Bauen mit Holz Vorteile erkennen – nutzen und bewerten

Wood construction – recognising, utilising and evaluating the advantages

Costruire in legno – Riconoscere, usare e valutare i vantaggi

Construire en bois – en reconnaître, utiliser, évaluer les avantages

Alexander Rudolphi
Prof. Ing.
Gesellschaft für ökologische Bautechnik
Berlin, Deutschland

Bauen mit Holz Vorteile erkennen, nutzen und bewerten

Im Einführungstext wird eine Frage aufgeworfen, die ich gerne zum Gegenstand meines Vortrages machen möchte. „Es geht speziell darum, ob im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierung dem Roh- und Werkstoff Holz die ihm angemessene Bedeutung zugesprochen wird“ (Lutger Dederich, Holzabsatzfonds).

Zusammengefasst muß die Antwort hierauf lauten: Leider noch nicht, aber die Potentiale hierzu sind im Zertifizierungssystem des *Deutschen Gütesiegels für Nachhaltiges Bauen DGNB* angelegt.

Um die Vorteile des Werkstoffes Holz zu nutzen, muß man sie erkennbar machen. Damit sind nicht in erster Linie die technisch-konstruktiven Vorteile gemeint, sondern die Möglichkeiten im Hinblick auf die langfristige Nachhaltigkeit einer Baumaßnahme bzw. eine Bauwerkes insbesondere während der Nutzung.

Aus ganzheitlicher und lebenszyklusorientierter Sicht betrachtet, richtet sich die Frage der Nachhaltigkeit an mehrere Schutzziele, die bereits in den vorangegangenen Vorträgen dargestellt sind. Auf der obersten Ebene wird die Berücksichtigung der Schutzziele in den bekannten Qualitäten der Nachhaltigkeit zusammengefasst:

- Die ökologische Qualität
- die ökonomische Qualität
- die soziokulturelle und funktionale Qualität

Übergreifend wird zusätzliche die Technische- und die Prozessqualität genannt, wobei insbesondere die letzte mehr instrumentellen Charakter hat und die Sorgfalt, die Aufwendungen, die Planungsqualität und die Dokumentation während der Planungs- und Bauprozesse beschreibt. In einer ähnlichen Folge können auch die Vorteile des Werkstoffes Holz kategorisiert und kritisch betrachtet werden.

1. Ökologische Qualität

Tabelle 1: Ausgewählte Anforderungen des Zertifizierungssystems DGNB zur Ökologischen Qualität

Nr.	Titel	Messgröße
1	Treibhauspotenzial (GWP)	kg CO_2 Äquivalent/m² NGFa
2	Ozonschichtzerstörungspotenzial (ODP)	kg R11 Äquivalent/ m² NGFa
3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	kg C2H4 Äquivalent/m² NGFa
4	Versauerungspotenzial (AP)	kg SO_2 Äquivalent/m² NGF
5	Überdüngungspotenzial (EP)	kg PO_4 Äquivalent/m² NGF
	Beschreibung Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 und 14044 über den für die Zertifizierung angesetzten Betrachtungszeitraum td des Gebäudes unter Verwendung definierter Lebensdauern für Bauteile und Werkstoffe Die zugehörigen Lebensdauern sind dem Leitfaden Nachhaltiges Bauen zu entnehmen.	
8	Sonstige Wirkungen auf die globale Umwelt (Tropenholz)	Anteil der Nutzung zertifizierter Hölzer an der Gesamtnutzung von Holz- und Holzwerkstoffprodukten
10	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PE_{ne})	Primärenergiebedarf ne kWh/m² NGF a
11	Primärenergiebedarf erneuerbar, (PE_e)	Primärenergiebedarf e kWh/m² NGF a
	Beschreibung Voraussetzung ist entspr. Nr. 1-5 eine Ökobilanzierung dar eingesetzten Materialien nach DIN EN ISO 14040 und 14044	

1.1. Vorteil: Ressourceneinsparung

- Holz ist einschließlich der Zellulosefaser der wichtigste nachwachsende Rohstoff im Bauwesen. ,
- Er ersetzt synthetische Produkte aus begrenzt verfügbaren fossilen Ressourcen,
- Holz bietet ein großes Feld für innovative Entwicklungen neuer zukunftsfähiger – weil ressourcensparender - Produkte mit den entsprechenden wirtschaftlichen Vorteilen.

