

Die Bedeutung der Regionalität beim Bauen mit nachhaltigen Materialien

Eine Argumentation

Wenn wir über die Ursachen des Klimawandels sprechen, geht es hauptsächlich um Landwirtschaft, Mobilität, Energie und das Bauwesen. Letzteres ist weltweit für 39% der CO₂-Emissionen verantwortlich. Davon fallen 28% auf betriebsbedingte Emissionen, also zum Beispiel auf das Heizen, 11% auf Material und Konstruktion. (WGBC, online) Hier spielt besonders der Beton eine Rolle, besser gesagt die Zementherstellung, die immerhin 6% der globalen Kohlendioxidemissionen beiträgt. (Knauer, 2020) Dass diese Werte in Zukunft drastisch zu reduzieren sind, um dem Klimawandel entgegenzuwirken und so auch den Einfluss des Klimawandels auf unsere bebauten und unbebauten Umwelt zu verringern, ist eine offensichtliche Aufgabe kommender Planer*innen und Bauherr*innen.

Auf der Suche nach Lösungen zur Bekämpfung und Bewältigung des Klimawandels dürfen wir jedoch nicht nur auf dem bisherigen Weg der Baubranche bleiben, sondern müssen auch rechts und links dieses Weges schauen. Neben Innovation und Forschung bietet auch der Rückblick auf lange Bautraditionen und regionales Bauen eine Einladung zur Erforschung der sich hier bietenden Möglichkeiten. So soll es in dieser Arbeit um regionale Bautraditionen, insbesondere um die überwiegende Verwendung regional vorkommender Materialien und Ressourcen gehen, die in Verbindung mit innovativen Planungsansätzen zu einer Umgestaltung des Bauwesens einen erheblichen Anteil beitragen könnten.

Als Begriff führen Graumann et al. das "regionaltypische Bauen" ein, in welchem Sinne auch der Begriff der Regionalität in dieser Arbeit steht. Dieser wird anhand von vier Faktoren erklärt: landschaftsbezogenes Bauen, das heißt eine "angepasste Lage der Dörfer in der Landschaft, Verwendung von natürlichen Baustoffen der Umgebung (Feldstein, Lehm, Ziegel und Holz)", regionales Bauen, worunter Bauobjekte mit Bezug zur Region, z. B. Dorftyp (Angerdorf) und Haustyp (Ernhaus)", verstanden werden, ökologisches Bauen mit "natürliche[n], recycelte[n] und wiederverwertbare[n] Baustoffe[n] [und] dezentrale[n], geschlos-

sene[n] Stoff- und Energiekreisläufe[n]", sowie nachhaltiges Bauen im Sinne langlebiger, natürlicher Baustoffe und nachwachsender Rohstoffe. (Graumann et al., 2013, S.8)

Transport

Zuerst lässt sich mit regionalen Ressourcen der Transport in Verbindung bringen. Wir importieren Tropenholz aus gefährdeten Regenwäldern und Steine aus entfernten Ländern, wobei allein deren Transport eine Menge an Emissionen verursacht. Gleichzeitig exportiert Deutschland zum Beispiel vom Borkenkäfer befallenes Holz in mit klimaschädlichem Gas gefüllten Überseecontainern in Länder wie China. Um schon allein diese Umweltverschmutzung zu vermeiden, ist die vorwiegende Nutzung regionaler Rohstoffe sinnvoll.

