

# A MENNYDÖRGÉS ÉS A LÖKÉSHULLÁMOK SZEREPE A VILLÁMGÖMB KIALAKULÁSÁBAN

Tar Domokos  
Eidgenössische Technische Hochschule  
Zürich, Svájc

A szerző leírta a villámgómb megfigyelését az [1–6] publikációkban. A villámgómb (nem azonosítható a gömbvillámmal) keletkezését megmagyarázza egy új, a hidrodinamikai örvénygyűrű szimmetria-törésének elméletével. Irodalmi búvárkodás után többféle örvénygyűrű (törusz) bemutatására kerül sor; különféle forrásokból, amiket pár ezer kép/s sebességgel készítettek. A jelen munkában hangsúlyozza a villámlás utáni mennydörgés és a lökeshullámok meghatározó szerepét a villámgómb kialakulásában. A lökeshullám és a hanghullám nagyon gyorsan terjednek a térben, de a feltételezett örvénygyűrű kiterjedése nagyon lassú. Ez az oka annak, hogy a megfigyelt forgó léggűrű (-henger) csak pár másodperccel később jelenik meg a villám után. Valószínűleg a nagy tehetetlenségi nyomaték és relaxáció miatt. A villámgómb stabil pályája az erős szélvihar jelenléte ellenére a Mach-féle stacionárius reflexiók elmélet segítségével megmagyarázható.

Ezenkívül rámutatunk a jelen villámgómb-elmélet és a mai töruszos plazma magfűziós kísérletek analógiájára. Ennek felismerése alapján egy új kísérletet javasoltunk (EU-szabadalom), abban a reményben, hogy ez hozzájárul a mai Tokamak és hasonló fűziós kísérletek sikeréhez.

## Egy általános villám leírása

Rakov és Uman könyvében [7] részletesen összefoglalta a villám sok tulajdonságát. Az első kisülés mindig negatív kisülés a felhőből a földre (dart leader), ezután rövid idő alatt több kisülés történik a földről a felhőbe [8]. Ezek intenzitása nagyobb, mint a legelső kisülése. A villámok sebessége körülbelül egynegyede a fény sebességének. Megfigyelték, hogy minden

villám pályáját rövid szakaszok alkotják, ez azt jelenti, hogy minden csatorna rövid, 5 m-től 70 m-ig terjedő hosszúságú darabokból (henger) áll [9, 18].

Az ionizációs csatorna körülbelül 30  $\mu$ s alatt 30 ezer fokra melegszik fel, 10 bar nyomás alatt [8, 11]. Mivel a csatorna átmérője nem tud elég gyorsan kiterjedni, ez egy hengeres lökeshullámot okoz körülbelül tízszeres hangsebességgel [10, 13].

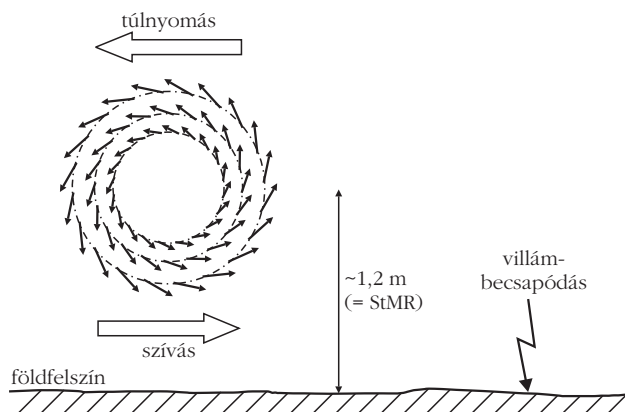
Ez a jelenség többszörösen megtörténik a mennydörgés körülbelül 0,3 s-os ideje alatt. A lökeshullámok ezen sorozata túlnyomást okozott a megfigyelt forgó gyűrű fölött és szívatást az alatt (1. ábra). Az egész jelenséget N-hullámnak nevezik, mert a nyomás időbeli eloszlása egy nagy N betűre hasonlít (2. ábra).

A szerző megfigyelésében a megjelent gyűrű (henger) forgási iránya bizonyítja ezt (lásd [1] ábráit). A következő jelenségek hangsebesség felett mennek végbe: robbanás, vulkán kitörése, lövedékek, rakéták, repülő, űrhajók, meteoritok. Szabó István bebizonyította, hogy a közönséges ostor csúcsának sebessége is hangsebesség feletti lökeshullámot okoz [10].

