



Authors/Autori
Monika Lamoratta, Pietro Rosato
LANXESS



The relevance of the Product Carbon Footprint to assess the environmental impact of biocides

Sustainability in the chemical industry

Sustainability is a strategic goal for all industrial sectors. For the chemical industry, it represents an even greater challenge, as most companies take this responsibility very seriously and strive to anticipate future regulations. For paint and coating manufacturers, sustainability is becoming increasingly important, as the regulatory framework is pushing the sector toward less hazardous and more environmentally friendly solutions. The main activities focus on five key themes which, accompanied by concrete objectives, all follow the same basic principle: all actions must increase the company's value and improve the quality of life for present and future generations.

Sustainable products

The 'Product Sustainability Monitor' was specially developed to systematically evaluate the sustainability level of products from a business, environmental, and social perspective. The final goal is to safeguard the long-term success by developing innovative processes and products which in the end is also helping customers to make their businesses more sustainable².

How is Lanxess Material protection products addressing these principles in the production and application of biocides?

Climate neutrality has an impact on the production and use of biocides. To measure the impact a product has on climate, the Product Carbon Footprint (PCF) is calculated. Lanxess is using an automated tool to calculate PCFs following the ISO 14067 method and the TfS (Together for Sustainability) guidelines for the PCF calculation. In the calculation scope 1, 2 and 3 emissions are included. Scope 1 emissions are direct emissions that are generated during the production process. Scope 2 emissions are defined as indirect emissions from purchased energy like e.g. power and steam. Most important for biocides are scope

La rilevanza del Product Carbon Footprint per valutare l'impatto ambientale dei biocidi

Sostenibilità nell'industria chimica

La sostenibilità è un obiettivo strategico per tutti i settori industriali. Per l'industria chimica si tratta di una sfida ancora più grande, poiché la maggior parte delle aziende prende molto sul serio questa responsabilità e cerca di anticipare le normative future. Per i produttori di vernici e rivestimenti, la sostenibilità sta diventando sempre più importante, poiché il quadro normativo spinge il settore verso soluzioni meno pericolose e più rispettose dell'ambiente. Le attività principali sono incentrate su cinque temi chiave che, accompagnati da obiettivi concreti, seguono tutti lo stesso principio di base: tutte le azioni devono accrescere il valore dell'azienda e migliorare la qualità della vita delle generazioni presenti e future.

Prodotti sostenibili

Il 'Product Sustainability Monitor' è stato appositamente sviluppato per valutare sistematicamente il livello di sostenibilità dei prodotti dal punto di vista commerciale, ambientale e sociale. L'obiettivo finale è quello di salvaguardare il successo a lungo termine sviluppando processi e prodotti innovativi che, in ultima analisi, aiutino anche i clienti a rendere le loro attività più sostenibili².

In che modo Lanxess Material Protection Products affronta questi principi nella produzione e nell'applicazione dei biocidi?

L'attenzione alla neutralità climatica ha un impatto anche sulla produzione ed uso dei biocidi. Pertanto, calcoliamo il Product Carbon Footprint (PCF) per misurare l'impatto di un prodotto sul clima. Lanxess utilizza uno strumento automatico per calcolare il PCF secondo il metodo ISO 14067 e le linee guida TfS (Together for Sustainability). Nel calcolo sono incluse le emissioni degli ambiti 1, 2 e 3. Le emissioni dell'ambito 1 sono emissioni dirette generate durante il processo di produzione. Le emissioni dell'ambito 2 sono definite come emissioni indirette derivate



3 emissions. They are defined as Indirect emissions from raw materials, generated outside of Lanxess control e.g: Emissions related to production of raw materials. For biocides by far the biggest contributor are scope 3 emissions from raw materials.

Biocides in the industry

With a focus on biocides like CMIT/MIT or alternative preservation like phenoxyethanol used in the paint and coatings industry we will outline their profound implications for sustainability. The modern world relies heavily on paints and coatings for both aesthetic and functional purposes. These products enhance the durability, aesthetics, and protection of surfaces, ranging from architectural structures to industrial machinery. However, the journey of paints and coatings, from the production line to their final application, is fraught with challenges, and one of the most formidable foes in this journey is microbial contamination.