Recycling

Weitere wichtige, auch oft wenig beachtete Aspekte sind Langlebigkeit und Recyclingfähigkeit — besser noch — die Wiederverwendbarkeit von Baustoffen und Bauteilen. Viele Materialien, die wir heute aus unseren Gebäuden kennen, wurden im Bauboom der Nachkriegszeit entwickelt und bieten so noch keinen langfristigen Erfahrungsschatz hinsichtlich ihrer Lebensdauer und Umweltverträglichkeit im Alter. Jedoch ist schon heute die Giftigkeit und Gesundheitsschädlichkeit vieler Baustoffe belegt. Diese Umstände spitzen sich zu, wenn mensch bedenkt, dass "zwischen 1950 und 1980 etwa die Hälfte des heute existierenden Gebäudebestandes" in Deutschland entstanden ist und nur auf recht kurze Haltbarkeit ausgerichtet war. (Helbach, 2011, S.88) Dass dies große Risiken birgt und trotz baurechtlicher Zustimmung geschieht, zeigt sich beispielsweise am Asbest, dessen Gefahren erst viel zu spät entdeckt wurden und dessen Erbe nun die Menschen und die Umwelt belastet. So ist bis heute ein großer Teil an problematischen Baustoffen noch im Gebäudebestand enthalten, sodass sie als Abrissmaterialien langfristig ein Entsorgungsproblem darstellen. (vgl. Helbach, 2011, S.90) Ähnliche Risiken bestehen trotz ausführlicher Materialprüfungen auch bei heutigen Baustoffentwicklungen. Ein

Postulat des Instituts für Baubiologie (IBN) formuliert hierzu nachhaltige, vor allem natürliche Baustoffe ohne Gifte einzusetzen. Notwendig wäre eine "konsequente gesetzliche Unterbindung nicht qualifizierter Baustoffe". (Helbach, 2011, S.96) Und bei bereits entwickelten Materialien ist die Wiederverwendbarkeit oder die Recyclingfähigkeit ein vernachlässigter, aber bedeutender Punkt. Ressourcen werden global immer knapper, die Folgen der Erwirtschaftung einiger Baustoffe belasten die Umwelt und Menschen teils sehr und Verbundstoffe, die sich wachsender Beliebtheit erfreuen, sind im Nachhinein oft schlecht zu trennen und bieten somit schlechte Möglichkeiten der Weiterverwertung.

Ein Konzept, das hier ansetzen will, ist "Cradle to Cradle" (Helbach, 2011, S.93) — das Planen und Denken in Materialkreisläufen — durch welches Baustoffe und Bauteile nach ihrer ursprünglichen Verwendung neuen Bestimmungen zugefügt werden können, wodurch sich der Materialverbrauch und der anfallende Müll deutlich reduzieren ließen. Dies ist besonders bedeutend, wenn mensch betrachtet, dass 52% des deutschen Mülls durch den Gebäudesektor entstehen. (destatis, 2020) Die Ökobilanz eines Materials oder Bauproduktes steht somit an entscheidender Stelle und bildet mit dem Prinzip der Klimagerechtigkeit und dem sozialen Einfluss die Maximen, nach denen ein Bauprodukt zu bewerten sein sollte. Gerade beim Cradle-to-Cradle-Ansatz lässt sich vor allem ein lokales oder regionales Netzwerk schaffen, das kurze Wege und die authentische Nutzung von Bauteilen und Materialien erlaubt.

Lokale Ressourcen und Potenziale

Materialien, die solchen Kriterien genügen, finden sich vor allem in der unmittelbaren Umgebung. Nicht umsonst entstanden Städte und Dörfer oft dort, wo Baumaterial ausreichend vorhanden war. Durch die verschiedenen Bedingungen an unterschiedlichen Orten formten sich die unterschiedlichsten Bauformen und Baukulturen, geprägt durch die verfügbaren Materialien, die Kultur, das Klima, sowie Flora und Fauna. Die regionale Bevölkerung erlangte mit der Zeit einen reichhaltigen Erfahrungsschatz im Umgang mit den vorherrschenden Bedingungen und den verfügbaren Materialien. Hier lässt sich von lokaler Expertise sprechen.

Diese bietet unter zuvor genannten Gesichtspunkten einige Potenziale: Zunächst sind alle Regionen von für sie typischen Bauweisen geprägt. Nach Kottjé entwickeln sich regionale und wiedererkennbare Architektursprachen durch die Verwendung unterschiedlicher regionaltypischer (Natur-)Materialien und durch die

Anpassung an die lokalen Klimabedingungen. Diese Architektursprache entspräche oftmals den heutigen Ansprüchen an nachhaltiges Bauen. (vgl. Kottjé, 2016) Solch ein lokaler oder regionaler Architekturausdruck lässt sich touristisch vermarkten und unterstützt die lokale Identität der Bevölkerung. Nicht umsonst werden in Bebauungsplänen Vorgaben gemacht, die dem Schutze des Ortsbildes dienen.

