Zusammenhänge kennen und können ihr vorhandenes Wissen praktisch anwenden.

■ **Physik, Technik, Jg. 9–10**

### Bedrohte Betonschönheit

Am Beispiel der Ruhr-Universität werden Untersuchungen rund um den Stahlbetonbau für die Oberstufe angeboten. Hier steht eine quantitative und erklärende Herangehensweise im Vordergrund. Analysieren: Welche Schäden sind an unsanierten Stellen der RUB auffindbar? Wie umfangreich sind diese Schäden? Messen: Welchen Umwelteinflüssen ist die RUB ausgesetzt? Modellieren: Wie laufen Korrosionsprozesse in Stahlbetonbauten ab? Wie lassen sich diese Prozesse durch Maßnahmen beim Bau und/oder bei der Sanierung verhindern, abmildern oder rückgängig machen?

■ **Chemie, Technik, Jg. 11–13**

### Prüfstelle Schülerlabor

Eine verrußte Fassade oder abgeplatzter Putz lassen sich mit dem bloßen Auge erkennen. Aber wie erkenne ich Mikrorisse im Gestein? Wie stelle ich fest, ob der Stahl für eine Stützkonstruktion die passende Qualität hat? Im Projekt lernen die Teilnehmenden verschiedene Verfahren der Werkstoffprüfung kennen und erproben diese an authentischen Werkstoffen.

■ **Technik, Physik, Chemie, Jg. 7–10**

### Hot 'n' cold

Am Beispiel des Beckmanns Hofs werden Untersuchungen rund um den Fachwerk-, Naturstein- und Backsteinbau für die Mittelstufe angeboten. Hier steht eine qualitative und beschreibende Herangehensweise im Vordergrund. Analysieren: Mit welchen Baustoffen wurde der Beckmanns Hof errichtet? Welche Eigenschaften haben sie? Messen: Welchen Umwelteinflüssen ist der Beckmanns Hof ausgesetzt? Modellieren: Wie verändern sich die Baustoff-Eigenschaften, wenn sie in Modellexperimenten Hitze, Kälte und Feuchtigkeit ausgesetzt werden?

■ **Chemie, Geographie, Technik, Jg. 7–10**



Der pH-Wert von Beton, sichtbar gemacht mit Phenolphthaleinlösung

### „Land unter“?! Anpassungsstrategien an Starkniederschläge

In diesem Projekt lernen die Schülerinnen und Schüler Anpassungsstrategien an Starkregenereignisse als eine Folge des Klimawandels kennen. Sie führen zunächst eine Kartierung in der Stadt in einem begrenzten Innenstadtbereich durch, entwickeln ein eigenes Experiment zur Thematik Starkregen oder arbeiten mit einem Hochwassermodell, um Erkenntnisse über die Infiltrationsfähigkeit von Böden zu gewinnen. Im Anschluss gestalten sie eine thematische Karte des zuvor kartierten Innenstadtbereichs mit Google Earth am Computer. Sie schlüpfen dadurch in die Rolle der Stadtplanerin / des Stadtplaners und formulieren Vorschläge für eine klimaangepasste Umgestaltung der Fläche(n).

■ **Geographie, Jg. 9–12**

### Open Science, Open Data

Der Umgang mit Daten ist ein wichtiges, aktuelles Thema in der Wissenschaft. In dem Projekt erproben die Schülerinnen und Schüler das Messen eigener Umweltdaten mit digitalen Messmethoden und die Verwaltung und Auswertung dieser Daten über digitale Plattformen. Sie diskutieren Chancen, Risiken und Herausforderungen von Open Data.

■ **Technik, Informatik, Jg. 9–13**



Auf dem Campus der Ruhr-Universität Bochum wird anschaulich, wie Umwelteinflüsse auf die denkmalgeschützte Beton-Architektur einwirken.

# Quellen und Literatur



Welche Auswirkungen Bewuchs und Besiedlung durch Insekten auf ein historisches Bauwerk haben, lässt sich an einer solchen Natursteinmauer gut beobachten.