Microorganisms, including bacteria and fungi can thrive in the water-based environment of a paint. Their growth will not only compromise the product's quality but also raise health and environmental concerns. This is where biocides come into play. Biocides are chemical substances designed to inhibit, prevent, or end the growth of microorganisms, ensuring the longevity

dall'utilizzo di energia, ad esempio energia elettrica e vapore. Le emissioni di ambito 3 sono le più importanti per i biocidi e altre specialità chimiche. Sono definite come emissioni generate da attività e beni che non sono sotto il nostro controllo. Nei biocidi il contributo di emissioni maggiore è dato dallo scopo 3 a causa delle materie prime utilizzate per la loro produzione.

Biocidi nell'industria

Con un'attenzione particolare ai biocidi come il CMIT/MIT o sui conservanti alternativi come il fenossietanolo utilizzati nell'industria delle vernici e rivestimenti, illustreremo le loro profonde implicazioni per la sostenibilità. Oggigiorno si fa grande affidamento a vernici e rivestimenti per scopi sia estetici che funzionali. Questi prodotti migliorano la durata, l'estetica e la protezione delle superfici, dalle strutture architettoniche ai macchinari industriali. Tuttavia, il percorso che le pitture e le vernici percorrono dalla linea di produzione all'applicazione finale, è irto di sfide e uno dei nemici più temibili è la contaminazione microbica.

I microrganismi, tra cui batteri e funghi, possono prosperare nell'ambiente acquoso di una vernice. La loro crescita non solo compromette la qualità del prodotto, ma solleva anche problemi di salute e ambientali. È qui che entrano in gioco i biocidi.

Protective Coating Additives



ADDAPT
Chemicals BV

ADDAPT Chemicals BV offers multiple additives for protective coatings, improving coating properties and enabling them to be used for heavy-duty systems.

- ✓ Increase adhesion to metals with **VeoPox™**
- ✓ Enhance long term corrosion protection with **Anticor™**
- ✓ Prevent flash rust with **Ferrocot Flash™ TN**
- ✓ Ready-to-use water-based rust conversion primer **Anticor™ RCP**





Raw material choice: Scelta della materia prima:	Environmentally friendly raw materials, bio-based binders, nanotechnology, and eco-friendly formulations <i>Materie prime ecologiche, leganti a base biologica, nanotecnologie e formulazioni eco-compatibili</i>
Manufacturing efficiency: Efficienza produttiva:	Enhance processes to reduce energy consumption and emissions <i>Migliorare i processi per ridurre il consumo energetico e le emissioni</i>
Transportation: Trasporto:	Minimize distances and choose eco-friendly transport methods <i>Ridurre al minimo le distanze e scegliete metodi di trasporto ecologici</i>
Application efficiency: Efficienza dell'applicazione:	Developing coatings with improved coverage and reduced waste <i>Sviluppare rivestimenti con una migliore copertura e una riduzione degli scarti</i>
Durability: Durata:	Extend service life to reduce maintenance and recoating frequency <i>Prolungare la durata di vita per ridurre la manutenzione e la frequenza di ricopertura</i>
End-of-life considerations: Considerazioni sulla fine della vita:	Design for easier recycling or environmentally friendly disposal <i>Design che facilita il riciclaggio o lo smaltimento ecologico</i>
Regulatory compliance: Conformità normativa:	Stay ahead of regulations to ensure environmental responsibility <i>Rimanere al passo con le normative per garantire la responsabilità ambientale</i>

Tab. 1 - Key parameters to improve the sustainability of an end-product

Parametri chiave per migliorare la sostenibilità di un prodotto finale

and performance of these essential industrial products. Biocides are instrumental in preventing contamination throughout the manufacturing process. This not only ensures the integrity of the product but also mitigates the potential risks posed by microbial growth during production.

