

## Literaturverzeichnis

- [Ada62] J. F. Adams, Vector fields on spheres. *Ann. of Math.* 75 (1962), 603-632.
- [Ada63] J. F. Adams, On the groups  $J(X)$ -I. *Topology* 2 (1963), 181-195.
- [Ada65] J. F. Adams, On the groups  $J(X)$ -II, III. *Topology* 3 (1965), 137-171, 193- 222.
- [Ada66] J. F. Adams, On the groups  $J(X)$ -IV. *Topology* 5 (1966), 21-71.
- [AgP99] M. Aguilar, C. Prieto, Quasifibrations and Bott periodicity. *Topology and its Appl.* 98 (1999), 3-17.
- [AGP02] M. Aguilar, S. Gitler, C. Prieto, Algebraic Topology from a Homotopical Viewpoint. Springer-Verlag, New York, 2002.
- [Ark62] M. Arkowitz, The generalized Whitehead product. *Pac. J. of Math.* 12 (1962), 7-23.
- [ArS95] M. Arkowitz, P. Silberbush, Some Hopf-type constructions. *Math. Proc. Camb. Phil. Soc.* 117 (1995), 287-301.
- [AtD72] M. F. Atiyah, J. L. Dupont, Vector fields with finite singularities. *Acta Math.* 128 (1972), 1-40.
- [AtH61] M. F. Atiyah, F. Hirzebruch, Bott periodicity and the parallelizability of the spheres. *Proc. Cambridge Phil. Soc.* 57 (1961), 223-226.
- [Ati61] M. F. Atiyah, Thom complexes. *Proc. Lond. Math. Soc.* (3) 11 (1961), 291-310.
- [Ati67] M. F. Atiyah, *K-theory*. Benjamin, New York, 1967.
- [Ati68] M. F. Atiyah, Bott periodicity and the index of elliptic operators. *Quart. J. Math. Oxford* (2) 19 (1968), 113-140.
- [BaM63] M. G. Barratt, M. E. Mahowald, The metastable homotopy of  $O(n)$ . *Bull. Amer. Math. Soc.* 69 (1963), 531-533.
- [Bas71] H. J. Baues, Hindernisse in dem Produkt zweier Abbildungskegel und Whiteheadprodukte höherer Ordnung. Dissertation, Bonn, 1971.
- [Bau71] F. W. Bauer, *Homotopietheorie*. Bibliographisches Institut, Mannheim, 1971.
- [BeG75] J. C. Becker, D. H. Gottlieb, The transfer map and fibre bundles. *Topology* 14 (1975), 1-12.

- [BeH63] I. Berstein, P. J. Hilton, On suspensions and comultiplications. *Topology* 2 (1963), 73–82.
- [BoS67] J. M. Boardman, B. Steer, On Hopf invariants. *Comment. Mat. Helv.* 42 (1967), 180–221.
- [Bot58] R. Bott, The space of loops on a Lie group. *Michigan Math. J.* 5 (1958), 35–61.
- [Bot60] R. Bott, A note on the Samelson product in the classical groups. *Comment. Mat. Helv.* 34 (1960), 249–256.
- [Bot70] R. Bott, The periodicity theorem for the classical groups and some of its applications. *Advances in Mathematics*, 4, (1970), 353–411.
- [Bre93] G. E. Bredon, *Topology and Geometry*. Springer, Berlin, 1993.
- [BrK66] G. E. Bredon, A. Kosinski, Vector fields on  $\pi$ -manifolds. *Ann. of Math.* 84 (1966), 85–90.
- [Bro62] E. Brown, Cohomology theories. *Ann. of Math.* 75 (1962), 467–484.
- [BrL98] C. Bratzler, W. Lück, *Topologische K-Theorie. Eine Einführung*. Skriptum Universität Münster (1998), (<http://131.220.77.52/lueck/data/k-theorieSS98.dvi>)
- [BrM76] G. Brumfiel, I. Madsen, Evaluation of the Transfer and the Universal Surgery Classes. *Inventiones math.* 32 (1976), 133–169.
- [CaC06] M. Cadek, M. C. Crabb,  $G$ -structures on spheres. *Proc. London Math. Soc.* (3) 93 (2006), 791–816.
- [Coh87] F. R. Cohen, *A course in some aspects of classical homotopy theory*. Springer Lecture Notes in Math. 1286 (1987), 1–92.
- [Cra80] M. C. Crabb,  $\mathbf{Z}/2$ -Homotopy Theory. London Math. Soc. Lecture Note Series, vol. 44, Cambridge University Press, 1980.
- [Cra84] M. C. Crabb, Desuspension of the image of  $J$ . (Preprint, Manchester, 1984).
- [Cra89] M. C. Crabb, Periodicity in  $\mathbf{Z}/4$ -equivariant stable homotopy theory. *Contemporary Mat.* 96 (1989), 109–124.
- [CrJ98] M. C. Crabb, I. James, *Fibrewise Homotopy Theory*. Springer, London, 1998.
- [CrK85] M. C. Crabb, K. Knapp, Adams periodicity in stable homotopy. *Topology* 24 (1985), 475–486.
- [CrK87] M. C. Crabb, K. Knapp, James quasi-periodicity for the codegree of vector bundles over complex projective spaces. *J. London Mat. Soc.* (2) 35 (1987), 353–366.
- [CrK95] M. C. Crabb, K. Knapp, Applications of  $Im(J)$ -theory. *Handbook of Algebraic Topology*, I.M. James, ed, North-Holland, Amsterdam, (1995), 463–503.

