



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Flow of Foams

Katgert, G.

Citation

Katgert, G. (2008, December 11). *Flow of Foams. Casimir PhD Series*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/13329>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/13329>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Publication List

- [1] Gijs Katgert, Matthias. E. Möbius and Martin van Hecke,
Rate Dependence and Role of Disorder in Linearly Sheared Two-Dimensional Foams,
Phys. Rev. Lett **100**, 058301 (2008).
- [2] Matthias. E. Möbius, Gijs Katgert and Martin van Hecke,
Relaxation and Flow in Linearly Sheared two-dimensional Foams,
submitted to Phys. Rev. Lett. (2008).

PUBLICATION LIST

Curriculum Vitae

Ik ben geboren op 25 juni 1981 te Leiden. Mijn jeugd bracht ik door in diezelfde stad en ook bezocht ik daar het Dr. W.A. Visser 't Hooflyceum, waar ik in 1999 mijn VWO-diploma behaalde. Ik ging vervolgens natuurkunde studeren aan de Universiteit Utrecht. Ik studeerde in 2004 af in de experimentele natuurkunde onder begeleiding van Prof. Dr. P. van der Straten. Het onderwerp van mijn scriptie was de laserfrequentie stabilisatie in een Bose-Einstein-Condensatie experiment. In januari 2005 trad ik in dienst bij de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM), als onderzoeker in opleiding aan de Universiteit Leiden. Onder begeleiding van Prof. dr. M.L. van Hecke onderzocht ik de stroming als ook de statische eigenschappen van twee-dimensionaal schuim. De resultaten van dit onderzoek zijn verzameld in dit proefschrift. Gedurende mijn promotie-onderzoek heb ik een winterschool bezocht in Les Houches (Frankrijk) en korte scholen in Utrecht en Enschede. Ik heb verder conferenties bezocht in Noordwijk, Amsterdam, Lunteren, Veldhoven, Potsdam (Duitsland), Napels (Italië), Tampa en New Orleans (Verenigde Staten). en ik heb voordrachten over mijn werk gegeven in Noordwijk, Amsterdam, Veldhoven, Saclay, Sofia, Tampa en New Orleans. Tenslotte heb ik in Leiden geassisteerd by het practicum "Signaalverwerking en Ruis".

CURRICULUM VITAE

Dankwoord

Dit proefschrift is de weerslag van vier jaar werk in het Kamerlingh Onnes Laboratorium der Universiteit Leiden. Dat dit boekje zijn huidige omvang heeft bereikt is te danken aan de directe en indirecte steun van velen, waarvan ik hier de belangrijkste wil bedanken. Bovenal wil ik Martin van Hecke bedanken voor zijn intensieve, intuïtieve en inspirerende begeleiding. Verder wil ik Matthias Möbius, met wie ik veel heb samengewerkt en wiens gedegen aanpak mijn Franse slag mooi complementeerde, hertzich danken. Jeroen Mesman wil ik enorm bedanken voor de prachtig afgewerkte opstellingen en zijn technische assistentie in het algemeen. De glasblazers Gerard van Amsterdam, Lau van As en Fred Holst wil ik bedanken voor het prachtig uitvoeren van onmogelijke opdrachten. Op het secretariaat zorgde Daniëlle Duijn voor tickets en formulieren, bedankt daarvoor. De bachelorstudenten Andrzej en Anna wil ik bedanken voor hun assistentie en nieuwe inzichten. I would like to thank Nikolai Denkov, Olivier Dauchot and Brian Tighe for careful proofreading of the manuscript. Mijn collega's wil ik bedanken voor zowel wetenschappelijke hulp als gezelligheid: Joshua, Kiri, Manu, Alexei, René, Steve, Brian, Eric, Erik, Kostya, Zorana, Paul, Wouter, Silke, Alexander, Jan-Willem, bedankt. Gijs en Gerben wil ik bedanken voor het vrijwillig aantrekken van een rok. Ik wil mijn moeder en bruur bedanken voor hun interesse en steun en mijn vader voor vele nuttige discussies, in het bijzonder over hoofdstuk 3. Het belangrijkste dankwoord reserveer ik voor het eind: ik wil Margriet bedanken, omdat je er altijd voor me was en bent en omdat met jou het leven zoveel leuker is.