Neuartige Materialien und Bauweisen stehen diesem einheitlichen Bild oft konträr entgegen, lokales Wissen um Material und Bauweise, sowie eingesetzte lokale Materialien unterstützen diese Bild in den meisten Fällen. So werden regionale Werte und regionales Wissen der Handwerker*innen wertgeschätzt, das auch besonders in Anbetracht der immer wichtiger werdenden Priorisierung des Umbaus vor Neubau an Wert gewinnt. In diesem Sinne lassen sich allein hierdurch lokale Unternehmen unterstützen, sowie auch die Wirtschaft, die eben jene Bauprodukte lokal produziert oder verarbeitet. Werden lokale Ressourcen vermehrt genutzt, bietet dies auch neue Chancen für den Arbeitsmarkt und den nachhaltigen Wohlstand der Region. Gerade durch den Einsatz regionaler und regionaltypischer Materialien lässt sich auch ein öffentlicher Diskurs über (nachhaltiges) Bauen anregen. Bei Graumann et al. wird von einer Baukultur als "essentielle Qualität des Gemeinwesens" gesprochen. Diese Baukultur steigere das Image des Ortes, mache Immobilien und Liegenschaften wirtschaftlich attraktiver und erhöhe die örtliche Lebensqualität durch ein harmonisches Stadtbild. (vgl. Graumann et al., 2019)

Bei Innerhofer wird von drei Entwicklungsrichtungen regionaler Baukultur gesprochen. Die erste fokussiert sich auf den Erhalt bestehender, kulturprägender Gebäude und Ensembles. Die zweite bietet wohl das meiste Potenzial für lokale Materialien und lokale Expertise, da hier die traditionelle Bauweise neu interpretiert und mit Hilfe regionalen Handwerks in zeitgenössisches Design übersetzt wird. Im Vordergrund steht hier die Weiterentwicklung und Modernisierung des traditionellen Bestandes. Dabei wird das Potenzial authentischen regionalen Erbes als Tourismusattraktion betont. Die dritte Entwicklungsrichtung beschreibt die Idee von Neubauten, die in möglicherweise auch ortsfremden Design eine moderne "Interpretation des regional Verwurzelten" darstellen und dabei von landschaftskonformer Gestaltung und der Nutzung lokal verfügbarer Ressourcen geprägt sind. Auch hier wird das Potenzial lokalen Bauerbes, des Wissens darum und der lokalen Materialressourcen betont. (Innerhofer, 2010, S.24f)

Die angesprochene, durch langjährige Erfahrung angeeignete Expertise im Umgang mit lokalen (Klima-) Bedingungen und Materialien und den damit einhergehenden Bauformen besticht auch im Vergleich zu neuartigen Bauprodukten und Gestaltungsansätzen. Oft genug zeigt sich, dass ein experimenteller Bau zahlreiche Defizite aufweist, deren Folgen erst später erkannt werden. Nicht zuletzt der allgemein sichtbare Beleg, dass historische Häuser oft noch in bemerkenswertem Zustand sind, wohingegen Nachkriegsbauten aufgrund diverser Mängel oder Fehlplanung oft abgerissen (und recycelt!) werden müssen, zeigt die überzeugende Beständigkeit und Verlässlichkeit traditioneller, lokaler Materialien und Bauweisen. (siehe Abschnitt Recycling)

Aktualität der Materialien

Alte Gebäude genügen heutigen Ansprüchen meist weder aus energetischer, noch aus gestalterischer oder gesellschaftlicher Sicht. Positive Beispiele, ob (auf Deutschland bezogen) im Holz-, Lehm-, Stroh- oder Massivsteinbau zeigen jedoch, dass sich traditionelle Ansätze mit der heutigen Architektur gut vereinbaren lassen — nicht zuletzt durch die vom IBN geforderten Punkte von nachhaltigen und natürlichen Baumaterialien ohne Giftstoffe oder einem ausgeglichenen Raumklima. (IBN, online) Und gerade bei diesen natürlichen Materialien zeigt sich das enorme Ressourcenpotenzial, das fast jede Region (in Deutschland) zu bieten hat.