Moreover, biocides are essential for preserving the quality of paints and coatings 'in the can'. In the moment the paint is manufactured and stored in containers, it becomes susceptible to contamination from airborne microorganisms and those that may have been introduced during production by raw material or improper hygienic conditions. Without effective protection, these microorganisms can multiply, leading to issues such as color change, foul odors, reduced adhesion, and even the degradation of the paint's essential properties. Biocides are contributing in a positive way to the cradle-to-grave analysis of the paint itself. When incorporated into paint formulations, biocides function as guardians, preventing microbial growth and keeping the product's integrity. This ensures that the paint is still in pristine condition from the moment it is produced to its application.

Latest restrictions on biocides

In recent years, there has been a growing focus on the environmental and health impacts of chemicals used in industrial applications. Regulatory bodies in Europe and around the world have been introducing restrictions and regulations to minimize the usage of certain chemical substances, including

I biocidi sono sostanze chimiche progettate per inibire, prevenire o bloccare la crescita dei microrganismi, garantendo longevità e preservando le prestazioni di questi prodotti industriali essenziali. I biocidi sono fondamentali per prevenire la contaminazione durante il processo di produzione. In questo modo non solo si garantisce l'integrità del prodotto, ma si riducono anche i rischi potenziali posti dalla crescita microbica durante la produzione. Inoltre, i biocidi sono essenziali per preservare la qualità delle vernici e dei rivestimenti 'in barattolo'. Nel momento in cui la vernice viene prodotta e conservata nei contenitori, diventa suscettibile alla contaminazione da parte dei microrganismi presenti nell'aria e di quelli che possono essere stati introdotti durante la produzione dalle materie prime o da condizioni igieniche improprie. Senza un'efficace protezione biocida, questi microrganismi possono moltiplicarsi, causando problemi quali alterazione del colore, cattivi odori, riduzione dell'adesione e persino la degradazione delle proprietà essenziali della vernice. I biocidi contribuiscono in modo positivo all'analisi cradle-to-grave della vernice stessa. Se incorporati nelle formulazioni delle vernici, i biocidi fungono da guardiani, impedendo la crescita microbica e mantenendo l'integrità del prodotto. In questo modo si garantisce che la vernice sia ancora in condizioni immacolate dal momento in cui viene prodotta fino alla sua applicazione.

Le ultime restrizioni sui biocidi

Negli ultimi anni è cresciuta l'attenzione per l'impatto am-

biocides. This shift in regulatory landscape has raised concerns in the paint and coatings industry, as the availability and use of traditional biocides are increasingly constrained. Only a few examples mentioned are formaldehyde, MIT, zinc pyrithione.

Consequences of biocide restrictions for the paint industry

The consequences of biocide restrictions for the paint industry are multifaceted. While these regulations aim to enhance environmental and human safety, they pose significant challenges for manufacturers. Limitations on biocide options can lead to compromised product quality and shelf-life which will result in an increasing number of spoiled products that will lead to increased customer complaints and more waste.

Sustainability in the coating industry

Coatings contribute to sustainability by incorporating resource-efficient formulations and prioritizing durability of finished goods, thus minimizing the need for frequent recoating. Therefore, sustainability is a critical aspect in the paints and coatings market that continues to shape industry dynamics. A Life Cycle Assessment (LCA) of coatings itself, examining environmental impacts from production to disposal, is influenced by various technical factors (Tab. 1). By addressing these factors, coating manufacturers can enhance the sustainability profile of their products in response to growing environmental awareness. Changing parameters within those areas will influence the sustainability of a product especially with a focus on the Environmental Footprint and the PCF. It is important to note that the overall life cycle impact of a product could be lowered when applying such measures,

