



---

## **Wissenschaftliche Ableitung eines realistischen Polymergrenzwertes für faserbasierte Produkte unter Bezugnahme auf Erwägungsgrund 11 der SUPD**

Wissenschaftlicher Kontext zur Ableitung eines technisch notwendigen Polymergrenzwertes in Papier- und Kartonverpackungen unter Inbezugnahme der SUPD, mittlere Bedarfswerte, Spurengrenzen und regulatorisch tragfähige Schwellenwertbildung.

### **Fragestellung:**

Wie hoch ist der technisch notwendige Polymeranteil in faserbasierten Verpackungen (Papier, Karton, Pappe) laut Fachliteratur, und welcher Grenzwert kann regulatorisch als sachgerecht gelten, wenn zusätzlich das wissenschaftlich anerkannte Verständnis von Spurenstoffen berücksichtigt wird?

### **Wissenschaftlicher Kontext und Zielsetzung:**

Diese methodisch-wissenschaftliche Ableitung dient der Herleitung eines realistischen und fachlich fundierten quantitativen Schwellenwertes für die Einstufung papierbasierter Materialien nach der Einwegkunststoffrichtlinie (Richtlinie (EU) 2019/904; im Folgenden: SUPD) auf Grundlage publizierter Daten zum Polymerbedarf.

Dabei wird ergänzend das in der Umweltanalytik und im Lebensmittelrecht anerkannte Konzept von Spurenanteilen (z. B. < 0,1 %) systematisch berücksichtigt. Die in der Literatur ausgewiesenen Polymeranteile in papier- und kartonbasierten Materialien beziehen sich überwiegend auf funktionale polymerbasierte Additive, die zur Erzielung definierter Produkteigenschaften technisch erforderlich sind. Hierzu zählen insbesondere polymerbasierte Leimungsmittel zur



---

Hydrophobierung wie Alkyl-Keten-Dimere (AKD) oder Alkenylbernsteinsäureanhydride (ASA), polymerbasierte Nassfestmittel wie Polyamid-Epichlorhydrin-Harze (PAE) sowie optische Aufheller, bei denen es sich in der Regel um niedermolekulare stilbenbasierte Fluoreszenzverbindungen handelt<sup>1</sup>. Diese Stoffe werden entweder in der Stoffsuspension (Masseleimung) oder über Oberflächenapplikationen wie Leimpresse oder Streichauftrag eingebracht.

Die einschlägige Fachliteratur der Papiertechnik beschreibt für diese Additive typische Einsatzmengen im Bereich von wenigen Zehntelprozent bis etwa über ein Prozent bezogen auf den Feststoffgehalt des Papiers. Diese Polymeranteile sind funktional notwendig, erfüllen jedoch keine strukturgebende Rolle im Sinne einer eigenständigen Kunststoffmatrix. Vielmehr wirken sie als funktionale Zusätze innerhalb eines überwiegend faserbasierten Materials und sind integraler Bestandteil etablierter papiertechnischer Herstellungsprozesse.

#### Analyse der Literaturdaten:

Die folgende Übersicht zeigt die mittleren Einsatzmengen polymerer Additive in faserbasierten Produkten (bezogen auf das Trockengewicht):

• Francolini et al. (2023):	0,3 – 1,0 %	→ Mittelwert: 0,65 %
• Bajpai (2015):	0,1 – 0,5 %	→ Mittelwert: 0,30 %
• Hubbe (2006):	0,2 – 1,0 %	→ Mittelwert: 0,60 %
• KTH (2023):	0,5 – 2,5 %	→ Mittelwert: 1,50 %
• Gullichsen, J., & Paulapuro, H. (2000):	1,0 – 2,5 %	→ Mittelwert: 1,75 %
• T. d. Papiertechnik (8. Aufl.):	0,4 – 1,2 %	→ Mittelwert: 0,80 %

**Durchschnitt aller Mittelwerte (arithmetisch):** **0,93 %**

---

<sup>1</sup> Optische Aufheller auf Stilbenbasis sind in der Regel niedermolekulare organische Verbindungen und erfüllen nicht die Polymerdefinition gemäß Art. 3 Nr. 5 der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH). Sie werden daher nicht als Polymeranteil im Sinne der vorliegenden Schwellenwertbetrachtung berücksichtigt.



---

Die angegebenen Mittelwerte der einzelnen Literaturquellen ergeben sich jeweils als arithmetisches Mittel aus der in der Literatur genannten unteren und oberen Einsatzgrenze der polymeren Additive. Zur Ableitung eines repräsentativen Gesamtwertes wird anschließend das arithmetische Mittel dieser Einzelmittelwerte gebildet. Dieses Vorgehen erlaubt eine sachgerechte Zusammenfassung heterogener, aber vergleichbarer Literaturdaten und entspricht einer üblichen statistischen Annäherung bei der Auswertung technischer Einsatzbereiche.

### Ergänzung durch wissenschaftlich anerkannte Spurenwerte:

In der Umweltanalytik gelten Anteile  $< 0,1 \%$  als „Spuren“ – diese Schwelle findet sich z. B. bei dem BfR (2018), dem Umweltbundesamt (2020) und in der REACH-Verordnung.

Auch in der Papiertechnik finden sich polymerbasierte Additive regelmäßig im Bereich von Zehntelprozenten des Feststoffgehalts. Hinzu kommen prozessbedingte Schwankungen sowie analytische Unsicherheiten bei der quantitativen Bestimmung sehr geringfügiger Polymeranteile. Vor diesem Hintergrund ist die Berücksichtigung eines international allgemein anerkannten Spurenwertes von  $< 0,1 \%$  als konservativer Zuschlag methodisch geeignet, um technisch unvermeidbare Spurengehalte sachgerecht in eine regulatorisch belastbare Schwellenwertbildung einzubeziehen, ohne den funktionalen Charakter dieser Additive in Frage zu stellen.

