

Isocyanate und Polyurethane

Rudy Köhler

Isocyanate – dieser Stoffgruppe scheint nach wie vor etwas Mysteriöses anzuhaften, denn sie wird nach wie vor kontrovers diskutiert – nicht nur in wohngesundheitlich orientierten Kreisen. Mysteriös, weil es scheint, als gäbe es wissenschaftliche Lücken, die eine objektive Einschätzung des möglichen Gefährdungspotentials noch nicht erlauben würden. Aber ist das tatsächlich so? Isocyanate sind hochreaktive Stoffe mit anerkannt hohem Schadpotential. Sie reagieren extrem schnell auch mit Biomolekülen. Deshalb sind sie aus wohngesundheitlicher Sicht unbedingt zu berücksichtigen.

Der Verfasser bereitet das derzeit bekannte Wissen über Isocyanate möglichst allgemeinverständlich auf. Neben den rein wohngesundheitlichen Aspekten ist es erforderlich, auch andere Bereiche des Lebenszyklus dieser überaus wichtigen Stoffe zu untersuchen, mit denen wir praktisch täglich zu tun haben. Ziel ist es, nach heutigem Kenntnisstand eine eindeutige Aussage pro oder kontra isocyanatbasierte Produkte aus wohngesundheitlicher Sicht machen zu können. Eine umfassende, im Auftrag der Stiftung B-A-U im Jahr 2014 vom Verfasser durchgeführte Studie zum Thema kann bei diesem kostenlos angefordert werden.

1 Einleitung und Problematik

Isocyanate sind schon seit 1848, Polyurethane seit 1937 bekannt. Wenn von Isocyanaten gesprochen wird, dann sind praktisch immer die damit hergestellten Polyurethane (kurz PUR oder PU) gemeint. Tatsächlich ist es so, dass PUR inzwischen in vielen Bereichen unseres Lebens Einzug gehalten haben und wir tagtäglich mit ihnen zu tun haben.

Polyurethane gibt es in vielen Erscheinungs- bzw. Zustandsformen (s. Abb. 1). Einige Anwendungsmöglichkeiten von PUR im Bauwesen werden in alphabetischer Reihenfolge nachstehend genannt [1]: Abdeckungen, Altbausanierung und Außenwanddämmung, Anstriche (Lacke), Bauwerk-Abdichtungen, Bodenbeläge unter Teppichen, Dichtungen, Duschkabinen, Fenster und Fensterbänke, Folien, Kabelummantelungen, Klebebänder und Klebstoffe, Kleber und Leime, Korrosionsschutz, Kühlzellen/-häuser, Markisen (Beschichtung), Matratzen(-kerne), Membranen, Montageschäume, Rohrbeschichtung (außen und innen), Rohre, Schläuche, Sitzmöbel, Spanplatten (formaldehydfrei), Türen und Tore (wärmegeämmt), Wärmedämmung. Weitere Produkte – unter vielen anderen – sind etwa Fußbälle, Gummistiefel, Gewebeimplantate, Karosserieteile, Schuhsohlen und latexfreie Kondome.