Bibliography

- [1] D. Weaire and S. Hutzler, *The Physics of Foams* (Clarendon Press, Oxford, 1999).
- [2] A.J. Liu and S.R. Nagel, *Nature* **396**, 21 (1998).
- [3] P.A. Kralchevsky and K. Nagayama, *Particles at Fluid Interfaces and Membranes, 1st edition* (Elsevier, Amsterdam, 2001).
- [4] S.A. Koehler, S. Hilgenfeldt and H.A. Stone, *Phys. Rev. Lett.* **82**, 4232 (1999).
- [5] G. Verbist, D. Weaire and A.M. Kraynik, *J. Phys. Cond. Matt.* **8**, 3715 (1996).
- [6] C.S. O'Hern, L.E. Silbert, A.J. Liu and S.R. Nagel, *Phys. Rev. E* **68**, 011306 (2003). *ibid.* *Phys. Rev. Lett.* **88**, (2002).
- [7] A. Saint-Jalmes and D.J. Durian, *J. Rheology* **43**, 1411 (1999).
- [8] J. Lauridsen, M. Twardos, and M. Dennin, *Phys. Rev. Lett.* **89**, 098303 (2002).
- [9] G. Debrégeas, H. Tabuteau and J.-M. di Meglio, *Phys. Rev. Lett.* **87**, 178305 (2001).
- [10] E. Janiaud, D. Weaire and S. Hutzler, *Phys. Rev. Lett.* **97**, 038302 (2006).

BIBLIOGRAPHY

- [11] S.J. Cox, *Coll. Surf. A* **263**, 81 (2005).
- [12] B. Dollet, F. Elias, C. Quilliet, C. Raufaste, M. Aubouy and F. Graner, *Phys. Rev. E*, **71**, 031403 (2005).
- [13] J.N. Israelachvili and R.M. Pashley, *Nature* **300**, 341 (1982).
- [14] P. Somasundaran, S. Simpson, R.K. Jain, I.B. Ivanov, V. Raghuraman, *J. Colloid Interface Sci.*, **225**, 243 (2000).
- [15] S. Zhou, Q. Long, D. Wang and A.D. Dinsmore, *Science* **312**, 1631 (2006).
- [16] J. Brujić, S.F. Edwards, I. Hopkinson, and H. A. Makse, *Physica A*. **327**, 201 (2003).
- [17] M.-D. Lacasse, G.S. Grest, D. Levine, T.G. Mason and D.A. Weitz, *Phys. Rev. Lett.*, **76**, 3448 (1996).
- [18] P. Aussillous and D. Quéré, *Europhys. Lett.* **59**, 370 (2002).
- [19] F.P. Bretherton, *J. Fluid Mech.* **10**, 166 (1961).
- [20] N.D. Denkov, V. Subraminian, D. Gurovich and A. Lips, *Coll. Surf. A* **263**, 129 (2005).
- [21] N.D. Denkov, S. Tcholakova, K. Golemanov, V. Subramanian, and A. Lips *Coll. Surf. A* **282-283**, 329 (2006).
- [22] E. Terriac, J. Etrillard and I. Cantat, *Europhys. Lett.* **74**, 909 (2006).
- [23] D. Durian, *Phys. Rev. Lett.* **75**, 4780 (1995).
- [24] D.A. Reinelt and A.M. Kraynik, *J. Coll. Interf. Sci.* **132**, 491, (1989).
- [25] N.D. Denkov, S. Tcholakova, K. Golemanov, K.P. Ananthapadmanabhan, and A. Lips, *Phys. Rev. Lett.* **100**, 138301 (2008); S. Tcholakova, N.D. Denkov, K. Golemanov, K.P. Ananthapadmanabhan, and A. Lips, *Phys. Rev. E* **78**, 011405 (2008).
- [26] M.M. Nicholson, *Proc. Cambridge Philos. Soc.* **45**, 288 (1949).
- [27] D.Y.N. Chan, J.D. Henry Jr. and L.R. White, *J. Coll. Interf. Sci.* **79**, 410 (1981).

