

First Publication / Prior Art Dokument

Ion-Injected MagnetoHydroDynamic Duct Drive (IIMHD-Drive): Erstveröffentlichung & Theoretische Beschreibung

Autor: Dominic Richter

Datum: 30.11.2025

Lizenz: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Abstract

Dieses Dokument beschreibt erstmalig das Konzept eines vollelektrischen hybriden Strahlantriebs, der eine vorgeschaltete Vorionisation eines Arbeitsgases mit einer nachgelagerten magnetohydrodynamischen (MHD) Beschleunigungsstufe kombiniert. Durch die Vorionisation wird die elektrische Leitfähigkeit des Gases erhöht, sodass im MHD-Kanal höhere Stromdichten aufgebaut werden können. Die daraus resultierende Lorentzkraft $\vec{F} = \vec{J} \times \vec{B}$ wirkt auf das gesamte Gasvolumen und erzeugt einen gerichteten Ausströrimpuls ohne mechanische bewegliche Teile. Dieses Dokument dient als öffentliche Erstveröffentlichung (Prior Art), um das hier beschriebene Konzept als Stand der Technik zu etablieren.

1. Einleitung

Historische MHD-Antriebe und MHD-Generatoren wurden seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts untersucht, litten jedoch in der Praxis an geringer elektrischer Leitfähigkeit der Arbeitsmedien, an hohen Ionisationskosten und an begrenzter Effizienz. Parallel dazu wurden elektrische Ionen- und Plasmaantriebe (z. B. Ionentriebwerke, Hall-Triebwerke) entwickelt, die zwar sehr hohe Ausströmgeschwindigkeiten, aber nur geringe Massendurchsätze besitzen und daher pro eingesetzter Leistung nur geringen Schub liefern.

Das hier vorgestellte IIMHD-Drive-Konzept kombiniert diese beiden Welten: Vorionisation ("Ionengeflüster") als Leitfähigkeitsverstärker und MHD-Beschleunigung als kraftvolle Stufe, die auf einen wesentlich höheren Gasdurchsatz wirkt. Ziel ist nicht die Beschreibung eines konkreten Gerätes, sondern die nachvollziehbare Formulierung eines physikalischen Funktionsprinzips, das zukünftig theoretisch und numerisch untersucht werden kann.

2. Konzeptbeschreibung

2.1 Komponentenübersicht

Das IIMHD-Drive-Konzept umfasst idealisiert folgende Funktionsbereiche:

1. Gas-Einlass: Ein Arbeitsgas (z. B. Luft, Edelgas, Wasserstoff oder ein anderes nicht-fossiles Medium) wird mit einem definierten Massendurchsatz in ein Kanalsystem (Duct) eingeleitet.
2. Vorionisationszone: In einer ersten Zone wird das Gas mit einem geeigneten Verfahren leicht ionisiert, beispielsweise durch Hochfrequenzfelder, Mikrowellen, Glimmentladung oder andere nicht näher spezifizierte Methoden. Entscheidend ist der Effekt, dass eine signifikante Dichte freier Ladungsträger entsteht und dadurch die effektive elektrische Leitfähigkeit σ des Gases deutlich steigt.

3. MHD-Beschleunigungszone: In einem nachfolgenden Kanalabschnitt wird ein elektrisches Feld so angelegt, dass eine Stromdichte \vec{J} quer zum Magnetfeld \vec{B} entsteht. Das Magnetfeld steht im Idealfall orthogonal zum Gasstrom und zur Stromrichtung. Die Lorentzkraft $\vec{F} = \vec{J} \times \vec{B}$ beschleunigt das ionisierte Gas entlang der Kanalachse.

4. Strahlformung / Düse: Am Auslass formt eine geeignete Geometrie (z. B. eine Düse) den Gasstrom, sodass ein gerichteter Strahl entsteht, der als Schub genutzt werden kann.

2.2 Funktionsweise im Überblick

Im Gegensatz zu rein chemischen oder rein elektrostatischen Antrieben basiert der IIMHD-Drive auf der Kopplung von elektrischer Leistung in das Gas über zwei Stufen: Zuerst wird das Gas energetisch nur so weit angehoben, dass es leitfähig wird; danach wird überwiegend elektromagnetische Arbeit über $\vec{J} \times \vec{B}$ auf das nun leitfähige Volumen übertragen. Die Vorionisationsstufe dient damit als Effizienzverstärker für die nachgelagerte MHD-Stufe.

3. Neuheitsmerkmale

Folgende Merkmale werden in dieser Erstveröffentlichung als neuartige Kombination beansprucht:

- Die explizite Nutzung einer vorgeschalteten Vorionisation zur Erhöhung der Leitfähigkeit eines Arbeitsgases, um damit die Stromdichte in einem nachfolgenden MHD-Kanal signifikant zu steigern.
- Die Interpretation der Vorionisation als 'Ioneneinspritzung' in ein MHD-System, bei der die Ionendichte primär nicht als Träger eines separaten Schubbeitrags betrachtet wird, sondern als Mittel zur Verbesserung der MHD-Kopplung.
- Die Kombination aus Gas-Duct-Geometrie, Vorionisationszone und MHD-Beschleunigungszone in einem durchgängigen Strömungspfad mit dem Ziel, einen gerichteten Jetstrahl ohne bewegliche mechanische Komponenten zu erzeugen.
- Die Möglichkeit eines gepulsten Betriebs, bei dem Ionisation, elektrische Felder und Magnetfelder zeitlich koordiniert werden, um die Effizienz der Kraftübertragung zu steigern.
- Die Ausrichtung auf einen vollelektrischen Betrieb ohne fossile Brennstoffe, insbesondere auf Basis erneuerbarer Energien, bei dem das Arbeitsgas als reines Arbeitsmedium und nicht als chemischer Energieträger dient.

4. Anwendungsrahmen

Das IIMHD-Drive-Konzept kann als grundlegender theoretischer Rahmen für zukünftige Forschung in folgenden Bereichen dienen:

- elektrische Jet-Antriebe ohne bewegliche Teile,
- experimentelle MHD-Systeme für Hochtemperaturgase,
- Spezialanwendungen in Umgebungen, in denen mechanische Komponenten versagen könnten (z. B. sehr heiße oder korrosive Medien),
- experimentelle Studien zur Effizienzsteigerung von MHD-Systemen durch Vorionisation.

5. Zweck dieser Veröffentlichung

Dieses Dokument ist bewusst als theoretische Beschreibung verfasst und vermeidet konkrete Bauanleitungen, gefährliche Betriebsbedingungen oder sicherheitsrelevante Details. Es soll ausschließlich den physikalischen Mechanismus in einer allgemein gehaltenen Form darlegen und damit als 'Stand der Technik' im Sinne der öffentlichen Zugänglichkeit dienen.

Mit der Veröffentlichung unter dem Namen Dominic Richter wird die Priorität dieser Idee dokumentiert. Jede zukünftige Patentanmeldung, die wesentliche Teile dieses Konzepts beansprucht, muss diesen Stand der Technik berücksichtigen.