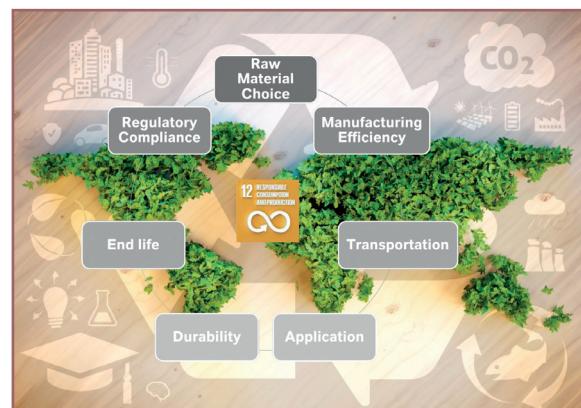


Fig. 1 - Key factors for improving a paint production in a sustainable way. Changing those parameters will influence the product sustainability but also the susceptibility to microbial growth

Fattori chiave per migliorare la produzione di pitture e vernici in modo sostenibile. La modifica di questi parametri influenzera la sostenibilità del prodotto ma anche la suscettibilità alla crescita microbica

bientale e sanitario delle sostanze chimiche utilizzate nelle applicazioni industriali. Gli enti normativi in Europa e nel mondo hanno introdotto restrizioni e regolamenti per ridurre al minimo l'uso di alcune sostanze chimiche, tra cui i biocidi. Questo cambiamento nel panorama normativo ha sollevato preoccupazioni nel settore delle pitture e vernici, in quanto la disponibilità e l'uso dei biocidi tradizionali sono sempre più limitati. Solo alcuni esempi citati sono la formaldeide, il MIT, lo zinco piritone.

Conseguenze delle restrizioni sui biocidi per l'industria delle vernici

Le conseguenze delle restrizioni sui biocidi per l'industria delle vernici

sono molteplici. Se da un lato queste normative mirano a migliorare la sicurezza ambientale e umana, dall'altro pongono sfide significative ai produttori. Le limitazioni alle opzioni biocide possono compromettere la qualità e la durata di conservazione dei prodotti, con un conseguente aumento del numero di prodotti deteriorati, con conseguente aumento dei reclami dei clienti e dei rifiuti.

Sostenibilità nell'industria dei rivestimenti

I rivestimenti contribuiscono alla sostenibilità incorporando formulazioni efficienti dal punto di vista delle risorse e dando priorità alla durata dei prodotti finiti, riducendo così al minimo la necessità di rivestimenti frequenti. Pertanto, la sostenibilità è un aspetto critico nel mercato delle pitture e vernici continua a plasmare le dinamiche del settore. La stessa Life Cycle Assessment (LCA) dei rivestimenti, che esamina gli impatti ambientali dalla produzione allo smaltimento, è influenzata da vari fattori tecnici (Tab. 1).

Affrontando questi fattori, i produttori di rivestimenti possono migliorare il profilo di sostenibilità dei loro prodotti in risposta alla crescente consapevolezza ambientale. La modifica dei parametri all'interno di queste aree influenzera la sostenibilità di un prodotto, soprattutto per quanto riguarda l'impronta ambientale e il PCF.

	Water Acqua	Polymer Emulsion Emulsione polimerica	Pigment Pigmento	Filler Carica	Additive Additivo
Paint composition Composizione della vernice	20%	42%	20%	14%	4%
PCF contribution Contributo PCF		45,60%	43,40%	0,80%	5,40%

Fig. 2 - Simplified composition of a high-quality paint formulation

Composizione semplificata di una formulazione di vernice di alta qualità



Paint component Componente della vernice	Content in paint Contenuto in vernice [%]	Estimated PCF ¹ (raw material) [kg CO ₂ Equivalent/kg Product] <i>Stimato PCF¹ (materia prima) [kg CO₂ Equivalente/kg Prodotto]</i>	Estimated PCF (Paint example) [kg CO ₂ Equivalent/kg Product] <i>Stimato PCF (esempio di verniciatura) [kg CO₂ Equivalente/kg Prodotto]</i>	Contribution Contributo [%]
Polymer emulsion Emulsione di polimeri	42	~ 2 (EVA)	0.84	45.6
Filler Riempitivo	14	~ 0,1 (caolino)	0.014	0.8
Pigment Pigmento	20	~ 4 (TiO ₂)	0.8	43.4
Additives Additivi	4	~ 2,5 (agente disperdente)	0.1	5.4
Phenoxyethanol Fenossietanolo	1	~ 3	0.03	1.6
CMIT/MIT Conformità normativa:	0.0015	~ 20	0.0003	0.016
Total (w/o biocides) Totale (senza biocidi)			1.844	