- [28] N.D. Vassileva, D. van den Ende, F. Mugele and J. Mellema, *Langmuir* **21**, 11190 (2005).
- [29] P.A. Kralchevsky, I.B. Ivanov and A.D. Nikolov, *J. Coll. Interf. Sci.* **112**, 108 (1986).
- [30] V.N. Paunov, P.A. Kralchevsky, N.D. Denkov and K. Nagayama, *J. Coll. Interf. Sci.* **157**, 100 (1993).
- [31] L. Bragg and J.F. Nye, *Proc. R. Soc. Lond. A* **190**, 474 (1947).
- [32] H.M. Princen, *J. Colloid Interface Sci.* **91**, 160 (1983).
- [33] F. Bolton and D. Weaire, *Phys. Rev. Lett* **65**, 3449 (1990).
- [34] A. van der Net, W. Drenckhan, D. Weaire and S. Hutzler, *Soft Matter* **2**, 129-134, (2006).
- [35] S.A. Khan, C.A. Schnepper and R.C. Armstrong, *J. Rheology* **32** 69 (1988).
- [36] E. Pratt and M. Dennin, *Phys. Rev. E* **67**, 089303 (2003).
- [37] R. Höhler and S. Cohen-Addad, *J. Phys. Cond. Matt.* **17**, 1041 (2005).
- [38] A.D. Gopal and D.J. Durian, *Phys. Rev. Lett.* **91**, 188303 (2003).
- [39] F. Bolton and D. Weaire, *Phil. Mag. B* **63**, 795 (1991).
- [40] P. Marmottant, F. Graner, *Eur. Phys. J. E.* **23**, 337 (2007).
- [41] R. Höhler, S. Cohen-Addad and V. Labiausse, arXiv:cond-mat/0610279.
- [42] P. Saramito, *J. Non-Newt. Fl. Mech.* **145**, 1 (2007).
- [43] S.Bénito, C.-H. Bruneau, T. Colin, C. Gay and F. Molino, *Eur. Phys. J. E.* **25** 225 (2008).
- [44] H.A. Barnes, J.F. Hutton and K. Walters, *An Introduction to Rheology*, Elsevier Science, Amsterdam (1989).
- [45] W.H. Herschel and R. Bulkley, *Koll. Zeitschrift* **39**, 291 (1926).

BIBLIOGRAPHY

- [46] T.G. Mason, J. Bibette and D.A. Weitz, *J. Coll. Interf. Sci.* **179**, 439 (1996).
- [47] L. Bécu, S. Manneville and A. Collin, *Phys. Rev. Lett.* **96**, 108203, (2006).
- [48] H.M. Princen, *J. Colloid Interface Sci.* **105**, 150 (1985).
- [49] H.M. Princen and A.D. Kiss, *J. Colloid Interface Sci.* **112**, 427 (1986).
- [50] H.M. Princen and A.D. Kiss, *J. Colloid Interface Sci.* **128**, 176 (1989).
- [51] T.G. Mason, J. Bibette and D.A. Weitz, *Phys. Rev. Lett.* **75**, (1995).
- [52] D.J. Durian, D.A Weitz and D.J. Pine, *Science* **252**, 686 (1991).
- [53] J. Lambert, I. Cantat, R. Delannay, R.Mokso, P.Cloetens, J.A. Glazier and F. Graner, *Phys. Rev. Lett.* **99**, 058304 (2007).
- [54] K. Brakke, *Exp. Math.* **1**, 141, (1992).
- [55] T. Okuzono and K. Kawasaki, *Phys. Rev. E* **51**, 1246 (1995).
- [56] N. Kern, D. Weaire, A. Martin, S. Hutzler and S.J. Cox, *Phys. Rev. E* **70**, 041411 (2004).
- [57] D.J. Durian *Phys. Rev. E* **55**, 1739 (1997).
- [58] S. Tewari, D. Schiemann, D.J. Durian, C.M. Knobler, S.A. Langer, and A.J. Liu, *Phys. Rev. E* **60**, 4385 (1999).
- [59] J.A. Glazier, M. P. Anderson and G. S. Grest, *Phil. Mag. B* **62**, 615 (1990).
- [60] R.M.C de Almeida, G.L. Thomas and F. Graner, *Physica A* **371** , 67 (2006).
- [61] C. Raufaste, B. Dollet, S. Cox, Y. Jiang and F. Graner, *Eur. Phys. J. E* **23**, 217 (2007).
- [62] A. Kabla and G. Debrégeas, *Phys. Rev. Lett.* **90**, 258303 (2003).
- [63] S. Asakura and F. Oosawa, *J. of Poly. Sci.* **33**, 183 (1958).

