

# Zur Impulsverzerrung in dispersiven Medien

FRITZ GUENTER BOESE<sup>1</sup> <gub@mpe.mpg.de>

Derzeit ist die Lichtimpulsfortpflanzung mit Überlichtgeschwindigkeit in aktiven, anomal dispergierenden, linearen optischen Medien ein Feld ganz intensiver experimenteller Forschung von höchster Faszination, vgl. [1]-[3].

Ist die Wellenzahlfunktion  $k(\omega)$  linear in der Kreisfrequenz  $\omega$  im Spektralbereich  $[-\Omega/2, \Omega/2]$  um die Trägerfrequenz  $\omega_c$  des Impulses, so erleidet der bei  $z = 0$  zur Zeit  $t$  in das Medium eingespeiste Impuls  $W(z, t)$  mit der Impulsamplitude  $A(z, t)$  an keinem Ort  $z > 0$  in Ausbreitungsrichtung zu keiner späteren Zeit  $t$  eine Verzerrung, d.h.  $D(z, t) := A(z, t) - A(0, t) = 0$ . Dabei ist mit dem Amplitudenspektrum  $A(\omega)$

$$W(z, t) := \exp[-i\{\omega_c t - k(\omega_c)z\}] \cdot A(z, t), \quad A[z, t] := \int_{-\Omega/2}^{\Omega/2} A(\omega_c + \omega) \exp[-i\{t(\omega - \omega_c) - z(k(\omega) - k(\omega_c))\}] d\omega.$$

Für den Fall nichtlinearer glatter Wellenzahlfunktionen  $k(\omega)$  wird eine Folge  $\{A_n(z, t)\}_{n \in \mathbf{N}}$  von Approximationen für  $A(z, t)$  angegeben, die die örtliche und zeitliche Ausbildung der Verzerrung  $D(z, t)$  auch in ihrer Medienabhängigkeit, d.h. bezüglich  $k(\omega)$ , verständlich machen.

Beispielsweise nimmt die zweite Approximation  $A_2(z, t)$  in ihrer Asymptotik für kurze Wegstrecken im Medium,  $z \rightarrow 0$ , mit  $\cdot := \partial/\partial t$  die Form

$$A_2(z, t) := A[0, t - k'(\omega_c)z] - iz \cdot k''(\omega_c) \cdot \ddot{A}[0, t - k'(\omega_c)z]$$

an. Die auftretenden Koeffizienten von den Ableitungen der Anfangsamplitude, Polynome in  $z$  und den Ableitungen von  $k(\omega)$ , werden rasch komplizierter in den höheren Approximationen. Im besonders interessanten Fall einer quadratischen Wellenzahlfunktion gelingt eine konzisere Darstellung.

[1] A. Dogariu, A. Kuzmich, L.J. Wang: *Transparent anomalous and superluminal light-pulse propagation at negative group velocity*, Phys. Rev. A 63(2001)5, 53806-53812.

[2] L.J. Wang: *Causal all-pass filters and Kramers-Kronig relations*, Optics Communications, 213(2002), 27-32.

[3] H. Cao, A. Dogariu, L.J. Wang: *Negative Group Delay and Pulse Compression in Superluminal Pulse Propagation*, IEEE J. Sel. Top. Quant. Electr. 9(2003), 52-58.

---

<sup>1</sup>Max-Planck-Institut f. extraterr. Physik