→ wissenschaftlich anerkannter Spurenzuschlag: + 0,10 %

Beispielrechnung:

Technisch ermittelter Mittelwert: → 0,93 %

+ wissenschaftlich definierter Spurenwert: → 0,10 %

= Gesamtschwellenwert: → 1,03 %



---

## Fazit:

Die abgeleitete Grenze von 1,03 % Polymeranteil basiert auf anerkannten wissenschaftlichen Quellen und methodisch bewährten Spurenansätzen. Sie ermöglicht eine regulatorisch tragfähige, technisch gerechtfertigte und ökologisch sinnvolle Abgrenzung im Rahmen der SUPD – ohne papierbasierte Verpackungen mit funktional erforderlichen Minimalmengen an polymerbasierten Bindern und Additiven unnötig als Kunststoffartikel einzustufen. Die in Papier- und Kartonmaterialien eingesetzten polymerbasierten Additive dienen überwiegend der Einstellung funktionaler Eigenschaften wie Oberflächenstabilität oder optischer Wirkung. Sie sind in den Faserverbund eingebunden oder werden oberflächennah appliziert, ohne eine eigenständige, kontinuierliche Kunststoffstruktur auszubilden. Damit erfüllen diese Polymere keine strukturgebende Funktion im Sinne einer Kunststoffmatrix, sondern wirken als funktionale Zusätze innerhalb eines überwiegend faserbasierten Materials. Ergänzend deckt sich diese wissenschaftliche Schwellenwertbildung mit der rechtlichen Auslegung der Richtlinie (EU) 2019/904 (SUPD), in der ausdrücklich festgehalten ist, dass Farben, Tinten und Klebstoffe (polymerbasierte Binder und Additive) nicht unter die Definition von Kunststoff gemäß Artikel 3 Nummer 1 fallen (vgl. Erwägungsgrund 11): „Farben, Tinten und Klebstoffe sollten nicht unter diese Richtlinie fallen und daher nicht unter die Definition von Kunststoff gemäß Nummer 1 des Artikels 3 fallen.“

Diese Auslegung wird durch die offiziellen Leitlinien der Europäischen Kommission bestätigt, die festhalten, dass funktionale Zusätze wie Klebstoffe, Bindemittel und Farben vom Anwendungsbereich der Richtlinie ausgenommen sind. Somit sind polymerbasierte Binder und Additive in Papier, Karton oder Pappe, die keine strukturgebende Funktion erfüllen, nicht unter die SUPD zu fassen. Der wissenschaftlich fundierte Mindestbedarf von 1,03 % polymerbasierten Bindern und Additiven in Papier-, Papp- und Kartonprodukten zeigt, dass funktionale, nicht strukturgebende Zusätze technisch notwendig, aber nicht SUPD-relevant sind. Der Grenzwert des flustix-Zertifizierungszeichens „LESS PLASTICS PRODUCT – MIND. 99,25% PLASTICFREE“ mit maximal 0,75 % polymeren Massengewichtsanteil liegt somit weit unterhalb und damit innerhalb des SUPD-Scopes und bietet erstmals einen klaren quantitativen Maßstab, der Herstellern und Behörden rechtssichere Orientierung zur Einordnung von Produkten gibt.



---

## Literatur:

Francolini, I. et al. (2023). Polymeric Wet-Strength Agents in the Paper Industry. *Int. J. Mol. Sci.* 24(11), 9268.

Bajpai, P. (2015). *Pulp and Paper Chemicals*. Elsevier.

Hubbe, M. A. (2006). Fillers for Papermaking. *BioResources* 1(4), 734–776.

KTH Royal Institute of Technology (2023). *Biobased and Biodegradable Binders for Paper and Nonwoven*.

Gullichsen, J., & Paulapuro, H. (Hrsg.). (2000). *Papermaking Science and Technology, Book 8: Papermaking Part 1, Stock Preparation and Wet End*. Jyväskylä: Fapet Oy.

Taschenbuch der Papiertechnik. (2021). Kapitel 8 „Additive der Papiererzeugung“ (S. 189–190), Kapitel 8.2.3 „Leimungsmittel“ (S. 228–234) sowie Kapitel 8.2.7 „Optische Aufheller“ (S. 239–240).

BfR (2018). *Technologische Hilfsstoffe – Bewertung und Rückstandsbetrachtung*.

UBA (2020). *Kunststoffe in der Umwelt – Grundlagen und Empfehlungen*.

Europäisches Parlament und Rat. (2006). Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), Artikel 33. *Amtsblatt der Europäischen Union*, L 396 vom 30.12.2006, S. 1–849.

## Über den Autor:

Die flustix-Initiative kooperiert seit 2017 mit unabhängigen, akkreditierten Prüf- und Zertifizierungsstellen, darunter spezialisierte Prüflaboratorien, wissenschaftlich-technische Initiativen sowie staatliche und staatlich beauftragte Forschungseinrichtungen im Bereich Materialprüfung, Analytik und Produktsicherheit.

Bislang wurden mehr als 200 Analysen an faserbasierten Materialien durchgeführt. Sämtliche Untersuchungen erfolgten auf Grundlage einheitlicher Prüfkonzepte und entsprechen dem jeweils aktuellen, international anerkannten Stand von Wissenschaft und Technik.



Die analytischen Untersuchungen basieren auf kombinierten, normkonformen Verfahren gemäß DIN-, EN- und ISO-Normen (einschließlich DIS-Verfahren). Hierzu zählen insbesondere thermische Analyseverfahren, TED-GC/MS, PY-GC/MS, Extraktionsverfahren sowie weitere international etablierte polymeranalytische Methoden.