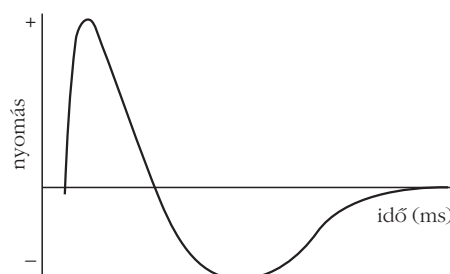
Feltételezték, hogy a lökeshullám sebessége lényegesen csökken, a csatornától mintegy hatszoros átmérő távolságában normális hangsebességre [11]. Ennek következtében a Mach-szám időfüggő [15]. Az is általánosan elfogadott tény, hogy a földön félgömb alakú lökeshullám kialakulása jellemző, és így az egész villám egyszerűen leírható a félgömb alakú lökeshullám elméletével [13, 14, 16]. A. Few elméletileg leírta egy magányos sugárzó hangforrással [13]. A lökeshullám után az egész mennydörgés normális hangsebességű sugárzó jelenséggé alakul. Amit hall a megfigyelő, nem egyéb, mint sok gyorsan történő lökeshullám és hanghullám szuperpozíciója az 1 és 600 Hz közötti tartományban. Van egy 20 Hz alatti frekvenciájú rész is, amit az ember nem hall. Közkeletű nézet, hogy az infrahangot a felhők elektrosztatikus változásai hozzák létre.

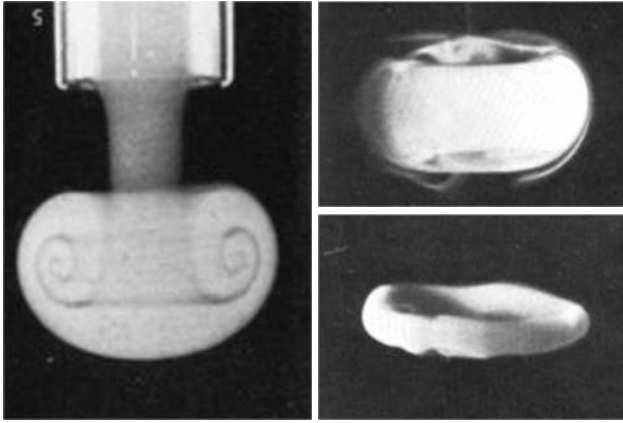
A szerző feltételezi, hogy az N alakú lökeshullámok összessége egy láthatatlan levegő-örvénygyűrűt hoz létre a villám becsapódási pontja körül. Hasonló ör-

1. ábra. A megfigyelt forgó gyűrű (henger) [4].

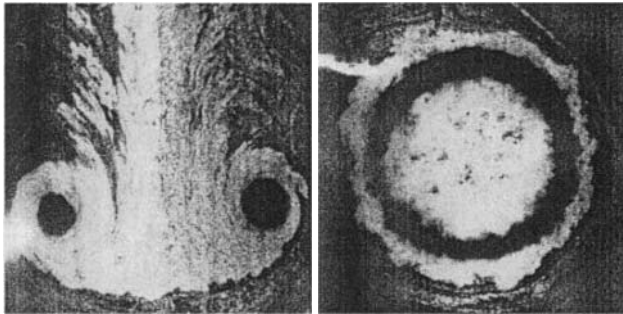


2. ábra. N alakú lökeshullám.