Der mit großem Abstand wichtigste nachwachsende Rohstoff im Bauwesen ist Holz als Bauholz oder der Holzwerkstoff als modifiziertes Bauprodukt. Dem Holz zuzurechnen sind die aus Holzfasern hergestellten Holzwerkstoffe und Papier, selterner Holzfaserbeimischungen als Verstärkung z.B. in mineralischen Produkten.

Neben Holz erlauben die direkt verwendbaren Pflanzenfasern die ökologisch günstigste Verwertung nachwachsender Rohstoffe. Hierbei werden ergänzend Produkte aus Flachs, Hanf, Stroh, Schilf und Kokos verwendet.

Zu den direkt verwendeten pflanzlichen Rohstoffen kommt die Verwendung von Pflanzeninhaltstoffen in Form von Imprägnierungen, Beschichtungen, Löse- und Bindemittel, Dichtungen und Beläge usw.

1.2. Vorteil: Niedrige Bearbeitung und kurze Prozessketten.

Insbesondere die direkte Verwendung von Bauschnittholz und pflanzlichen Fasern zeichnen sich durch besonders kurze Prozessketten – beginnend beim Einschlag des Holzes bis zur Lieferung des Baumaterials – mit wenigen technischen Bearbeitungsschritten aus. Auch Holzwerkstoffe mit zusätzlichen Produktionsschritten wie Sägen, Hobeln oder Zerspanen sowie mit unterschiedlich hohen Leimzugaben benötigen keine energieaufwändigen Prozesse wie Schmelzen, Brennen, Sintern usw. Die Nutzung nicht erneuerbarer Energie durch fossile Energieträger kann auch bei dem Prozess der Holztrocknung durch Nutzung der Bearbeitungsabfälle auf ein Minimum reduziert werden.

1.3. Vorteil: CO2-Speicherung.

Nachwachsende Rohstoffe wie Holz können je nach Konfektionierungsgrad und Verarbeitung weitgehend CO_2-neutral verwendet werden. Voraussetzung ist allerdings eine nachhaltige Forstwirtschaft zur Aufrechterhaltung der CO_2-Bilanz – jeder geschlagene und verwertete Baum ist durch einen neu wachsenden zu ersetzen, der seinerseits in der Lage ist, das am Ende der Holznutzung z.B. durch thermische Verwertung freiwerdende CO_2 erneut zu speichern.

1.4. Ökobilanz

Diese direkt wirksamen ökologischen Vorteile können – wie in den vorangegangenen Vorträgen erläutert - durch die Erstellung einer Ökobilanz (*Life Cicle Assessment LCA nach ISO 14040*) für Produkte, Bauteile und Gebäude abgebildet und entsprechend bewertet werden. Ein wichtiger Baustein hierzu ist die Bereitstellung der Ökobilanzdaten sowohl durch zentrale Datenbanken als auch über die Umweltproduktdeklarationen (*Environmental Product Declaration EPD)*. Dabei handelt es sich um eine Typ III Deklaration nach ISO 14025, die neben Ergebnissen aus der Ökobilanz zusätzliche Informationen wie beispielsweise eine Dokumentation des Lebenszyklus sowie produktbezogene Ergebnisse von Messungen und Prüfungen enthalten, die im Kontext mit dem Einsatz des Produktes bewertet werden können.