- [64] C. Stanley Smith, *Scientific American*, (1954).
- [65] M. Fátima Vaz and M.A. Fortes, *J. Phys. Cond. Matt.* **9**, 8921 (1997).
- [66] Y. Wang, K. Krishan and M. Dennin, *Phys. Rev. E* **73** 031401 (2006).
- [67] E. Janiaud and F. Graner, *J. Fluid. Mech.* **532**, 243 (2005).
- [68] C. Gilbreth, S. Sullivan, and M. Dennin, *Phys. Rev. E* **74** 031401 (2006).
- [69] Y. Wang, K. Krishan and M. Dennin, *Phil. Mag. Lett.* **87**, 125 (2007).
- [70] M. Dennin, *Phys. Rev. E* **70**, 041406 (2004).
- [71] J.Lauridsen, G.Chanan and M. Dennin, *Phys. Rev. Lett.* **93**, 018303 (2004).
- [72] A. Kabla, J. Scheibert and G. Debregeas, *J. Fluid Mech.* **587**, 45 (2007).
- [73] M. Twardos and M. Dennin, *Phys. Rev. E* **71**, 061401 (2005).
- [74] J.M. Andreas, E.A. Hauser and W.R. Tucker, *J. Phys. Chem.* **42**, 1001 (1938).
- [75] M.E. Mobius, G. Katgert and M. van Hecke, *Submitted to Phys. Rev. Lett.*.
- [76] A.J. Liu, S. Ramaswamy, T.G. Mason, H. Gang and D.A. Weitz, *Phys. Rev. Lett.* **76** 3017, (1996).
- [77] V.J. Langlois, S.Hutzler and D. Weaire, *Phys. Rev. E* **78**, 021401 (2008).
- [78] J. Remmers, E. Woldhuis, B.P. Tighe, M. van Hecke and W. van Saarloos, *in preparation*.
- [79] J. Goyon, A. Colin, G. Ovarlez, A. Ajdari and L. Bocquet, *Nature* **454**, 84 (2008).
- [80] W.G. Ellenbroek, E. Somfai, M. van Hecke and W. van Saarloos, *Phys. Rev. Lett.* **97**, 258001 (2006).