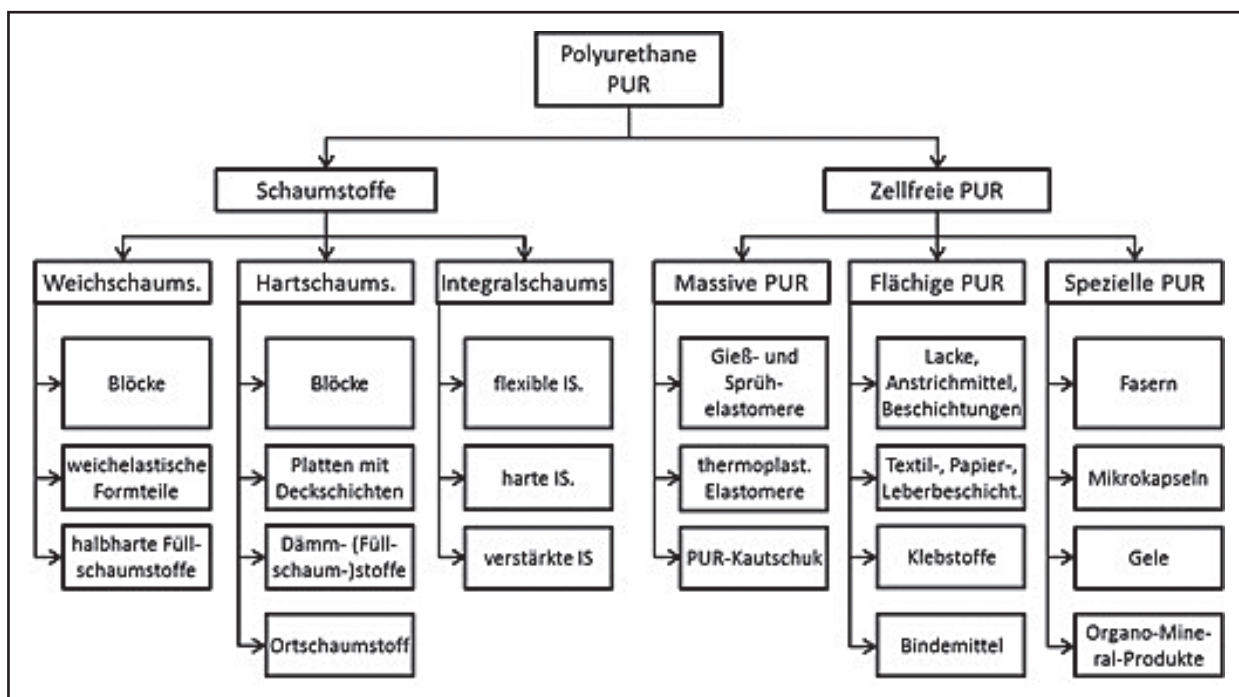


Abb. 1: Zustandsformen der Polyurethane, nach [1]

Bedingt durch die große industrielle und wirtschaftliche Bedeutung dieser Stoffe sind ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften sehr gut erforscht. Teilweise unerforscht zu sein scheinen jedoch manche, sich auf die Gesundheit der damit in Kontakt kommenden Menschen auswirkende Aspekte ebenso, wie das diesbezügliche Verhalten der fast immer enthaltenen Additive und mögliche Kreuzreaktionen derselben im Brandfall oder in der Umwelt. Es gibt klare Aussagen über die gesundheitsschädlichen Auswirkungen für exponierte Arbeiter, jedoch nur unzureichende zu denen im Niedrigdosisbereich auf die Allgemeinbevölkerung. Es gilt deshalb, Antworten auf folgende Fragen zu finden:

- Entweichen im Normalbetrieb Isocyanate aus isocyanatbasierten Produkten? Falls ja, welche und in welchen Mengen?
- Was passiert bei einer unvollständigen Verbrennung isocyanatbasierter Produkte?
- Was passiert, wenn isocyanatbasierte Produkte mit Wasser, Säuren, Laugen, Lösemitteln oder anderen Substanzen in Berührung kommen?

Es geht folglich darum, die Reaktionsmöglichkeiten dieser Produkte zu untersuchen. Die eindeutige Beantwortung dieser Fragen sollte ausreichend sein, um eine klare Entscheidung pro oder kontra isocyanatbasierter Produkte aus wohngesundheitlicher Sicht zu fällen. Nachstehende Ausführungen beziehen sich auf die im Bauwesen verwendeten isocyanatbasierten Produkte, sind aber grundsätzlich auch auf alle anderen Bereiche übertragbar.