Mit der Installation der den gesamten Lebenszyklus von Materialien und Gebäuden umfassenden Ökobilanz als zentrales Bewertungsinstrument der deutschen Zertifizierung DGNB wurde ein entscheidender Schritt zur wirkungsorientierten Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden vorgenommen. Dabei stehen weniger fest vorgegebene und abgefragte Handlungen im Vordergrund, sondern zunehmend die aus dem Zusammenwirken der verwendeten Materialien, Bauteile, Gebäude, Nutzungsformen und Nachnutzungen resultierenden ökologischen Wirkungen.

Von großer Bedeutung ist die Zusammenführung der ökologischen Wirkungen aus der Gebäudeerstellung und -beseitigung mit denen des Gebäudebetriebes, Wirkungskategorien wie der Bedarf an erneuerbarer und nicht erneuerbarer Primärenergie PE, PE_{NE} [kWh/m^2_{NGF}*a] oder die treibhausfördernde Wirkung GWP [kg $CO_{2äquiv.}$/m^2_{NGF}*a]. Die bauwerksbezogenen, mit Hilfe der Ökobilanz ermittelten Wirkungen werden für einen definierten Nutzungszeitraum (z.B. t_N = 50 Jahre) umgelegt und den Wirkungen des Gebäudebetriebes (Klimatisierung, Beleuchtung, Nutzung, Instandhaltung, Reparatur, Erneuerung) zugeschlagen.

Erst durch diesen Schritt werden die Vorteile nachwachsender Rohstoffe wie Holz direkt im Bewertungsergebnis deutlich.

1.5. Potentiale

Bereits heute zeigen sich in den bisher vorliegenden Gebäude-Bilanzierungen die Potentiale für die Verwendung von Holz. Hierzu können zwei Beispiele genannt werden.

Abbildung 1 und 2: Tragende Konstruktion aus Holz: Mehrgeschossiges – 3 b – Mietwohngebäude Berlin

Bei der im gewerblichen Bau vorherrschenden Betonstützen und –deckenkonstruktion resultiert je nach Wahl der anschließenden Fassadentechnik die Hälfte bis zu zwei Dritteln der benötigten Primärenergie und des produzierten Treibhauspotentials *(Global warming Potential GWP)* allein aus der Beton-Rohbaukonstruktion. Nachdem in den letzten Jahren die Konstruktion von nicht tragenden Fassaden aus Holz- oder Holzwerkstoffen auch für große Gebäudehöhen möglich wurde, besteht die aktuelle Herausforderung in der Planung und Umsetzung auch der tragenden Gebäudekonstruktion aus Holz. Die damit verbundene Reduzierung des Primärenergieverbrauches und der ökologischen Wirkungen wird durch die Ergebnisse der Gebäude-Bilanzierung sofort positiv sichtbar und bewertbar.

Die Senkung des betrieblichen Energiebedarfes insbesondere für die Beheizung von Gebäuden erfordert u.a. zunehmende Dämmstoffstärken. Ebenfalls immer größere Bedeutung haben die Fenstertechnik und die Fensteranschlüsse an den Baukörper. In der Praxis stoßen diese Anforderungen schnell an Kosten- und Qualitätsgrenzen, hierfür bietet insbesondere die Holztafelbautechnik hervorragende Lösungsansätze sowohl im Neubau als auch in Form vorgehängter Fassadenelemente für die Sanierung von bestehenden Fassaden. Anders als bei der Kerndämmung oder Wärmedämmverbundsystemen bestehen für Fassadentafeln keine Grenzen für höhere Dämmstoffstärken, zudem sind in der geschützten Lage Faserdämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen einsetzbar. Die Möglichkeit der werkseitigen Fenstermontage erlaubt auch hochwertige Baukörperanschlüsse mit einer Qualitätssicherung, die bauseitig nur mit großem Aufwand erreicht werden kann.