Tab. 2 - Calculation³ of a paint Product Carbon Footprint and the influence of a biocidal active substance. To simplify Lanxess focused on the CO₂ impact of input raw materials (scope 3) only

Calcolo³ dell'impronta di carbonio di un prodotto verniciante e dell'influenza di un principio attivo biocida. Per semplificare, ci siamo concentrati solo sull'impatto in termini di CO₂ delle materie prime in ingresso (ambito 3)

as simply the susceptibility towards microorganisms of the water-based paint will increase by e.g., more biobased raw materials, or recycle intermediates and wastewater re-use.

Is a biocide a key driver of the product carbon footprint of a paint?

A typical paint formulation should be evaluated under the aspect of the PCF to answer this question.

Figure 2 explains the contribution of the different paint components to the PCF assessment. Whereas polymer emulsion and pigments significantly influence the PCF, the impact on other additives including biocides seems to be minor. In Table 2 the influence of a softer biocidal active like phenoxyethanol was compared with a standard biocide like CMIT/MIT. Typically, the preservation with phenoxyethanol shows efficacy only in higher dosages (approx. 1%) compared to the very efficient CMIT/MIT (0.0015%).

The calculation shows the extremely low impact of the biocidal product on the PCF of the paint which ranges below 2% of the total product PCF. The comparison of biocidal actives shows the strong impact of dosage on the paint PCF. Although CMIT/MIT has a high PCF compared to Phenoxyethanol due to its strong efficacy and low dosage, the impact on the overall

È importante notare che l'impatto complessivo del ciclo di vita di un prodotto potrebbe essere ridotto applicando tali misure, in quanto la suscettibilità ai microrganismi della vernice a base d'acqua aumenterà semplicemente grazie, ad esempio, a un maggior numero di materie prime bio-based o al riciclo degli intermedi e al riutilizzo delle acque reflue.

Il biocida è un fattore chiave dell'impronta di carbonio di un prodotto verniciante?

Per rispondere a questa domanda è necessario valutare una tipica formulazione di vernice sotto l'aspetto del PCF.

La Figura 2 illustra il contributo dei diversi componenti della vernice alla determinazione del PCF.

Il calcolo mostra l'impatto estremamente basso del biocida sul PCF della vernice, che è inferiore al 2% del PCF totale del prodotto. Il confronto tra gli attivi biocidi mostra il forte impatto del dosaggio sul PCF della vernice. Sebbene il CMIT/MIT abbia un PCF elevato rispetto al fenossietanolo grazie alla sua forte efficacia e al basso dosaggio, l'impatto sul PCF complessivo della vernice è 100 volte inferiore. Questo calcolo dimostra che l'attenzione per la scelta del biocida giusto dovrebbe essere piuttosto legata alla fattibilità tecnica e all'etichettatura che al PCF. La tossicità per l'uomo e per



paint PCF is 100 times lower. This calculation shows that the focus for the right biocide choice should be rather related to technical feasibility and labelling than the PCF. Human and environmental toxicity which mainly drive the labelling of biocidal substances under BPR are criteria in an LCA. When applying those criteria, a rating can be done to choose the right active substance for a sustainable end application.

Results at a glance

The article underscores the pivotal role of biocides in the paint industry, emphasizing that a durable and sustainable paint product is unattainable without these essential components. The longevity and sustainability of paint rely heavily on the incorporation of biocides, as shown in the examples of water-based coatings and recycled paints. The PCF as a measure for the overall sustainability of a biocide plays only a minor role. While the benefits of biocides to prolong the lifespan of a paint product are undoubtedly, it has been shown that the PCF of a biocide contributes to less than 2% of the overall PCF of a standard paint product. The PCF continues to be one of the key indicators to assess the environmental impact for chemical raw materials and intermediates, for biocides other elements of the LCA such aquatic and terrestrial toxicity might be more relevant and will be the main focus for future work.