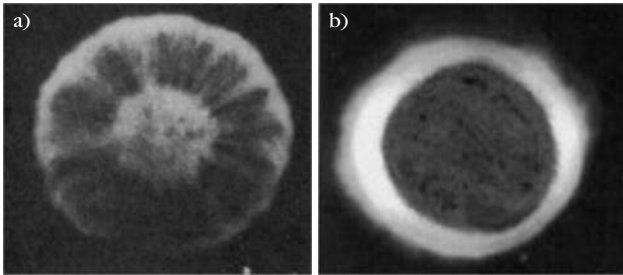




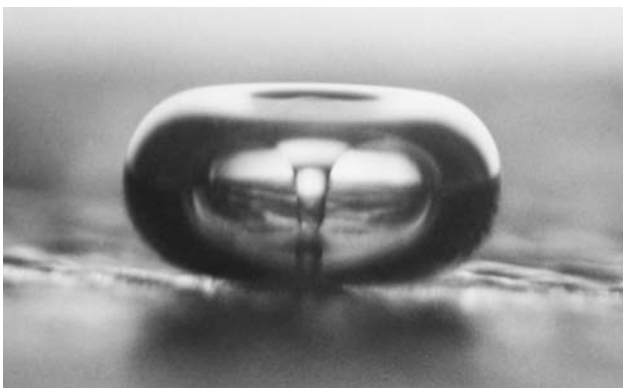
3. ábra. Örvénygyűrű vízben [19] (J. Okabe és S. Inoue szívessége).



4. ábra. Örvénygyűrű levegőben [20] (V. F. Kopiev szívessége).

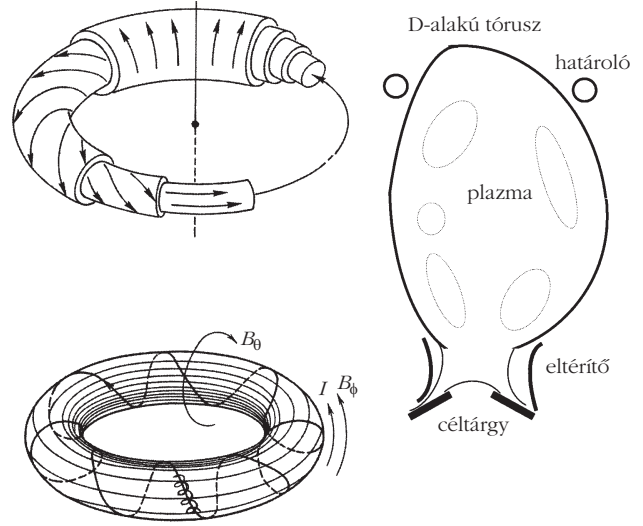


5. ábra. a) Örvénygyűrű vízben [23] (A. Glezer szívessége). b) Örvénygyűrű füstből [33] (Wikipedia).



6. ábra. Vákuum örvénygyűrű víz felületén [21, 22] (L. Crum szívessége).

vénygyűrűket fényképeztek le, lásd a 3–6. ábrákat. L. A. Crum bebizonyította, hogy az erős irányított ultrahang víz felett egy vákuum-örvénygyűrűt hoz létre, ami később, az összeomlásánál akusztikai lökéshullámot eredményez (6. ábra).



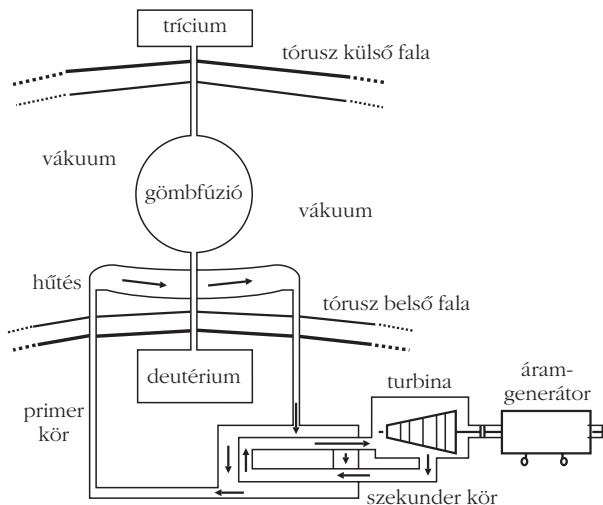
7. ábra. Plazmatórusz a Tokamakban [4, 5].