Abbildung 3 und 4: Nichttragende Fassaden aus Holztafeln – Umweltbundesamt Dessau und Dienstleistungs- und Verwaltungszentrum Barnim/Brandenburg

2. Werthaltigkeit und Dauerhaftigkeit von Bauteilen, ökonomische- und Prozessqualitäten

Während der Planung und Ausführung liegt der Schwerpunkt der ökonomischen Betrachtung zumeist auf den kurzfristigen Erstellungskosten von Gebäuden. Die zu erwartenden Baukosten beeinflussen maßgeblich die Bereitschaft und Akzeptanz zur Umsetzung von Anforderungen im Rahmen des nachhaltigen Bauens.

Bekannt ist hingegen, daß die Betriebskosten des Gebäude – Klimatisierung, Wartung, Instandhaltung und Reparaturen, Teilerneuerungen usw. die Baukosten über die gesamte Gebäudenutzung in der Regel deutlich übersteigen.

Aus diesem Grund wird im Anforderungskatalog zum Zertifizierungssystem neben der Ökobilanz auch eine Lebenszykluskosten-Analyse *(Life Cycle Costs LCC)* gefordert. Zusätzlich beziehen sich Anforderungen auf die bauteilbezogene Bewertung der Dauerhaftigkeit sowie der Reparatur- und Instandsetzungsfreundlichkeit.

Tabelle 2: Ausgewählte Anforderungen des Zertifizierungssystems DGNB zu den Betriebskosten, der Werthaltigkeit und Dauerhaftigkeit

Nr.	**Titel**	**Messgröße**
16	**Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus**	€/m² NGF
	Beschreibung Lebenszykluskosten unterteilt nach Erstellung-; Folge-; und Rückbau- und Entsorgungskosten im Vergleich zu einem Referenzgebäude	
39	**Dauerhaftigkeit / Anpassung der gewählten Bauprodukte, Systeme und Konstruktionen an die geplante Nutzungsdauer**	Tragkonstruktion Nichttragende Konstruktion außen Nichttragende Konstruktion innen Technischen Gebäudeausrüstung
	Beschreibung 1.1 Dauerhaftigkeit 1.2 Materialausnutzung 1.3 Wurden die Umweltbedingungen/ die Art der Nutzung bei der Wahl der Materialien beachtet?	
40	**Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit der Baukonstruktion**	1. Tragkonstruktion
	Beschreibung Sind wesentliche Teile der Tragkonstruktion für Instandhaltungsmaßnahmen zugänglich?	
		2. Nichttragende Konstruktion außen
	Beschreibung Welches Material ist in der Fassade verwendet worden? Sind Materialien verwendet worden, die eine partielle Instandsetzung/ Austausch erlauben? Lassen sich die verwendeten Materialschichten im Rahmen einer Instandsetzung leicht trennen?	

Tatsächlich verbirgt sich auch hinter den Kriterien wie Reparierbarkeit, Nutzungsflexibilität und Qualitätssicherung das identische Ziel einer optimierten Dauerhaftigkeit aller Bauteile und Oberflächen. Die zukünftige Herausforderung besteht darin, diesen Zusammenhang sichtbar und bewertbar zu machen.

Sowohl die Erfassung der ökologischen Wirkungen mit Hilfe der Ökobilanz als auch die Erfassung der Bau- und Gebäudekosten verlangen die Einbeziehung der Nutzungsphase des Gebäudes. Im Rahmen einer einheitlich anzunehmenden Gesamtnutzungsdauer des Gebäudes werden mit dieser Forderung Daten benötigt über die Reinigungs-, Instandhaltungs- und Erneuerungszyklen von Bauteiloberflächen und Bauteilen. Da mit jeder Handlung während der Nutzung sowohl Kosten- als auch Materialeinsätze gefordert sind, sind diese Datengrundlagen für die Lebenszykluskostenanalyse und für die lebenszyklusorientierte Ökobilanz weitgehend identisch. Heute verwendete Daten beruhen auf Erfahrungs- und Mittelungswerten, die überwiegend als statische Tabellenwerke vorliegen.