Note

1 The PCF was created in 2023 by our in-house third-party certified automated PCF calculation tool. The LCA is based on primary data from the year 2022 by Lanxess for the production processes, while secondary data from databases (such as LCA for Experts (formerly GaBi software) version 10.7.1 and Managed LCA Content (formerly GaBi Databases) version 2023.2) and suppliers is utilized for external processes and raw materials.

System Boundaries: 'Cradle-to-gate'-approach including: Raw materials purchased by Lanxess, Energy consumption, Utilities, Direct emissions from manufacturing, Transportation of raw materials, Upstream transportation and site-to-site transportation, Treatment or disposal of process wastes and wastewater.

PCF calculation Standards or guidelines used: ISO 14067 and the TfS (Together for Sustainability) guidelines.

Allocation approach used for waste incineration with energy recovery: Cut-Off Approach

Limitations: the PCF covers one environmental impact. No overall statements on the environmental performance of the product can be given. Comparisons of PCFs are only possible under certain criteria if all relevant information is reported.

1 The PCF was calculated for 100% active ingredient based on the value of the 1.5% biocidal product.

3 All data is rounded.

l'ambiente, che è alla base dell'etichettatura dei biocidi secondo la BPR, è un criterio del LCA. Applicando tali criteri, è possibile effettuare una valutazione per scegliere il principio attivo giusto per un'applicazione finale sostenibile.

I risultati in sintesi

L'articolo sottolinea il ruolo fondamentale dei biocidi nell'industria delle vernici, evidenziando che un prodotto verniciano durevole e sostenibile è irraggiungibile senza questi componenti essenziali. La longevità e la sostenibilità delle vernici dipendono in larga misura dall'incorporazione dei biocidi, come dimostrano gli esempi dei rivestimenti a base d'acqua e delle vernici riciclate. Il PCF come misura della sostenibilità complessiva di un biocida gioca solo un ruolo minore. Sebbene i benefici dei biocidi nel prolungare la durata di vita di un prodotto verniciano siano indubbi, è stato dimostrato che il PCF di un biocida contribuisce a meno del 2% del PCF complessivo di un prodotto verniciano standard. Il PCF continua a essere uno degli indicatori chiave per valutare l'impatto ambientale delle materie prime chimiche e degli intermedi, mentre per i biocidi altri elementi dell'LCA, come la tossicità acquatica e terrestre, potrebbero essere più rilevanti e saranno l'obiettivo principale del lavoro futuro.

Note

1 Il PCF è stato creato nel 2023 dal nostro strumento di calcolo automatico del PCF certificato da terzi. La LCA si basa sui dati primari dell'anno 2022 di Lanxess per i processi produttivi, mentre per i processi esterni e le materie prime vengono utilizzati dati secondari provenienti da database (come LCA for Experts (ex software GaBi) versione 10.7.1 e Managed LCA Content (ex GaBi Databases) versione 2023.2) e da fornitori.

Confini del sistema: approccio 'dalla culla alla porta' che include: materie prime acquistate da Lanxess, consumo energetico, utenze, emissioni dirette dalla produzione, trasporto di materie prime, trasporto a monte e trasporto da sito a sito, trattamento o smaltimento di rifiuti di processo e acque reflue.

Norme per il calcolo del PCF o linee guida utilizzate: ISO 14067 e le linee guida TfS (Together for Sustainability).

Approccio di allocazione utilizzato per l'incenerimento dei rifiuti con recupero di energia: approccio Cut-Off.

Limitazioni: il PCF riguarda un solo impatto ambientale. Non è possibile fornire dichiarazioni complessive sulle prestazioni ambientali del prodotto. I confronti tra i PCF sono possibili solo in base a determinati criteri se vengono riportate tutte le informazioni pertinenti.

2 Il PCF è stato calcolato per il 100% di principio attivo sulla base del valore dell'1,5% di biocida.

3 Tutti i dati sono arrotondati.