BIBLIOGRAPHY

- [81] I. Cheddadi, P. Saramito, C. Raufaste, P. Marmottant and F. Graner, *Eur. Phys. J. E*, *in press* (2008).
- [82] R.J. Clancy, E. Janiaud, D. Weaire and S. Hutzler, *Europ. Phys. J. E*, **21**, 123 (2006).
- [83] K. Krishan and M. Dennin, arXiv:cond-mat.soft/0806.3313.
- [84] S. Rodts, J. C. Baudez and P. Coussot, *Europhys. Lett.* **69**, 636 (2005).
- [85] G. Ovarlez, S. Rodts, A. Ragouilliaux, P. Coussot, J. Goyon and A. Colin, *Phys. Rev. E* **78**, 036307 (2008).
- [86] G. Katgert, M.E. Möbius and M. van Hecke, *Phys. Rev. Lett.* **100**, 058301 (2008).
- [87] M. Dennin, *J. Phys. Condens. Matter* **20**, 283103 (2008).
- [88] F. Varnik, L. Bocquet, J.-L. Barrat and L. Berthier, *Phys. Rev. Lett.* **90**, 095702 (2003).
- [89] N. Huang and D. Bonn, *J. Fluid Mechanics* **590**, 497 (2007).
- [90] S. Timoshenko and J.N. Goodier, *Theory of Elasticity* (McGraw-Hill Book Company, New York, 1951).
- [91] B. Lautrup, *Physics of Continuous Matter: Exotic and Everyday Phenomena in the Macroscopic World*, IoP Publishing (2005).
- [92] S.J. Cox and E. Janiaud, *Phil. Mag. Lett.* **88**, 693 (2008).
- [93] P. Olsson and S. Teitel, *Phys. Rev. Lett.* **99**, 178001 (2007).
- [94] T.S. Majmudar, M. Sperl, S. Luding and R.P. Behringer, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 058001 (2007).
- [95] I. Cantat, N. Kern and R. Delannay, *Europhys. Lett.* **65**, 726 (2004).
- [96] C. Raufaste, *PhD-thesis*, <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/32/48/PDF/TheseRaufaste.pdf> (2007).
- [97] F. Lechenault, O. Dauchot, G. Biroli and J.-P. Bouchaud, *Europhys. Lett.* **83**, 46003 (2008).

- [98] C.S. O'Hern, S.A. Langer, A.J. Liu and S.R. Nagel, *Phys. Rev. Lett.* **88**, 075507 (2002).
- [99] T. Aste, T. Di Matteo, M. Saadatfar, T. Senden, M. Schröter and H. L. Swinney, *Europhys. Lett.* **79**, 24003(2007).
- [100] S.F. Edwards and R.B.S. Oakeshott, *Physica A* **157** (1989).
- [101] T. Aste and T. Di Matteo, *Phys. Rev. E* **77**, 021309 (2008).
- [102] F. Lechenault, F. da Cruz, O. Dauchot and E. Bertin, *J. Stat. Mech.* P07009 (2006).
- [103] A. Okabe, B. Boots, K. Sugihara and S.N. Chiu, *Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams* 2nd Edition. John Wiley & Sons Limited, Chichester (2000).
- [104] V.A. Luchnikov, N.N. Medvedev, L. Oger and J.-P. Troadec, *Phys. Rev. E* **59**, 7205 (1999).
- [105] T.S. Majmudar and R.P. Behringer, *Nature* **435**, 1079 (2005).
- [106] B.P. Tighe, A.R.T. van Eerd and T.J.H. Vlugt, *Phys. Rev. Lett.* **100**, 238001 (2008).
- [107] W.G. Ellenbroek, *PhD-thesis*, <http://www.sas.upenn.edu/wouterel/thesis.pdf>.
- [108] A.S. Keys, A.R. Abate, S.C. Glotzer and D.J. Durian, *Nature Physics* **3**, 260 (2007).
- [109] L. Berthier, G. Biroli, J.-P. Bouchaud, L. Cipelletti, D. El Masri, D. L'Hôte, F. Ladieu and M. Pierno, *Science* **310**, 1797 (2005).
- [110] M. Toiya, J. Stambaugh and W. Losert, *Phys. Rev. Lett.* **83**, 088001 (2004).
- [111] Y. Bertho, C. Becco and N. Vandewalle, *Phys. Rev. E* **73** 056309 (2006).
- [112] D. Weaire, V. Langlois, M. Saadatfar and S. Hutzler, *Granular and Complex Materials, World Scientific Lecture Notes in Complex Systems* (eds. T. Aste, T. Di Matteo and A. Tordesillas) **8**, 1 (2007).

BIBLIOGRAPHY

[113] Y. Forterre and O. Pouliquen, *J. Fluid Mech.* **467** 361, (2002).