Tabelle 3: Ausgewählte Angaben zur Dauerhaftigkeit von Holzbauteilen im Leitfaden Nachhaltiges Bauen BMVBS 2002 Anhang.

	Nichttragende Holz-Konstruktionen, außen	**Dauerhaftigkeit (Jahre)**	**Mittelwert (Jahre)**
7	Außenwände, Verblendung, Ausfachung		
	Weichholz, bewittert	40 – 50	45
	Hartholz, bewittert	60 – 80	70
	Außenanstriche		
	Imprägnierungen auf Holz	10 – 20	15
14	Bekleidungen auf Unterkonstruktionen		
	Unterkonstruktion Holz	30 – 50	35
16	Geländer, Gitter, Leitern, Roste, außen		
	HartholzH	30 – 60	45
	Weichholz	25 – 50	35
	Holzwerkstoff, beschichtet	25 – 50	35
	Außentüren, -fenster		
17	Rahmen/Flügel		
	Hartholz	40 – 60	50
	Weichholz	30 – 50	40

2.1. Nachteil: Natürliche Abbaubarkeit von Holz

Ein wichtiges Merkmal nachwachsender Rohstoffe ist ihre natürliche Abbaubarkeit. Bauteile und Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen sind in erhöhtem Maße abhängig von der Qualität der Konstruktion und Ausführung, da die Verwendung in der Regel mit besonderen Schutzmaßnahmen gegen diesen natürlichen Abbau verbunden ist. Durch die sich daraus ergebenden besonderen Qualitätsanforderungen und die damit verbundenen Fehlermöglichkeiten ist in der Praxis die Streuung der real erzielten Lebensdauern von Holzbauteilen besonders hoch, das Einzelergebnis ist im Durchschnitt stärker von der Ausführungsqualität abhängig als z.B. bei Mauerwerken, Beton oder nicht rostenden Metallen.

Auf diesem Zusammenhang beruht die häufig noch kritische bis schlechte Bewertung von Konstruktionsholz oder von Holzbauelementen.

Die aktuelle Praxis der Verwendung von Mittelungswerten bei der Kosten- und Ökobilanzberechnung trägt nicht zur Verbesserung dieser Einschätzung bei. Wenn z.B. für die Rahmenteile von Holzfenstern aus Nadelholz je nach Herstellungs- und Einbauqualität und je nach erfolgter Wartung und Instandhaltung Nutzungsdauern von 15 bis 70 Jahren in der Praxis beobachtet werden, dann wird mit einem angenommenen Mittelwert von 40 Jahren ein erhebliches Optimierungspotential abgeschnitten.

Sowohl für die Ökobilanzierung als auch für die Lebenszykluskostenberechnung hat der Unterschied zwischen einer angenommenen Nutzungsdauer von 40 oder 60 Jahren eine erhebliche Bedeutung.

Bei tragenden verdeckten Bauteilen aus Holz führt lediglich der Umstand, dass ein Versagen von benachbarten Konstruktionselementen wie Abdichtungen oder Dampfbremsen vergleichbar schnell zu Schäden führen kann, überhaupt erst zur Annahme einer Nutzungsdauerbegrenzung. Dauerhaft trocken verbautes Holz hat dagegen, wie bei vielen Bauten ablesbar, praktisch keine Dauerhaftigkeitsbegrenzung.

Demzufolge sind nachwachsende Rohstoffe bei der Annahme von Durchschnittswerten ohne begleitende Bewertung der Qualitätssicherung systematisch benachteiligt. Je größer die Differenz zwischen einer maximal erreichbaren Nutzungsdauer und einem arithmetischen Mittelwert ist, desto größer wird das durch Qualitätssicherung erreichbare Optimierungspotential, das bei einer pauschalen Mittelwertsannahme vollständig ignoriert wird.

