

## Impulsversuche mit Ultraschall an verschiedenen biologischen Objekten.

F. WACHSMANN

*Medizinische Universitätsklinik,*

*und Laboratorium für Elektromedizin der Siemens-Reiniger-Werke, Erlangen*

Verabreicht man Ultraschall einmal kontinuierlich, d.h. mit gleichbleibender Intensität ohne Unterbrechung eine bestimmte Zeit lang (Fall I, Bild 1)

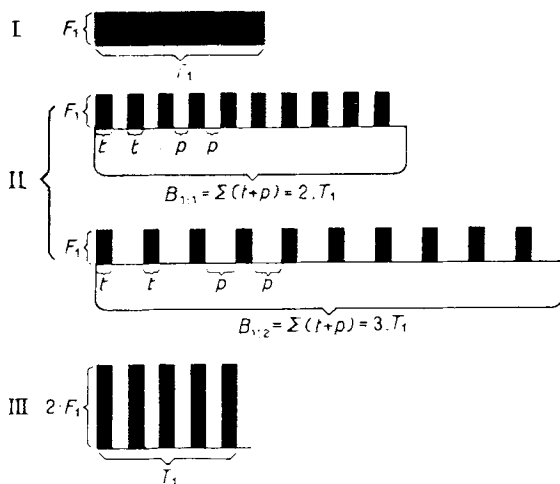


Bild 1. — Kontinuierliche (I), impulsweise Verabreichung von Ultraschall bei gleicher Intensität und verlängerter Behandlungszeit (II) und impulsweise Verabreichung mit erhöhter Intensität bei gleichbleibender Behandlungszeit (III).

zum anderen Mal aber mit der gleichen Intensität wie bei der kontinuierlichen Verabreichung, jedoch impulsweise, so daß die Dauer der Pausen ebenso groß ist wie die der Impulse (Tastverhältnis 1:1) oder größer, z.B. doppelt oder dreimal so groß (Tastverhältnis 1:2 bzw. 1:3) (Fall II), oder mit einer dem Tastverhältnis entsprechend erhöhten Intensität (Fall III), so lassen sich gewisse Schlüsse bezüglich der thermischen oder mechanischen Wirksamkeit des Ultraschalls auf biologische Objekte ziehen.

In den Fällen I, II und III werden nämlich insgesamt gleiche Energien eingestrahlt. Da im Fall II jedoch die Behandlungszeit größer ist, hat das biologische Objekt Zeit, sich in den Pausen zwischen den einzelnen Impulsen abzukühlen (II). Wird die biologische Wirkung vor allem durch die thermische Komponente bestimmt, so muß also die biologische Wirkung um so kleiner ausfallen je größer das Tastverhältnis bei Verabrei-

chung nach Fall II gewählt wird. Beim Vergleich der Verabreichungsart I mit Verabreichungsart III jedoch ist die Gesamtbehandlungszeit und somit bei gleicher insgesamt verabreichter Energie auch die Temperatur am Ende der Behandlung gleich groß. Ist somit die Wirkung des Ultraschalls bei der Verabreichungsart I und III gleich groß, so müssen thermische Komponenten für die Wirkung maßgebend sein. Fällt die Wirkung dagegen bei der Verabreichungsart III größer aus, dann müssen mechanische Komponenten entscheidend gewesen sein.

Es wird über umfangreiche biologische Im-

pulsversuche, die an der Medizinischen Klinik in Erlangen ausgeführt wurden, auszugsweise berichtet. Dabei zeigte sich folgendes:

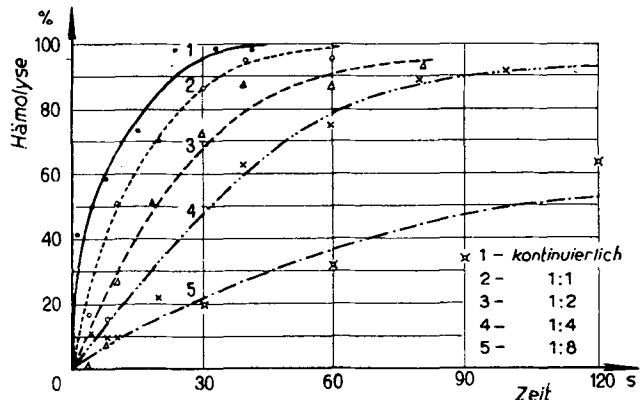


Bild 2. – Hämolyse bei kontinuierlich und impulsweise mit gleicher Intensität verabreichtem Ultraschall bei Vergrößerung des Tastverhältnisses (Fall II).