## A villámgömb keletkezésének elmélete

A szerző feltételezi, hogy a levegőben a villámlás, a mennydörgés és a lökéshullámok láthatatlan hidrodinamikai örvénygyűrűt állítanak elő, ami a földdel párhuzamos síkban, kis sebességgel, minden irányban kiterjed. Ami lényeges: a gyűrű metszetében az úgynevezett poloidális sebesség nagy, de toroidális sebesség nincs a síkban vagy elhanyagolhatóan kicsi.<sup>1</sup> A villámgömb valószínűleg a toroidális gyűrű szimmetriatoréja következtében alakul ki [1–4]. Ez a megfigyelésből kiindult elméleti modell nagy hasonlóságot mutat a jelenleg folyó Tokamak fúziós kísérletekkel (7. ábra). Ott is egy örvénygyűrű van, amit ha sikerül úgynevezett hosszú távú elektromágneses erők következtében a plazma tórusza egy gömbbe, egy csomóba zsugorodik. Ez körülbelül 100-szoros sűrűségnövekedést jelentene, ami ugyanakkora hőmérséklet-emelkedéssel jár, tehát megkönnyítené a fúzió keletkezését. Tudott tény, hogy minden gyűrű instabil, mert csak 2 szimmetriatengellyel rendelkezik, amíg a gömbnek 3 egymásra merőleges szimmetriatengelye van, és ez stabil. A természet mindig a stabilabb állapotba törekszik. Ez adta a szerző alap gondolatát egy új EU-szabadalom kidolgozására [5], amelyet sikerült megvédeni (8. ábra). Ez a felismerés talán egy új szempontot fog szolgáltatni a jelenlegi Tokamak-kísérletek, mint bonyolult tóruszos fizikai folyamatok megértéséhez. A fent említett örvénygyűrű-felvételek nagysebességű fényképezéssel, körülbelül 4–10 ezer kép/s-mal készültek. A. Glezer [23] a tóruszgyűrű síkjában fényképezett. H. L. Reed munkájában a turbulens gyűrűknek egy egész galériáját mutatja [25].

Az [1–4]-ben részletezett megfigyelésben csak egy magányos bokor volt a villám közelében. Ez a bokor minden valószínűség szerint elvágta a kiterjedő ör-

<sup>1</sup> Az egyenlítővel párhuzamos térkomponens toroidális, az erre merőlegest pedig poloidális térnek nevezzük.



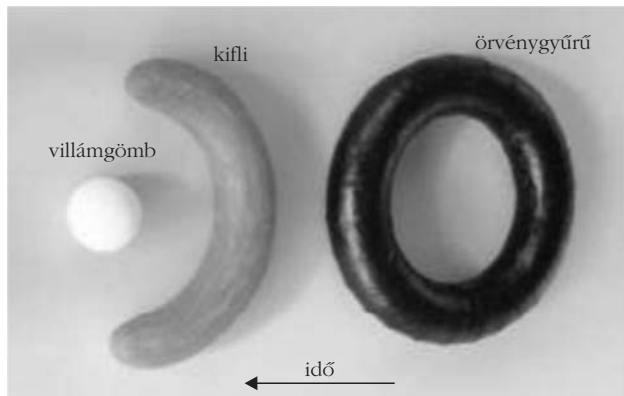
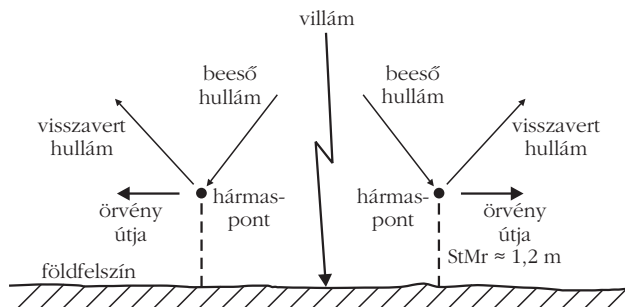
8. ábra. D. Tar és K. A. Müller: Spherical fusion reactor, EU-szabaldalom [5].

vénygyűrűt, a bokor nélkül az örvény nagy kiterjedése után legyengülve eltűnt volna. Tehát amint a bokor a gyűrűt elvágta, az összezsugorodott először egy keskeny kifli formába, utána pedig egy gömbbe (9. ábra). Ez a folyamat a tömeg, az impulzus és az energia megmaradása alapján mehetett végbe. A megfigyelésben [4] először egy levelekből és sárból álló gyorsan forgó gyűrű jelent meg és csak a forgás utolsó, a gyűrű eltűnésének pillanatában bontakozott ki a villámgömb teljes szépségében (10. ábra). Nos, ez azt jelenti, hogy a gyűrű pár másodpercig kellett forogjon ahhoz, hogy a villámgömböt előállíthassa. Ez a sűrűlési elektromosság és elektrolumineszcencia folyamán jött létre [1–3, 28]. A forgó gyűrű megjelenésekor a szerző meglepődve gondolt arra, hogy egy speciális tornádót van alkalma megfigyelni.