Folgende Phasen können aus nachhaltiger Sicht im Lebenszyklus eines Bauprodukts unterschieden werden: Herstellungsphase, Bauphase, Nutzungsphase (diese enthält auch die Instandhaltung sowie ggf. die Renovierung bzw. Sanierung des oder der Räume), Beseitigungsphase (hierin enthalten sind auch Katastrophen wie Brandereignisse und Überschwemmungen) und Rückführungsphase. Im Rahmen einer wohngesundheitlichen Bewertung von Produkten ist eigentlich nur die Betrachtung der Nutzungsphase des Lebenszyklus von Bedeutung. In dieser Phase sollte es keine Auffälligkeiten geben, die über das „natürliche“ oder erforderliche Maß hinausgehen. Trotzdem sollten auch die Bauphase sowie die Möglichkeit unbeabsichtigter Probleme, wie etwa Feuer oder Überschwemmungen, berücksichtigt werden. Dieses insbesondere, weil es einerseits jeder Bewohner hiermit (auch ungewollt) zu tun bekommen kann, und weil es andererseits zum Verständnis der Problematik erforderlich ist. Dagegen spielen die Herstellungs-, Beseitigungs- und

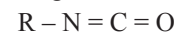
Rückführungsphase im Rahmen einer rein wohngesundheitlichen Betrachtung keine Rolle.

2 Chemie der Isocyanate und Polyurethane

Isocyanate sind die wichtigsten Ausgangsstoffe für die Herstellung von Polyurethanen. Neben Polyurethanen gibt es – rein chemisch betrachtet – auch noch Polyharnstoffe (Polyurea) als Ergebnis von Ausgangsstoffen, die mit Isocyanaten „gehärtet“ wurden. So eine Unterscheidung mag im Detail sinnvoll sein, wird jedoch im Rahmen dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Hier wird weiterhin für alle mit Isocyanat gehärteten Materialien der Einfachheit halber der Begriff Polyurethane (kurz: PUR) verwendet.

2.1 Chemische Grundlagen und Herstellung

Isocyanate sind hochreaktive Stoffe der organischen Chemie, die zur Herstellung von Polyurethanen (PUR) in ihren unterschiedlichen Erscheinungsformen benötigt werden. Sie bestehen aus je einem Stickstoff-, Kohlenstoff- und Sauerstoffatom sowie einem Alkyl- (= ohne aromatische Struktur) oder Arylrest (= mit aromatischer Struktur). Sie haben folgende Grundstruktur:



Monoisocyanate haben nur eine NCO-Gruppe im Molekül; sie werden meist zur chemischen Synthese verwendet z. B. Methylisocyanat. Sie werden bei der Herstellung von Polyurethan-Produkten nicht eingesetzt, da sie keine Polymer-Ketten bilden können. Monoisocyanate können bei der thermischen Zersetzung von Kunststoffen entstehen und unter Arbeitsschutzaspekten von Bedeutung sein. [2] Diisocyanate haben zwei NCO-Gruppen im Molekül, Polyisocyanate unbestimmt viele.

Die Herstellung der PUR erfolgt durch Polyaddition von zwei- oder mehrfunktionellen OH- oder NH₂-gruppenhaltigen Verbindungen an Di- oder Polyisocyanate. Nur wenige Grundreaktionen werden für den Aufbau von Polyurethanen gebraucht, deren Schlüsselsubstanzen die Polyisocyanate sind. [3].

Isocyanate ... reagieren mit allen Verbindungen, die aktive Wasserstoffatome enthalten, vor allem aber mit Alkoholen zu Urethanen (Carbaminsäureestern), mit Aminen zu substituierten Harnstoffen [Anm. d. V.: Diese werden zur Gruppe der (Poly-)Urethane gerechnet] und mit Säuren (unter CO₂-Abspaltung) zu Carbonsäureamiden. Neben den genannten Grundreaktionen bestimmt noch eine vierte Reaktion entscheidend die Chemie der Polyurethane, nämlich die Umsetzung der Isocyanate mit Wasser. [4].