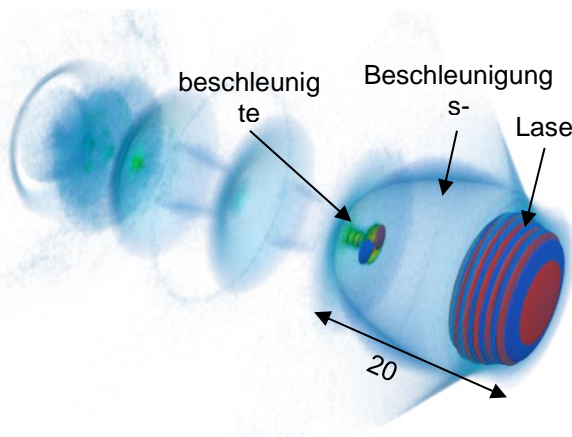


Bachelor-/Masterarbeitsthemen Laser-Elektronenbeschleunigung am HZDR

Generell gibt es bei uns **viele Möglichkeiten** für Themen für Abschlussarbeiten, die je nach persönlichen Vorlieben angepasst und zurecht geschnitten werden können. Je nach dem ob ihr selber etwas **Planen** und **Aufbauen**, lieber einen Teil zu einem **größeren Experiments beitragen** oder auch reine **Datenanalyse** machen wollt – bei uns gibt es viele spannende Aufgaben und wir freuen uns über jeden Interessenten! Gerne könnt ihr euch auch vor oder nach eurem Projekt als Studentische Hilfskraft etwas dazuverdienen – Sprecht oder schreibt uns einfach an!

In der Laser-Wakefield Beschleunigung wird ein hochintensiver Laserpuls in ein Gastarget gesendet.



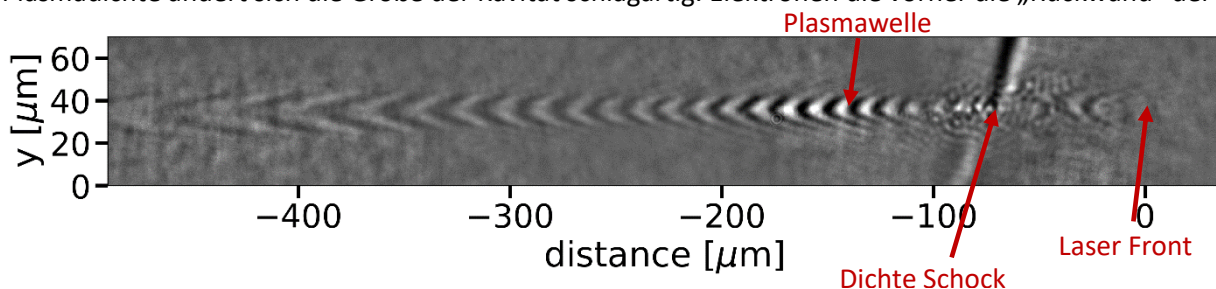
Durch die hohen elektromagnetischen Felder des Lasers wird das Gas ionisiert und die dann freien Elektronen aus der Bahn des Lasers gedrückt. Da die schwereren Atomrümpfe quasistatisch zurückbleiben, bildet sich hinter dem Laserpuls eine Kavität mit starken Feldern. Die zur Seite gedrückten Elektronen werden von der positiven Ladung zurück zur Achse gezogen und beginnen damit, um selbige zu schwingen. In den Kavitäten der sich ausbreitenden Plasmawelle herrschen starke beschleunigende Felder, die **einige hundert GV/m** erreichen

können. Am HZDR können wir so mit dem 150TW Arm des DRACO-Lasers Elektronen innerhalb eines **3mm** langen Targets auf bis zu **800 MeV** beschleunigen.

Themenvorschlag 1: Studie zur Schock-Injektion in der Laser-Wakefield-Beschleunigung

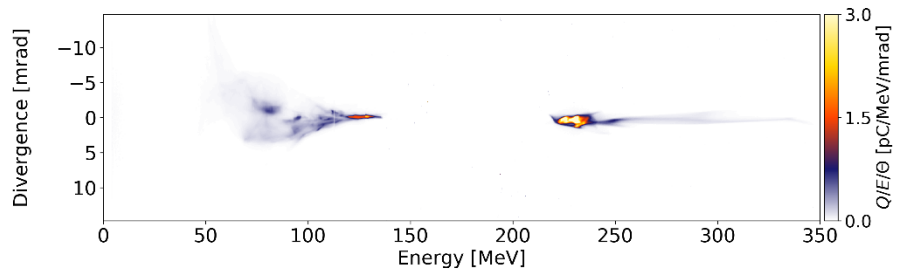
Um die starken Felder innerhalb eines Wakefields nutzen zu können, müssen die zu beschleunigenden Elektronen in die Kavität gelangen. Dazu gibt es einige mehr oder weniger etablierte, sogenannte Injektionsmethoden. Die durch die einzelnen Methoden injizierten und beschleunigten Elektronenbündel können starke Unterschiede in ihren Eigenschaften z.B. hinsichtlich Ladungsdichte, Spitzenstrom, Energiebreite oder auch longitudinaler Ausdehnung aufweisen. Je nach Anwendung sind verschiedene Parameter besonders wichtig. Daher ist es notwendig, verschiedene Injektionsmethoden zu untersuchen, zu verstehen und für unsere speziellen Bedingungen zu charakterisieren.