All diese zuvor genannten Punkte werden bei J. Peters anschaulich dargestellt:

	Lage des Bauobjekts in der Landschaft	Materialverwendung	Funktionale Anordnung	Gestalterische Merkmale
Landschaftsbezogenes Bauen	Topografischer Bezug (Relief)	Natürliche Baustoffe der Umgebung	Beziehung zwischen Funktion & Landschaft	
Regionales Bauen	Regional typische Anordnungsmuster	Ortstypische Baustoffe		Regionaler Gestalttypus
Ökologisches Bauen		Gesundheitlich unbedenkliche Stoffe	Dezentrale & weitgehend geschlossene Stoff- & Energiekreisläufe	
Nachhaltiges Bauen		Recycelte, wiederverwendbare & langlebige Baustoffe, Reparaturfreundlichkeit	Offen für Funktionsänderung	

Tab. 1 Merkmale landschaftsbezogenen Bauens und verwandter Begriffe. (nach Peters J., 2016, S.43)

In Anbetracht dieser Punkte, besonders im Kontext der Materialverwendung, müssen wir uns fragen, ob sich neue Techniken und Materialien mit teils Jahrhunderten an regionaler Bauerfahrung messen lassen. Aber die Frage ist eher, wo wir Eingeständnisse an heutige Bedürfnisse und Bedingungen eingehen müssen und können. Wir müssen abwägen, wo zeitgemäßes Bauen eine nachhaltige und ökologische Bereicherung für einen Ort sein kann und wo sich nachhaltiges Bauen vor allem durch traditionelle Materialien und Bauformen auszeichnet.

Im direkten Vergleich überwiegen die Vorteile der natürlichen und traditionellen Baustoffe gegenüber denen aus der modernen Bauforschung und Planung — durch ihre bauphysikalischen Eigenschaften, abgesehen vom

Dämmeffekt vielleicht, aber auch durch den Betrag ihrer Grauen Energie, ihre Recycling- und Wiederverwertungseigenschaften, sowie den bestenfalls äußerst kurzen Transportweg. Graumann et al. betonen, dass regionaltypisches Bauen nicht als Kopieren bestehender Vorbilder und Formen verstanden werden darf, sondern vor allem als Fokus auf den sensiblen “Umgang mit natur- und kulturräumlichen Bedingungen”. Historische Bauten würden dabei jedoch eine Vorbildfunktion erfüllen und zahlreiche Aspekte aktueller Fragestellungen aufzeigen. (vgl. Graumann et al., 2013, S.8) Ähnlich äußert sich Kottjé, der statt Nachahmung unter anderem die Konstruktion und Materialität als Mittel des regionaltypischen Bauens sieht, um ein harmonisches Bild von Alt und Neu zu erzeugen. (vgl. Kottjé, 2016)

“ Neben der Verantwortung für die Umwelt sind Farben, Materialien und Textur entscheidend für den Ausdruck kultureller und regionaler Eigenarten. [...] Um in der heutigen Zeit erfolgreich eine regionalspezifische Architektur zu schaffen, müssen wir sowohl alte als auch neue Technologi-