## In der Schule: Von Rittern, Bienen und alten Schulgebäuden

So vielfältig wie die Städte und Gemeinden in Deutschland sind, so vielfältig sind auch ihre Denkmale. Und so vielfältig wie die Umwelteinflüsse auf Baudenkmale sind, so vielfältig können auch die Ansätze ihrer Untersuchung sein. Drei Lehrer stellen uns Ideen für Untersuchungen in ihrem Schulumfeld vor:

Dr. Robert Wiczorek (Chemie, Biologie, Märkisches Gymnasium Schwelm):  
„Schwelm hat eine Altstadt mit ca. 200 Fachwerkhäusern. Aber von besonderem Interesse für uns ist das mittelalterliche Rittergut Haus Martfeld. Hier gibt es eine konkrete Problematik, der die Schülerinnen und Schüler auf kreative Art und Weise auf die Spur kommen können. Haus Martfeld ist eine Wasserburg. Die tragenden Pfähle im Erdreich hinter dem Wassergraben sind also ständig Feuchtigkeit ausgesetzt. Was hat das für Auswirkungen? Und was bedeutet es für die ‚Haltbarkeit‘ solcher Bauten?“

Dr. Henning Steff (Chemie, Biologie, Gymnasium Voerde):  
„Umwelteinflüsse verändern auch hier in Voerde Baudenkmale. Sie verursachen kleine und größere Beschädigungen. Das öffnet aber auch Chancen. Ich möchte untersuchen, inwiefern die durch Umwelteinflüsse hervorgerufenen Schäden an Haus Voerde in Kombination mit den Gärten nun eine Besiedlung durch Wildbienen ermöglichen. Verursachen die Umwelteinflüsse nur Schäden oder schaffen sie auch neue Gelegenheiten?“

Dr. Thomas-Philipp Schröder (Chemie, Biologie, Ruhr-Gymnasium Witten):  
„Unsere Schule hat – wie viele andere Schulen auch – eine bauliche Geschichte voller Veränderungen. Das Gebäude von 1867 steht seit 1985 unter Denkmalschutz, wurde aber immer wieder verändert und erweitert. Hier möchte ich untersuchen, wie die unterschiedlichen Bausubstanzen der verschiedenen Bauphasen durch Feuchtigkeit und Temperatur verändert wurden und werden.“

➔ Seite 10

### YLAB

#### Deutsche Inschriften Online

Die Inschriften des deutschen Sprachraumes in Mittelalter und Früher Neuzeit:  
[www.inschriften.net](http://www.inschriften.net)

#### Christine Wulf/Sabine Wehking (1997):

Leitfaden für die Arbeit mit historischen Inschriften. Bausteine zur Heimat- und Regionalgeschichte. Melle: Ernst Knoth.

➔ Seite 16

### AKS

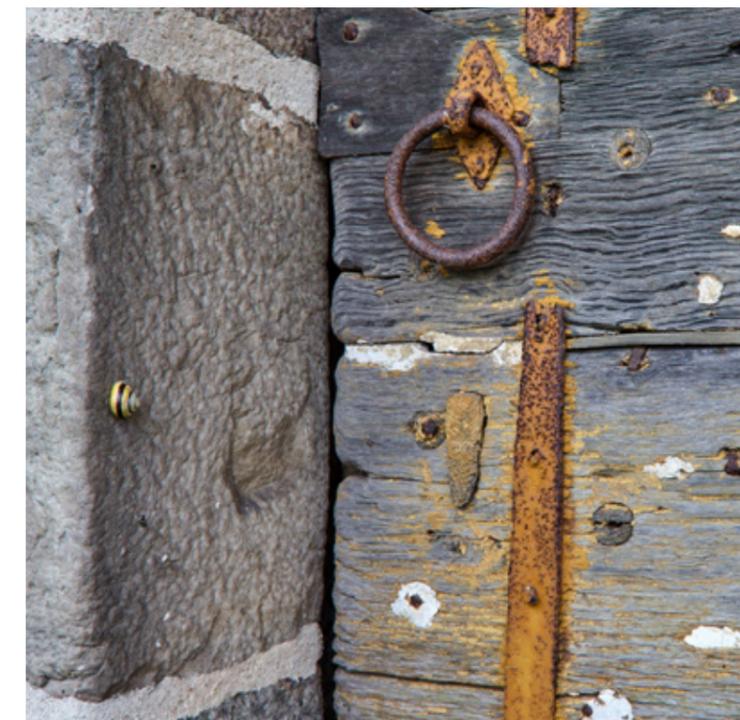
RUB: brutal schön? (2020):  
Ausstellungsbuch zu einem Projekt des Kunstgeschichtlichen Instituts (PDF)  
[www.rub.de](http://www.rub.de)