Eine Injektionsmöglichkeit ist die sogenannte Schock-Injektion. Durch einen Sprung in der Plasmadichte ändert sich die Größe der Kavität schlagartig. Elektronen die vorher die „Rückwand“ der



Kavität gebildet haben befinden sich dadurch plötzlich innerhalb der Kavität – sind also injiziert und werden im optimalen Fall beschleunigt. Ein solcher Dichteschock kann innerhalb der von uns verwendeten Überschall-Düsen recht einfach erzeugt werden, indem ein Hindernis so über der Düse

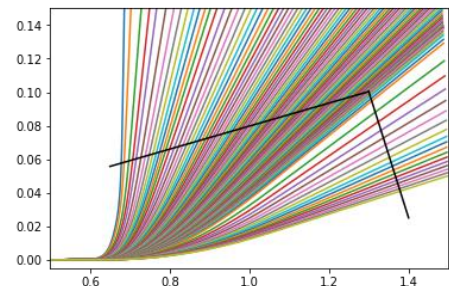
platziert wird, dass das Gas auf einen Punkt umgeleitet wird. Um möglichst stabile und hoch qualitative Elektronenbündel zu erzeugen ist eine genaue Abstimmung zwischen Lasereigenschaften, Gasdichte und Schockeigenschaften notwendig. Ein Bachelor/Masterprojekt könnte sich dabei folgenden Fragen widmen (inkl. Experiment mit dem echten Aufbau, Hochintensitätslaser etc.):



- Wie wirken sich verschiedene Parameter auf die Elektroneneigenschaften aus?
- Wie stabil und reproduzierbar ist der Injektions- und Beschleunigungsmechanismus?
- Welche Methode erzeugt den am besten geeigneten Schock?
- ...

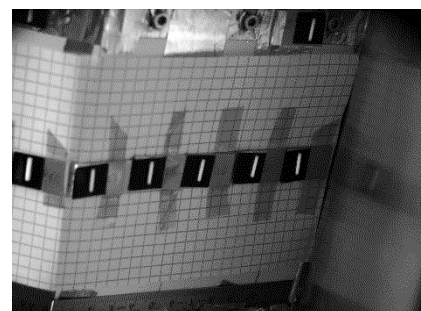
Themenvorschlag 2: Sensitivitäts- und Genauigkeitsstudie unseres Elektronenspektrometers

Die Hauptaufgabe unserer Gruppe ist derzeit, die Plasma-Wakefield Beschleunigung immer besser zu verstehen und dadurch die Eigenschaften der beschleunigten Elektronen möglichst gut zu kontrollieren und auf potentielle Anwendungen anzupassen. Unsere Hauptdiagnostik ist daher unser Elektronenspektrometer. Das ist im wesentlichen ein Magnet, der zur Zeit 1,3m hinter unserem Gastarget platziert ist. Dieser lenkt die Elektronen ab, sodass sie auf einen Lanex-Schirm fliegen. Dadurch strahlt dieser Schirm Licht im sichtbaren Bereich ab, welches wiederum von Kameras aufgenommen wird. Da die Ablenkung des Elektronenstrahls und damit die Position des Signals auf dem Schirm von der Energie der Elektronen abhängt, ist es dadurch möglich die Energie- und Ladungsverteilung der beschleunigten Elektronen zu messen. Dazu wurden GPT (General Particle Tracer) Simulation durchgeführt, um die Screenpositionen zu kalibrieren und dem Signal eine Energieachse zuzuordnen. Auch wenn die erste Kalibrierung schon gemacht ist, gibt es dennoch einige offene Fragen, die sehr gut im Rahmen einer Bachelorarbeit bearbeitet werden könnten:



Elektronen Trajektorien für verschiedene Energien, Simuliert mit GPT

- Wie ändert sich die von der Kamera gemessene Helligkeit des Signals vom Schirm je nach Position auf dem Bild?
- Gibt es auch eine transversale Abhängigkeit (Ladungskalibration der Divergenzachse der Spektrometerbilder)?
- Wie stark ändert sich das gemessene Signal, wenn die Elektronen an einem anderen Punkt starten, einen Anfangswinkel haben oder in der vertikalen Achse divergieren?
- ...



Helligkeitskalibrierung mittels Tritiumkapseln auf dem Lanex-Schirm

Um diese Fragen zu klären, könnte sowohl ein eigener Testaufbau realisiert, als auch Messungen am eingebauten Spektrometer vorgenommen werden. Um die Ablenkungsbahnen von Elektronen verschiedener Ursprungspunkte zu vergleichen und die Abweichungen zu analysieren ist das Durchführen zusätzlicher GPT Simulationen notwendig.