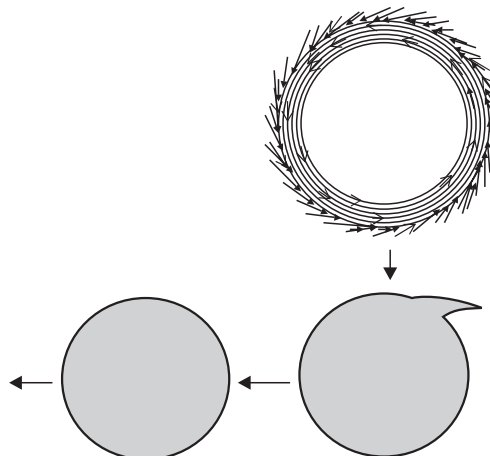
## A mennydörgés és a lökeshullám szerepe a villámgömb keletkezésében

Nagy sebességű fényképezéssel (4–10 ezer kép/s) bebizonyították, hogy a tárgyak ultrahang-sebességű repülésében különböző típusú lökeshullám jelenhet meg attól függően, hogy milyen szöget zár be a reflektáló felület a hangsebesség vektorával [17]. Courant és Friedrichs (1948) elméletileg bebizonyították, hogy 3 különböző Mach-reflexiós lökeshullám létezik.

11. ábra. A Mach-féle stacionárius lökeshullám szerepe a villámgömb kialakulásában [17] (G. Ben-Dor szívessége).



9. ábra. A villámgömb kialakulása az örvénygyűrűből [1, 2, 4].



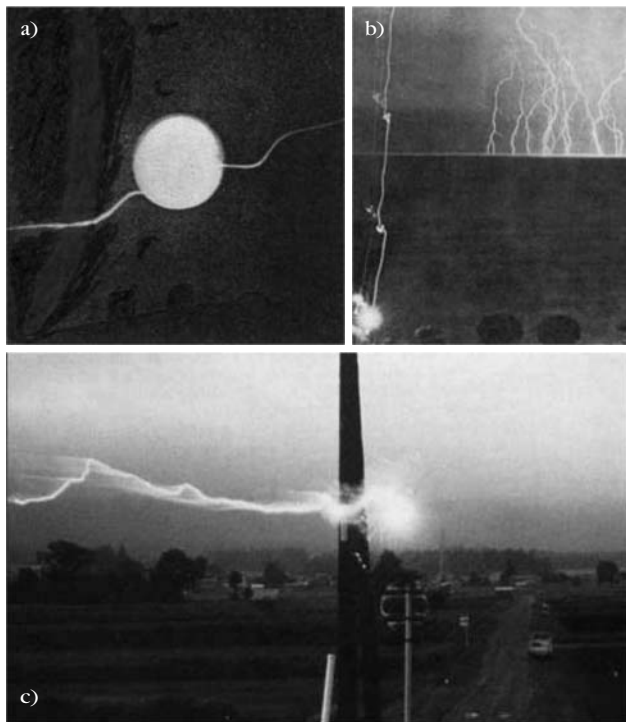
10. ábra. A villámgömb megjelenése a forgó légyűrűből.

Ben-Dor és Takayama (1986. július) ezt kísérletileg is bebizonyították [17]. G. Ben-Dor könyvében az olvasó megtalálja az összes Mach-féle reflexiós elméletet. Itt megtalálható az összes szokatlan, ámde lehetséges reflexiós helyzet, valamint elméleti leírásuk. Ezeknek az a fizikai oka, hogy a lökeshullám gyorsabban terjed mint a hang, ezért előre tudomást szerez az akadályról és pályáját megváltoztatja még mielőtt elérné a reflexiós felületet. Ez a tapogatózás az úgynevezett triple (hármás) pontnál már előre megtörténik, a lökeshullám megtorpan, és azonnal megváltoztatja terjedési irányát (11. ábra).