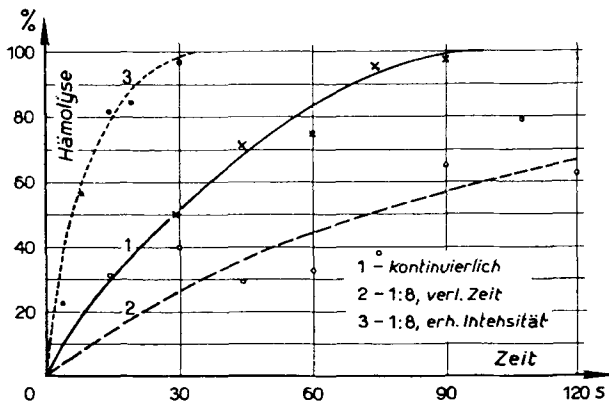


Bild 3. – Vergleich der Wirkung von Ultraschall bei Hämolyse bei kontinuierlicher Verabreichung (Kurve 1), impulsweiser Verabreichung mit gleicher Intensität und verlängerter Behandlungszeit (Kurve 2) und mit erhöhter Intensität (Kurve 3, Fall III).

viel stärkere Wirkungen auslöst (vgl. Bild 3).

Dies zeigt, daß neben der thermischen Komponente offenbar auch eine

Bei der Hämolyse ergab sich, daß impulsweise, bei gleichbleibender Intensität verabreichter Ultraschall (Fall II) um so weniger wirksam ist je größer das Tastverhältnis gewählt wird. Dies läßt auf das Vorhandensein einer thermischen Komponente schließen (Bild 2). Erhöht man jedoch die Intensität entsprechend dem Tastverhältnis (Fall III) so zeigt sich, daß der mit höherer Intensität verabreichte Ultraschall sehr

mechanische Komponente vorhanden ist, die für die Hämolyse verantwortlich zu machen ist. Dieser ist dabei deutlich größere Bedeutung beizumessen.

Anders bei Versuchen mit Erbsenkeimlingen! Bei Impulsbetrieb mit gleicher Intensität ergeben sich bei einer

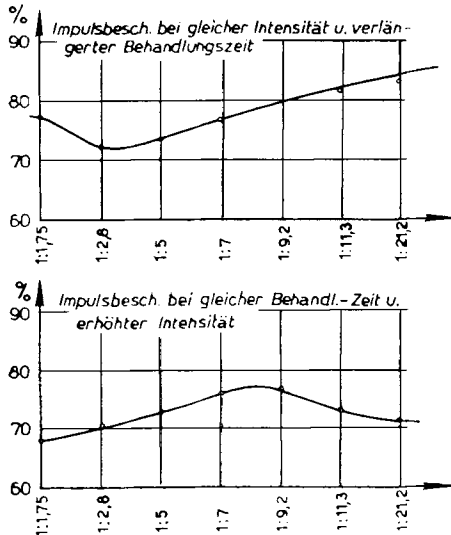


Bild 4. - Versuche mit Erbsenwurzeln. Oben: Impulsweise verabreichter Ultraschall bei gleicher Intensität und verlängerter Behandlungszeit. Unten: Impulsweise Verabreichung bei gleicher Behandlungszeit und erhöhter Intensität (Fall III).

Vergrößerung des Tastverhältnisses eindeutig kleinere Wirkungen (vgl. oberen Teil von Bild 4). Dies läßt auf eine thermische Wirkung schließen. Der Impulsbetrieb bei gleicher Behandlungszeit und erhöhter Intensität dagegen ergibt innerhalb eines mittleren Intensitätsverhältnisses von 1 bis 21,2 annähernd gleichbleibende Wirkungen (vgl. Bild 4 unterer Teil). D.h. also, daß in diesem Falle eine mechanische Komponente offensichtlich keine nennenswerte Rolle spielt.

Schließlich wurden umfangreiche Versuche an Extremitäten von Hunden und Kaninchen ausgeführt. Bei diesen ergab sich einheitlich, daß bei impulsweiser Verabreichung mit gleicher Intensität und verlängerter Behandlungszeit (Fall II) eine Verringerung der Wirkung eintritt und bei erhöhter Intensität und gleicher Behandlungszeit (Fall III) eine gleichbleibende Wirkung.

Hieraus glauben wir schließen zu dürfen, daß für die an Wärmeblütlern beobachteten Schädigungen vor allem thermische Effekte verantwortlich zu machen sind. Es ergab sich im übrigen auch, daß der Periostschmerz nicht von der maximalen Intensität, sondern nur von der innerhalb einer bestimmten Zeit insgesamt verabreichten mittleren Energie abhängig ist. Eine Herabsetzung der Schädigungsgefahr und des Periostschmerzes ist somit bei der Verabreichung gleicher Gesamtenergien innerhalb gleicher Zeiten durch Impulsbetriebe nicht zu erreichen.

#### LITERATUR

- [1] G. BARTH, J. PÄTZOLD und F. WACHSMANN: *Strahlenther.*, **80**, 306-311 (1950).
- [2] G. BARTH und F. WACHSMANN: *Strahlenther.*, **81**, 649-653 (1950).