Als Beispiele für regional verfügbare Baumaterialien werden in "Regionaltypisches Bauen in der Region Barnim-Uckermark" Feldsteine genannt, die vor allem eine jahrhundertlange Lebensfähigkeit aufweisen, oder Ziegel (nicht toxisch und gute Raumklimaeigenschaften) mit langer Tradition in der Region. Auch wird Lehm als Baustoff der armen Leute erläutert, der nun jedoch eine Renaissance erfahre und mit positiven baubiologischen Eigenschaften und günstigem Preis besteche, sowie Holz als nachwachsender und einer der ältesten Baustoffe mit ebenfalls positiven Wohneigenschaften. (Graumann et al., 2004, S.26ff.) Auch werden hier zahlreiche Fördermöglichkeiten auf verschiedenen Ebenen genannt, die ein Bauen mit solchen Baustoffen finanzierbar und attraktiver machen. (Graumann et al., 2004, S.34) Dass dies schon Wirkung zeigt, beschreibt S. Peters in seinem Buch "Materialrevolution II", wo er betont, dass biologische Abbaubarkeit und die natürliche Kreislauffähigkeit eines Stoffes in den Designbranchen zunehmend als die wichtigsten Qualitäten für neue Materialien angesehen werden. (Peters S., 2014, S.6f)

*" Das Klima beeinflusst sowohl die Gestaltung eines Gebäudes als auch die lokalen Materialien, die beim Bau zum Einsatz kommen. Seit Beginn der Menschheitsgeschichte werden Unterkünfte errichtet, die Schutz bieten vor lebensfeindlicher Witterung. Gebäudeformen, Siedlungsmuster, Baumaterialien und Bauweisen wurden als Antwort auf Witterungs- und Klimaverhältnisse entwickelt und angepasst [...]. Allerdings sind viele moderne Gebäude zunehmend komplex und zeichnen sich durch elektronische Baumaterialien und Systeme aus, die für die Steuerung der Raumluftqualität, für Heizung, Beleuchtung und Akustik zuständig sind. Oftmals hängen diese Systeme von nicht erneuerbaren Energien ab, sind kostspielig zu montieren und verbrauchen viel Energie.
(Souch, 2017)*

Nach Helbach ist die gegenwärtige Baubranche auf ständiges Wachstum, Ressourcenverbrauch und kurzfristige Gewinnerwartungen ausgelegt, woraus er die ständig kürzere Lebenserwartung von Gebäuden und Materialien ableitet. Dem gegenüber stellt er die traditionelle Sichtweise, nach welcher Bauen grundsätzlich generationsübergreifend und langfristig ist. (Helbach, 2011, S.90) Um zurück zu einem nachhaltigen, generationsgerechten Bauen mit klimaneutralen oder sogar klimapositiven Eigenschaften zu kommen, müssen wir abwägen, wie Bauen in Zukunft funktionieren kann – auch unter diesen Gesichtspunkten im Zusammenspiel zwischen Tradition und Erfahrung mit aktuellem Wissen und zeitgemäßer Technik.

Materialien schonen

Trotz des im Vergleich besseren ökologischen Fußabdrucks regionaler und natürlicher Materialien ist doch stets ein materialschonendes und materialeinsparendes Bauen umzusetzen. Neben begrenzten Vorkommen, wie zum Beispiel beim Lehm (der jedoch auch immer wieder verwendbar ist), ist vor allem die nachhaltige Forstwirtschaft mit dem Generationenvertrag und dem Prinzip nur zu ernten was auch nachwächst (UBA, 2010, S.6) ein begrenzender Faktor in der Verfügbarkeit an Bauressourcen.

Dabei ist es auch ratsam die Möglichkeiten und Eigenschaften natürlicher Materialien auszutesten und neue konstruktive Ansätze zu wagen. Wo eine neuartige Gestaltungsweise bereichernd ist, sollte diese weitestgehend auch mit nachhaltigen, natürlichen Materialien aus der Region umgesetzt werden. Die Kombination neuer technischer Errungenschaften mit solchen Baustoffen scheint in diesem Falle auch besonders interessant.

