

CIRCULARIS

Digital Design for Clean Water: Circular Adsorbent Materials from Plastic Waste for short-chain PFAS Removal

Programm / Ausschreibung	KLWPT 24/26, FTI-Initiativen 2025, Ressourcenwende 2025	Status	laufend
Projektstart	01.11.2026	Projektende	31.10.2029
Zeitraum	2026 - 2029	Projektlaufzeit	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 734.243		
Keywords	Upcycled plastics; PFAS removal; Digital design; Sustainable water treatment; MOFs		

Projektbeschreibung

CIRCULARIS stellt sich einer der dringendsten Umweltherausforderungen unserer Zeit: der anhaltenden Verunreinigung von Trink- und Abwasser mit per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS). Diese „Ewigkeitschemikalien“, die seit Jahrzehnten in zahllosen Industrie- und Konsumprodukten verwendet werden, sind hoch mobil, extrem beständig gegen Abbau und bereits in Spuren toxisch. Herkömmliche Behandlungstechnologien wie Aktivkohle und Ionenaustauscher sind unzureichend – insbesondere bei kurzketigen PFAS – und erzeugen erhebliche Mengen an Sekundärabfällen. Als Antwort auf die verschärfte EU-Trinkwasserrichtlinie (2023/2188), geplante REACH-Beschränkungen und den Zero Pollution Action Plan führt CIRCULARIS ein neues Paradigma für die PFAS-Sanierung ein – durch zirkuläre Materialien, digitales Design und skalierbare Wasseraufbereitungstechnologien.

Das Projekt wird von Österreich gesteuert und upcycelt Post-Consumer-Kunststoffabfälle – vor allem PET – zu zirkulären Adsorptionsmaterialien, die mit porösen Strukturen funktionalisiert sind, um PFAS selektiv zu binden. Dieser Ansatz lenkt PET gleichzeitig von Deponien und Verbrennung ab und erzeugt robuste, leistungsstarke Sorbentien für die Wasserbehandlung. Im Kern verankert CIRCULARIS digitale Innovation: Der Subauftragnehmer Thinktropy liefert ein Bayesian-Optimierungs- und Active-Learning-Modell, das auf Basis experimenteller Daten neue Adsorbentien vorhersagt, vorschlägt und iterativ verfeinert. Diese KI-gesteuerte Schleife reduziert Trial-and-Error-Synthesen, senkt den Ressourcenverbrauch und beschleunigt die Entdeckung bahnbrechender PFAS-Adsorbentien.

CIRCULARIS entwickelt sich von TRL 2-3 zu TRL 5 weiter, indem PET-basierte Adsorbentien in drei Reaktorformate integriert werden – Batch-, Festbett- und modulare Kartuschensysteme – die in Österreich von TU Wien, Protovation GmbH und GIS Aqua entwickelt und validiert werden. Envites (CZ) unterstützt, indem die entwickelten Lösungen unter tschechischen Wasserbedingungen überprüft und die Ergebnisse für zukünftige regulatorische Anforderungen und die Markteinführung in Mitteleuropa aufbereitet werden. Die TU Wien übernimmt zudem die Leitung der Lebenszyklusanalyse (LCA) und techno-ökonomischen Analyse (TEA), um Nachhaltigkeit und Skalierbarkeit sicherzustellen.

Durch die Verbindung von Plastikabfall-Valorisierung, KI-gestützter Materialentwicklung und praktischen Wasseraufbereitungstechnologien liefert CIRCULARIS eine ganzheitliche, kreislaforientierte Lösung für eines der kritischsten Umweltprobleme Europas. Erwartete Wirkungen sind: (i) bahnbrechende Entfernungseffizienz von PFAS, einschließlich kurzketziger Verbindungen wie TFA; (ii) ein digitaler Design-Workflow, der die Entwicklung zirkulärer Adsorbentien grundlegend verändert; (iii) eine signifikante Umleitung von PET-Abfällen in hochwertige Anwendungen; und (iv) ein messbarer Beitrag zu den EU-Nachhaltigkeitspolitiken, wodurch Österreich als führend in der Entwicklung von Wasseraufbereitungstechnologien der nächsten Generation positioniert wird – mit grenzüberschreitender Bestätigung durch den tschechischen Partner, um eine breitere Anwendung zu unterstützen.

Abstract

CIRCULARIS tackles one of today's most urgent environmental challenges: the persistent contamination of drinking and wastewater with per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). These "forever chemicals," used for decades in countless industrial and consumer products, are highly mobile, resistant to degradation, and toxic even at trace levels. Conventional treatment technologies such as activated carbon and ion-exchange resins are insufficient, particularly for short-chain PFAS, and generate significant secondary waste. Responding to the tightening EU Drinking Water Directive (2023/2188), proposed REACH restrictions, and the Zero Pollution Action Plan, CIRCULARIS introduces a new paradigm for PFAS remediation through circular materials, digital design, and scalable water treatment technologies.

The project is driven by Austria, upcycling post-consumer plastic waste—primarily PET—into circular adsorbent materials functionalized with porous frameworks tailored for selective PFAS capture. This approach simultaneously diverts PET from landfills and incineration and produces robust, high-performance sorbents for water treatment. Crucially, CIRCULARIS embeds digital innovation at its core: the subcontractor Thinktropy will provide a Bayesian optimization and active learning model that uses experimental data to iteratively predict, propose, and refine new adsorbent candidates. This AI-guided loop reduces trial-and-error synthesis, lowers resource consumption, and accelerates the discovery of breakthrough PFAS adsorbents.

CIRCULARIS progresses from TRL 2–3 to TRL 5, integrating PET-based adsorbents into three reactor formats—batch, fixed-bed, and modular cartridge systems—engineered and validated in Austria by TU Wien, Protovation GmbH, and GIS Aqua. Envites (CZ) will support by confirming the developed solutions under Czech water conditions and translating findings for future regulatory and market uptake in Central Europe. TU Wien will also lead life cycle assessment (LCA) and techno-economic analysis (TEA) to ensure sustainability and scalability.

By merging plastic waste valorization, AI-guided materials discovery, and practical water treatment technologies, CIRCULARIS delivers a holistic, circular economy solution to one of Europe's most critical pollution problems. Expected impacts include: (i) breakthrough removal efficiency for PFAS, including short-chain compounds like TFA; (ii) a digital design workflow that transforms how circular adsorbents are developed; (iii) significant diversion of PET waste into high-value applications; and (iv) measurable contribution to EU sustainability policies, positioning Austria as a leader in next-generation water purification technologies, with cross-border confirmation from the Czech partner to support broader adoption.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- ENVITES, spol. s r.o.
- GIS Aqua Austria GmbH
- Protovation GmbH