➔ Seite 17

Meteostat:  
[www.meteostat.net/de](http://www.meteostat.net/de)

openSenseMap:  
[www.opensensemap.org](http://www.opensensemap.org)

senseBox:  
**Bartoscheck et al. (2018):**  
Das senseBox Buch.



Naturstein und Fugenmörtel, Holzbohlen und eiserne Beschläge: historische Baumaterialien im Portalbereich eines Denkmals

➔ Seite 17

#### Fonds der Chemischen Industrie (2015):

Unterrichtsmaterial Bauchemie.  
Von der Höhle zum Hochhaus.  
(Bestellung oder PDF)  
[www.vci.de](http://www.vci.de)

#### Sommer, K., Steff, H. & Toschka, C. (2018):

Modelle und Modellexperimente im Chemieunterricht.  
In K. Sommer, J. Wambach-Laicher & P. Pfeifer (Hrsg.), Konkrete Fachdidaktik Chemie (S. 541–547). Seelze: Aulis.

# Wir bauen auf Kultur.

Deutsche Stiftung Denkmalschutz  
Schlegelstraße 1 · 53113 Bonn  
Tel. 0228 9091-0 · info@denkmalschutz.de  
www.denkmalschutz.de

Bei Rückfragen zu Ihrer Bewerbung  
wenden Sie sich bitte an:

Deutsche Stiftung Denkmalschutz  
*denkmal aktiv*  
Schlegelstraße 1  
53113 Bonn  
Tel. 0228 9091-450  
Fax 0228 9091-459  
E-Mail: denkmal-aktiv@denkmalschutz.de

Informationen und Materialien finden Sie auf  
[www.denkmal-aktiv.de](http://www.denkmal-aktiv.de)

Die Deutsche Stiftung Denkmalschutz ist die größte private Initiative für Denkmalpflege in Deutschland. Sie setzt sich seit 1985 kreativ, fachlich fundiert und unabhängig für den Erhalt bedrohter Baudenkmale ein. Ihr ganzheitlicher Ansatz ist einzigartig und reicht von der Notfall-Rettung gefährdeter Denkmale, pädagogischen Schul- und Jugendprogrammen bis hin zur bundesweiten Aktion *Tag des offenen Denkmals*®. Rund 600 Projekte fördert die Stiftung jährlich, vor allem dank der aktiven Mithilfe und Spenden von über 200.000 Förderern. Insgesamt konnte die Deutsche Stiftung Denkmalschutz bereits über 6.000 Denkmale mit mehr als einer halben Milliarde Euro in ganz Deutschland unterstützen. Doch immer noch sind zahlreiche einzigartige Baudenkmale in Deutschland akut bedroht.

**Wir bauen auf Kultur – machen Sie mit!**

Mehr Informationen auf  
[www.denkmalschutz.de](http://www.denkmalschutz.de)

Das Schulprogramm der



DEUTSCHE STIFTUNG  
DENKMALSCHUTZ

## Spendenkonto

IBAN: DE71 500 400 500 400 400  
BIC: COBA DE FF XXX · Commerzbank AG



Ihre Spende kommt an!

© Fotos, wo nicht anders angegeben: Deutsche Stiftung Denkmalschutz, Bonn. Titelbild: Roland Rossner, Bonn. Gestaltung: Mari Steiner, Bonn.