2.2. Vorteil: Qualitätsentwicklung und Bearbeitungsfähigkeit von Holz

Holz gehört zu den ältesten Baumaterialien überhaupt. Entsprechend groß sind die Erfahrungen über Schadensursachen, das Schadensverhalten und über die notwendigen handwerklichen und technischen Schutzmaßnahmen bei Umgang mit Holz im Bauwesen. Dank moderner Fertigungs- und Planungstechnologien wurden die Holzbautechniken besonders in den letzten 10 – 20 Jahren erheblich verbessert. Die Einführung von Qualitätsstandards, die Produktion verleimter Querschnitte als Alternative zum Vollholz, die Verbesserung von Leimen, Beschichtungen und Schutzmitteln sowie die Weiterentwicklung verbesserter Holzwerkstoffe haben zu einem deutlichen Qualitätssprung geführt.

Mit Einführung moderner Holzbauprodukte und moderner Holzbaukonstruktionen in den vergangenen 20 Jahren wurden die Risiken handwerklicher Fehlhandlungen und damit die Schadenswahrscheinlichkeit von Holzarbeiten deutlich verringert. Durch die zwingend erforderliche technische Trocknung und gegenseitig verdrehte und verleimte Kanteln und Bretter wurden die Risiken des Schwindens, der Rissbildung und der Verformung reduziert. Die Nutzung kleinerer Querschnitte erlaubt zudem die Vermeidung von Ästen bei gleichzeitig besserer Ausnutzung des Stammquerschnittes. Ein wichtiger Schritt ist dabei die bei der industriellen Vorfertigung mögliche laufende Gütesicherung der Produkte.

Mit diesen Entwicklungen ist die Wahl und Verarbeitung qualitativ hochwertiger Holzprodukte wesentlich vereinfacht. Neben den technischen Regelwerken stehen Qualitätslabel zur Verfügung, auf die Bezug genommen werden kann, an vorderer Stelle sind hierbei die diversen RAL-Gütezeichen für Holzprodukte und Bauteile zu nennen.

2.3. Potentiale

Wenn sich mit der Verwendung von Holz und Holzwerkstoffen sowohl in der Ökobilanz als auch bei den Lebenszykluskosten systematisch besonders hohe Optimierungspotentiale verbinden, müssen sie sowohl sichtbar, als auch berechenbar und kalkulierbar gemacht werden.

Entsprechend findet sich in der ISO 15686 – *Buildings and constructed assets, Service life planning (SLP)* mit dem eingeführten Teil 1 und den als Entwurf vorliegenden oder in Bearbeitung befindlichen Teilen 2 – 6 die konkrete Aufforderung zur Entwicklung performanceorientierter Prognoseverfahren zur Dauerhaftigkeit von Bauteilen.

In der Norm wird zu Recht davon ausgegangen, daß der Aufwand zur baulichen Unterhaltung, die Häufigkeiten und die Gesamtdauer der Aufwendungen und die damit verbundenen betrieblichen Kosten maßgeblich durch Planungs- und Ausführungsqualität und die Nutzungsbedingungen beeinflußt werden. Zur Berücksichtigung dieser Einflüsse wird eine Faktor-Methode beschrieben (*Factor method for estimating Service life*).

Ausgangspunkt des Verfahrens ist ein Erwartungswert für Bauteile (*Reference ServiceLife of Components – RSLC*), der für durchschnittliche Bauteilqualitäten unter durchschnittlich zu erwartenden Nutzungsbedingungen wahlweise empirisch oder als gezielte Nutzungserwartung formuliert wird.