Zukunftsszenario

In einem Planspiel des Umweltbundesamtes (UBA) werden in einem Referenzszenario, in dem Bauen und Wohnen wie bisher weiterginge, unter anderem die Klimaschutzziele verfehlt werden, der Verbrauch mineralischer Rohstoffe kaum sinken und die Abfallmengen gleichbleibend hoch sein. Im Nachhaltigkeitsszenario jedoch, das mit auf den Klimaschutz ausgerichtete Lösungsansätzen, einer Reduzierung des Rohstoffbedarfs und den "richtigen Stellschrauben" vielfältige Synergieeffekte erreicht, sinken die CO₂-Emissionen und der Einfluss des Bauens auf die Umwelt signifikant. Eine jener Stellschrauben ist die Senkung der Grauen Energie von Materialien, welche die Herstellung, Lagerung, Transport und Verarbeitung der Baustoffe, aber auch die spätere Entsorgung oder Wiedernutzung beschreibt. (UBA,

2011, S.26) Und gerade bezüglich der Grauen Energie bieten natürliche, regionale oder regionaltypische Baustoffe eine positive Bilanz. Um die im Nachhaltigkeitsszenario gedachten Maßnahmen tatsächlich umzusetzen, erläutert das UBA Akteure und Werkzeuge auf verschiedenen Ebenen. Regional kann es beispielsweise einen Flächennutzungsplan oder ein regionales Management geben, das erdachte Maßnahmen vor Ort baurechtlich festsetzt. Auch wird ein "ökologischer Mietspiegel" in Kooperation zwischen Kommune, Eigentümer*innen und Mieter*innen vorgeschlagen, der Wohnen wirtschaftlich und ökologisch vergleichbar machen soll. Auch über Steuern, kommunale Programme, Umweltprüfungen, Beratung und viele Punkte mehr ließen sich solche Maßnahmen umsetzen. Bei letzteren Beiden sind vor allem auch Architekt*innen und andere Experten gefragt ihre ökologische Fachkompetenz weiter zu entwickeln. (UBA, 2011, S.40ff)

Fazit

Im Überblick scheinen regionale, natürliche Materialien eine sinnvolle Alternative zu etablierten unökologischen Materialien zu sein. Neben der traditionellen Verbindung zur Regi-

on bieten sie zahlreiche Vorteile im Baubetrieb, der Bauphysik und dem ökologischen und sozialen Fußabdruck. Dabei sind die Gestaltungsmöglichkeiten vielfältig und gerade im historischen und regionaltypischen Bereich auch besser geeignet. Was fehlt ist das gesellschaftliche Bewusstsein, sowie die Überzeugung der Bauexpert*innen und Planer*innen, dass der aktuelle Weg des Bauens keine Zukunft haben kann und Regionalität und Naturnähe auch im Bauwesen Teil des Weges hin zu einer klimagerechteren Welt sind. Dazu braucht es neben Überzeugungsarbeit eine stärkere Lobby für ökologisches und soziales Bauen und einen gesetzlichen Rahmen mit Richtlinien und dem Ausschluss nicht nachhaltiger Materialalternativen. Gerade im Sinne der Klimagerechtigkeit ist aber auch der globale Blick wichtig. Es reicht nicht vor Ort weitestgehend gesund und regional zu bauen. Es braucht einen Ansatz, der weitere Emissionen vermeidet, kompensiert und aufnehmen kann. In Kombination dazu ist die soziale Komponente – durch die Schaffung von Arbeitsplätzen im ökologischen Baubereich vor Ort, als auch die Rücksicht auf Belange der Menschen und Natur nicht regionaler oder europäischer Herkunftsgebiete von Materialien, die dann weiterhin importiert werden.