Az egyik típusú Mach-reflexiós jelenséget stacionárius Mach-reflexiónak nevezték (StMR), ahol a hármás pont párhuzamosan mozog a reflektáló felülettel és ami csak turbulens áramlásokra érvényes. A megfigyelésben a reflektáló felület a föld volt, így a hármás pont a földdel párhuzamosan, körülbelül 1,2 m távolságban mozgott, azaz az erős szelek ellenére a villámgömb stabilan ugyanabban a távolságban mozgott a föld felett.

A 11. ábra mutatja nekünk ezt a helyzetet, amikor a villámlás és a lökeshullámok sokasága által keltett turbulencia tóruszos gyűrű egy párhuzamos síkban tengelyszimmetrikusan kiterjed a villám becsapódása körül.

Következtetés: Amint láttuk ez elmélet a megfigyelés legtöbb pontját hihetően megmagyarázza.



12. ábra. a) Egy villámgömbbe csapódik két villám [34] (Haunsperger fényképe). b) Gömbvillám Szocsiiban, a Fekete-tengernél, 1960-ban [30–31]. c) 1987-ben, Naganóban lefényképezett gömbvillám [32].

## Megjegyzés két gömbvillám-megfigyeléshez

A szerző vallja, hogy a villámgömb és gömbvillám két különböző jelenség.

A szerző úgy gondolja, hogy a 12.a ábra egy valódi villámgömböt ábrázol. Egy kissé zavaró a felvételen, hogy egyidejűleg két villám becsapódását mutatja. Azonban pontos vizsgálat után észre lehet venni, hogy először volt a villámgömb és csak utána csapott bele a két villám, mert a becsapódás pontjánál a villámok vastagabbak, mint a korábbi keletkezésükkor.

A szerző még két további gömbvillám-megfigyelést vázol, ahol nincs kétsége, hogy azok igazi gömbvillámok: Az első példát *Stekol'nikov* adta a *Vihar a Fekete tengernél* című cikkében [31] (12.b ábra). Ugyanez a fénykép látható a *A. I. Nikitin* és munkatársai cikkében [32]. A második hihető gömbvillámfénykép (12.c ábra) az interneten látható: egy diák felvétele 1987-ben Naganóban (Japan) [33]. A szerző azért gondolja, hogy ezek hihető fényképek, mert karakterisztikus vonásaik megegyeznek azokkal a nagy elektromos kísérletekkel, amiket *Gallimbert* és munkatársai kísérletileg megmutattak a [27]-es munkában.

## Irodalom

1. Tar D.: A gömbvillám keletkezésének, lefolyásának és eltűnésének megfigyelése. *Fizikai Szemle* 54 (2004) 334–338.
2. D. Tar: Observation of Lightning Ball – A new phenomenological description of the phenomenon. <http://arXiv.org/abs/0910.0783v1> és Proc. Int. Symp. on Ball Lightning (ISBL-06) Eindhoven, 223–226.
3. D. Tar: Lightning Ball and Ball Lightning: Two different phenomena – A new phenomenological description of the phenomenon. <http://arXiv.org/abs/0910.0783v1> és Proc. (ISBL-06) 227–234.

