

Trapping and Beamloading in hybrid Plasma Wakefield Accelerator schemes

Alexander Knetsch

14. April 2015

INHALTSVERZEICHNIS

1. <i>Theory</i>	3
1.1 The history of wakefield acceleration	3
1.2 Plasma physics	3
1.3 The nonlinear regime	3
1.4 The blowout regime	3
1.5 Descriptions for the blowout regime	3
1.6 laser ionisation description	3
1.6.1 Keldysh Parameter	3
1.6.2 ADK theory	3
2. <i>Simulations</i>	4
2.1 Start-to-End simulations for a Trojan Horse at FlashForward ex- periment	4
2.2 Density Downramp facilitated Trojan Horse Acceleration	4
2.3 Laser Beam shaping	4
2.4 Magnetic Field facilitated Trojan Horse Acceleration	4
3. <i>Experiment</i>	5
3.1 FACET	5
3.1.1 The FACET experimental setup	5
3.2 FlashForwad	5
3.3 Clara	5

1. THEORY

1.1 *The history of wakefield acceleration*

Tajima Dawson great Idee, MTV bubble regime, same time PWFA von Rosenzweig... first linear measurements for PWFA

1.2 *Plasma physics*

1.3 *The nonlinear regime*

1.4 *The blowout regime*

1.5 *Descriptions for the blowout regime*

Lotov, Suk, breakdown of fluid theory Q-tilde and resonant wake excitation.
Panowsky-Wenzel Theorem.

$$W_r = \partial_r W_z \quad (1.1)$$

1.6 *laser ionisation description*

(see diss by Ihar Shchatsinin FU Berlin)

1.6.1 *Keldysh Parameter*

With E_{bind} being the binding energy and $U_p = \frac{q^2 I}{2m_e \epsilon_0 c \omega^2}$ being the ponderomotive energy

$$\gamma = \sqrt{\frac{E_{bind}}{2U_p}} \quad (1.2)$$

$\gamma > 1$ -> Multiphoton Ionisation
 $\gamma < 1$ tunnel ionisation or BSI

1.6.2 *ADK theory*

2. SIMULATIONS

2.1 *Start-to-End simulations for a Trojan Horse at FlashForward experiment*

2.2 *The trapping potential*

2.3 *plasma density profile optimisation*

2.3.1 *Density Downramp facilitated Trojan Horse Acceleration*

In wird beschrieben, wie sich ein negativer Dichtegradient auf die in einer Plasmawelle getrappten Elektronen auswirkt. Ausgangspunkt ist dabei die LWFA mit der Annahme, dass bei konstanter Elektronendichte der Laserpuls, sowie die Bubble sich mit c bewegen.

Die Welle bewege sich in z -Richtung.

Die Länge der bubble ist Abhängig von der Plasmadichte n . Da sich diese über eine downramp von n_i auf n_f verringert, vergrößert sich auch die bubble über diese Strecke. Sei

$$\xi = z - ct$$

die Position relativ zum Laserpuls. $\xi < 0$ beschreibt die Position eines Elektrons in der Bubble hinter dem Laserpuls. Das Elektron bleibt am gleichen Ort relativ zur Bubblestruktur, aber die Bubble verändert sich. Die Phase der Bubble verändert sich von

$$\Psi_i = \frac{\omega_{pi}}{c} \xi$$

nach

$$\Psi_f = \frac{\omega_{pf}}{c} \xi$$

mit der Phasendifferenz:

$$\Delta\Psi = \Psi_f - \Psi_i = \Psi_i \left[1 - \left(\frac{n_f}{n_i} \right)^{1/2} \right]$$

Die entsprechende Phasengeschwindigkeit errechnet sich aus

$$v_p = - \frac{\frac{\partial \Psi}{\partial (ct)}}{\frac{\partial \Psi}{\partial z}} = \frac{c}{1 + \frac{1}{2\omega_p(z)n(z)} \frac{\partial n(z)}{\partial z} \xi}$$

2.3.2 *density transition injection suppression*

See paper by Suk

2.4 *Laser Beam shaping for optimisation*

2.4.1 *my beamloading description*

2.4.2 *beamloading in theory*

2.4.3 *beamshaping in reality*

-pulse-shaping by spatial light modulator(SLM) (Meshulach adaptive real-time fs pulse shaping)

2.5 *Magnetic Field facilitated Trojan Horse Acceleration*

3. EXPERIMENT

3.1 *FACET*

3.1.1 *The FACET experimental setup*

3.2 *FlashForwad*

3.3 *Clara*