Für die Bildung der Faktoren wird zunächst das betrachtete Bauteil beschrieben, wobei wichtige Merkmale wie z.B. die Bedeutung eines funktionalen Versagens, die Qualität von Einzelkomponenten, Planungsaspekte, Ausführungsqualitäten usw. potentiell berücksichtigt werden können. Die potentiellen Einflüsse während der Nutzung werden in Form von

Faktoren berücksichtigt, mit denen die spezifischen funktionalen Belastungen und Nutzungsbedingungen in die Abschätzung einbezogen werden können. Dabei werden die Einflüsse begrifflich negativ, als nutzungsdauermindernd aufgestellt. Die ausgewählten Einflüsse folgen der ISO 6241. Für jeden Einfluß wird abschließend ein quantitativer Faktor abgeschätzt, alle Faktoren werden hintereinander gesetzt.

Anfang 2006 wurde hierzu eine gemeinsame Forschungsarbeit von der GFÖB Berlin mbH und PE-Europe vorgelegt, in der ein Konzept zur bauteil- und materialspezifischen Prognose von Dauerhaftigkeiten in Abhängigkeit von der gewählten Planungs- und Ausführungsqualität vorgestellt wurde. Über einen Faktor aus Materialrisiken und funktionalen Bauteilbelastungen werden darin die Schadenspotentiale ermittelt.

Entsprechend dieser Schadenspotentiale können situationsspezifische Qualitäts- und Optimierungsanforderungen formuliert werden. Werden diese Qualitätsanforderungen nachweislich umgesetzt, können sowohl in der Ökobilanz als auch in der Lebenszykluskostenanalyse entsprechend optimierte Dauerhaftigkeiten angesetzt werden. Die erreichten Vorteile werden sowohl in ökologischer als auch in ökonomischer berechenbar und benennbar. Zusätzliche Investitionen in eine verbesserte Material- und Ausführungsqualität können einer Amortisationsrechnung unterzogen werden.

2.4. Gegenüberstellung von Kategorien exogener Risiken und Belastungen

Tabelle 4: Schadenspotential = Materialspezifisches Risiko K x Schichtenspezifische Belastung
(K = Index aus Schadensgeschwindigkeit und Schadensfolge)

Materialspezifisches Risiko				**Bauteilspezifische Belastung**
UV Licht	→	**Schadenspotential**	←	Belichtung
Temperatur	→		←	Temperatur: z.B. Witterungstemperaturen Temperaturschwankungen
Feuchte	→		←	Feuchte: z.B. Witterungs- oder Kondensfeuchte
Materialoberflächen mechanisch	→		←	Technischer Verschleiß: z.B. Abnutzung, Abrieb
Materialstruktur Verformung, Stauchung	→		←	Dynamische Belastung: z.B. Nutzung, Wind
Pflanzliche Schädlinge	→		←	Aufkeimbedingungen
Tierische Schädlinge	→		←	Anflugbedingungen
Chemische Stabilität	→		←	Chemische Belastung

Neben der anwendungsreifen Weiterentwicklung eines Prognoseverfahrens ist es zur Umsetzung erforderlich, bauteilabhängige „Checklisten“ zur Qualitätssicherung zu formulieren, wie es bereits in vielen Bereichen z.B. durch die RAL-Gütezeichen für Holz und Holzprodukte oder für Bauelemente wie Fenster, Türen und hinterlüftete Fassaden erfolgt ist.

2.5. Resumee

Erst wenn die Möglichkeit eröffnet wird, über eine entsprechende Ausführungsqualität optimierte Dauerhaftigkeiten für Bauteile in die Ökobilanz- und Lebenszykluskostenrechnungen zu integrieren, kann Holz als Baustoff seine positiven Eigenschaften und Merkmale in angemessener Form darstellen. Vor allem kann es dazu beitragen, der chronischen Unterbewertung der Werthaltigkeit und Dauerhaftigkeit von Holzkonstruktionen im Bauwesen zu begegnen.

Zusammen mit den durch die Ökobilanz berücksichtigten Eigenschaften als nachwachsender und CO_2-speichernder Rohstoff wäre die Darstellung von Holz und Holzprodukten im Zertifizierungssystem DGNB im Sinne der Fragestellung angemessen.