4. D. Tar: New revelation of Lightning Ball observation and Proposal for a Nuclear Fusion Experiment. <http://arXiv.org/abs/0910.2089v1> és Proc. Intern. Symp. on Ball Lightning (ISBL-08), Kaliningrad, 135–141.
5. D. Tar, K. A. Müller (Nobel laureate): *Spherical fusion reactor and method for maintaining or initiating a fusion*. European Patent Specification. EP 1 785 999 B1, Appl. Nr.: 06123707.9; Date of publication and grant of mention: 04. 03. 2009. Swiss priority: 10.11.2005 CH 18052005; <http://www.freepatentsonline.com/EP1785999.html>
6. D. Tar: Lightning Ball (Ball Lightning) created by Thunder, Shock-Wave. International Symposium on Ball Lightning (ISBL-10), Kaliningrad, 21–27 June 2010.
7. V. A. Rakov, M. A. Uman: *Lightning, Physics and Effects*. Cambridge Univ. Press 2003.
8. Y. Baba, V. U. Rakov: Present Understanding of the Lightning Return Stroke. In H. D. Betz et al. (eds): *Lightning: Principles, Instruments and Applications*. Springer Science + Business Media B.V. 2009.
9. R. D. Hill: Analysis of irregular paths of lightning channels. *J. Geophys. Res.* 73 (1968) 1897–1905.
10. I. Szabó: Die Bewegung einer Peitsche als Beispiel zu den Lagrangeschen Gleichungen. In *Höhere Technische Mechanik*. Springer Verl. 6-e auflage, 131–132.
11. R. E. Orville: A high speed time-resolved spectroscopic study of the lightning return stroke. *J. Atmos. Sci.* 25 (1968) 839–856.
12. Holmes et al.: On the power spectrum and mechanism of the thunder. *J. Geophys. Res.* 76 (1971) 7443.
13. A. A. Few: Acoustic radiations from lightning. In H. Volland (ed.): *Handbook of Atmospheric Electrodynamics*. Vol. II, CRP Press, Boca Raton, Florida, 1995, 1–31.
14. A. A. Few et al.: A dominant 200-hertz peak in the acoustic spectrum of thunder. *J. Geophys. Res.* 72 (1967) 6149–6154.
15. A. A. Few: Thunder. *Scientific American* 233 (1975) 80–90.
16. A. A. Few: Power spectrum of thunder. *J. Geophys. Res.* 74 (1969) 6926–6934.
17. G. Ben-Dor: *Shock Wave Reflection Phenomena*. 2<sup>nd</sup> ed. Springer, Berlin, 2007, 4–6.
18. R. Dipankar: *A Monte Carlo modell of lightning and thunder generation*. Univ. Toronto, Inst. Aerospace Studies (UTIAS), 1981, report Nr.: 243.
19. J. Okabe, S. Inoue: in Rep. Res. Inst. Appl. Mech., Kyushu Univ. 1960, 8, 91. and 1961, 9, 147.  
G. K. Batchelor: *An Introduction to Fluid Dynamics*. Cambridge Univ. Press 1983, plates: 20, 21.
20. V. F. Kopyev: Advances in Aeroacoustics. Karman Institut of Fluid Dynamics, Lecture series 2001–02, March 12–16, 2001.
21. L. A. Crum: Photograph of a liquid jet produced by a collapsing vacuum bubble. In K. Suslick: The chemical effects of Ultrasound. *Scientific American* 260 (1989. febr.) 62–68. és in *Spektrum der Wissenschaft* (1989. apr.) 61–66.
22. M. Averkiou, L. Crum: Cavitation: Its Role in Stone Comminution and Renal Injury. In J. Lingeman, G. Preminger: *New Developments in the Management of Urolithiasis*. Igaku Shoin Cop., New York, 1966, 21–36.
23. A. Glezer: The formation of vortex rings. *Phys. Fluids* 31 (1988) 3532–3542.
24. Smoke ring formed with a smoke chamber at Bonn University: [http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Smoke\\_ring.jpg](http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Smoke_ring.jpg).
25. H. L. Reed: Gallery of fluid motion. *Phys. Fluids American Institute of Physics* 31 (1988) 2383–2394.
26. S. Forster (fénykép): <http://www.stefanforster.com>; M. Läubli: Geheimnisvolle Erscheinung über Uzwil. *Tages-Anzeiger Zürich* 23 Juli 2004, 30.
27. Gallimberti et al.: Fundamental processes in long air gap discharges. *C. R. Physique* 3 (2002) 1335–1359.
28. I. Wieder: Thin Film electroluminescence as a Source of BL Light. Proc. ISBL-06, Eindhoven, 2006, 257–263.
29. M. M. Biss et al.: High speed digital shadowgraphy of shock waves from explosions and gunshots. In: Hannemann K., Seiler F. (eds.): *Shock Waves*, 26<sup>th</sup> Int. Symp. on Shock Waves Vol. 1, Göttingen, 2007, 91–96.
30. C. R. Holmes et al.: On the power spectrum and mechanism of thunder. *J. Geophys. Res.* 76 (1971) 2106–2115.
31. S. Stekol'nikov: Thunderstorm at Black sea. *Ogonyok*, 1960, 20, 34.
32. A. I. Nikitin et al: Estimation of Ball Lightning characteristics Based on the analysis of its Photo. ISBL-06, Eindhoven, 149–156.
33. [http://en.wikipedia.org/wiki/Ball\\_lightning](http://en.wikipedia.org/wiki/Ball_lightning)
34. Prochnow (ed.): *Erdball und Weltall*. Bermühler Verl., Berlin, 1928.