“ Naturmaterialien erfordern ein verantwortungsvolles Handeln, was sich direkt auf die Art der Landbewirtschaftung bezieht, die eine umsichtige Gesellschaft betreiben sollte. Von einer grundlegend neuen Beziehung zwischen Mensch und Natur werden beiden Seiten profitieren. In einer Welt zu leben, der das Wissen um den Ursprung der Dinge fehlt, hat verheerende Auswirkungen. Denn dann haben uns, ethisch gesehen, multinationale Konzerne, die diese Ressourcen nutzen – einschließlich der Politiker, die sie unterstützen – in der Hand. Viel zu oft wurde es aufgrund einer solchen moralischen Einstellung geduldet, dass ein Allgemeingut – die Natur –, auf das wir alle ein Recht haben, ohne Rücksicht auf die Folgen ausgebeutet wird. Verantwortungsvolles Handeln muss viel früher beginnen. (Trott, 2017)

Literaturverzeichnis & Quellen

- Graumann U., Buchholz P, Nowatzky A., et al. (2019)** Regionaltypisches Bauen und Sanieren: Handlungsempfehlungen für Bauherren, Fachleute und Interessierte. Potsdam: MLUK Brandenburg.
- Graumann U., Krassuski M, Lehmann K., et al. (2004)** Regionaltypisches Bauen in der Region Barnim - Uckermark. Eberswalde: FH Eberswalde, FB Landschaftsnutzung und Naturschutz.
- Graumann U., Krassuski M, Lehmann K., et al. (2013)** Regionaltypisches Bauen und energieeffizientes Sanieren in der Region Barnim - Uckermark. Angermünde: LUGV Brandenburg/ Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin.
- Helbach M. (2011)** Der Einfluss einer nachhaltigen Architektur auf die Lebensdauer von Gebäuden. archimaera, online. zu finden unter: [Link](#).
- Innerhofer E. (2010)** Regionale Kernkompetenzen - die Rolle von Architektur und Design. in: Regionale Baukultur als Erfolgsfaktor im Tourismus: Nachhaltige Vermarktung von Destinationen. Berlin: Erich Schmidt Verlag, S.23-40.
- Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit **IBN**. 25 Leitlinien der Baubiologie. IBN, online zu finden unter: [Link](#) [Zugriff: 04.02.2021].
- Knauer R. (2020)** Das große Beton-Problem. Spektrum, online zu finden unter: [Link](#) [Zugriff: 04.02.2021].
- Kottjé J. (2016)** Moderne Häuser in regionaler Tradition: Bewährte Bauformen neu interpretiert. München: DVA.
- Peters J. (2012)** Ortsbild und Landschaftsstruktur als Grundlage des ländlichen Tourismus. in: Tourismus im ländlichen Raum, S.45-63. Wiesbaden: Gabler/ Springer.
- Peters J. (2016)** Bauen in der Landschaft: Geschichte und Ausblick. in: Landschaftskultur: Zwischen Bewahrung und Entwicklung, S.40-44. Berlin: DGGL.
- Peters S. (2014)** Materialrevolution II: Neue nachhaltige und multifunktionale Materialien für Design und Architektur. Basel: Birkhäuser, online zu finden unter: [Link](#).
- Piesik S. & Rose R. (2017)** Ursprüngliche Bauweisen heute. in: Habitat: Traditionelle Bauweisen für den globalen Wandel, S.426. München: DETAIL.
- Souch C. (2017)** Der Einfluss des Klimas auf Gebäudegestaltung und Baumaterial. in: Habitat: Traditionelle Bauweisen für den globalen Wandel, S.28f. München: DETAIL.
- Statistisches Bundesamt (Hg.) (2020) Umwelt. in: Statistisches Jahrbuch 2019. **destatis**, S. 457-486, online zu finden unter: [Link](#).
- Trott C. (2017)** Einführung in die Werkstoffwissenschaft.in: Habitat: Traditionelle Bauweisen für den globalen Wandel, S.522f. München: DETAIL.
- Umweltbundesamt (Hg.) (2010) Nachhaltiges Bauen und Wohnen: Ein Bedürfnisfeld für die Zukunft gestalten. Dessau: **UBA**, online zu finden unter: [Link](#).
- World Green Building Council. Embodied carbon call to action report. **WorldGBC**, online zu finden unter [Link](#) [Zugriff: 04.02.2021].

Vielen Dank an Prof. Dr. Jürgen Peters (HNE Eberswalde)
für die Bereitstellung zahlreicher hilfreicher Materialien.