- [CrS79] M. C. Crabb, W. A. Sutherland, A bundle over the tangent sphere-bundle of a  $\pi$ -manifold. *Quart. J. Mat. Oxford* (2) 30 (1979), 1-19.
- [DaL84] Z. D. Dai, T. Y. Lam, Levels in algebra and topology. *Comment. Mat. Helv.* 59 (1984), 376-424.
- [DMa89] D. M. Davis, M. Mahowald, The image of the stable  $J$ -homomorphism. *Topology* 28 (1989), 39-58.
- [DaM89] D. M. Davis, M. Mahowald, The  $SO(n)$ -of-origin. *Forum Math.* 1 (1989), 239-250.
- [DLa59] A. Dold, R. Lashof, Principal quasifibrations and fibre homotopy equivalence of bundles. *Ill. J. Math.* 3 (1959), 285-305.
- [Dol55] A. Dold, Über faserweise Homotopieäquivalenz von Faserräumen. *Math. Zeitschrift* 62 (1955), 111-136.
- [Dol66] A. Dold, Halbexakte Homotopiefunktorern. *Springer Lecture Notes in Math.* 12 (1966).
- [Dup70] J. L. Dupont, On homotopy invariance of the tangent bundle I, II. *Math. Scand.* 26 (1970), 5-13 und 200-220.
- [Dup09] J. L. Dupont, *K-Theory*. Lecture Notes Series No. 11, Aarhus University, 2009.
- [Dye69] E. Dyer, *Cohomology Theories*. Benjamin, New York, 1969.
- [Eck42] B. Eckmann, Stetige Lösungen linearer Gleichungssysteme. *Comment. Mat. Helv.* 15 (1942), 318-339.
- [Eck99] B. Eckmann, Topology, algebra, analysis: relations and missing links. *Notices Amer. Math. Soc.* 46 (1999), 520-527.
- [FeG74] S. Feder, S. Gitler, Stable homotopy types of Thom complexes. *Quart. J. Math. Oxford* 25 (1974), 143-149.
- [FIM96] P. Fantham, I. James, M. Mather, On the reduced product construction. *Canad. Math. Bull.* 39(4), (1996), 385-389.
- [Fuj67] M. Fujii,  $KO$ -groups of projective spaces. *Osaka J. Math.* 4 (1967), 141-149.
- [FuY73] M. Fujii, T. Yasui,  $KO$ -groups of the stunted real projective spaces. *Math. J. of Okayama Uni.* 16 (1973), 47-54.
- [Gra75] B. Gray, *Homotopy theory. An Introduction to Algebraic Topology*. Academic Press, New York, 1975.
- [HaH62] A. Haefliger, M. Hirsch, Immersions in the stable range. *Ann. of Math.* 75 (1962), 231-241.

- [Hae66] A. Haefliger, Differentiable Embeddings of  $S^n$  in  $S^{n+q}$  for  $q > 2$ . *Ann. of Math.* 83 (1966), 402-436.
- [Hal59] M. Hall, *The Theory of Groups*. MacMillan, New York, 1959.
- [Hat02] A. Hatcher, *Algebraic Topology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2002.
- [Hat03] A. Hatcher, *Vektor Bundles and K-Theory*. Version 2.0, 2003, (<http://www.math.cornell.edu/~hatcher/>).
- [Hat04] A. Hatcher, *Spectral Sequences in Algebraic Topology*. 2004, (<http://www.math.cornell.edu/~hatcher/>).
- [HMR75] P. Hilton, G. Mislin, J. Roitberg, *Localization of Nilpotent Groups and Spaces*. North-Holland Pub. Company, Amsterdam, 1975.
- [Hir59] M. Hirsch, Immersions of manifolds. *T. A. M. S.* 93 (1959), 242-276.
- [Hus66] D. Husemoller, *Fibre Bundles*. McGraw-Hill, New York, 1966 und 1975.
- [Jam54] I. M. James, On the iterated suspension. *Quart. J. Math. Oxford* (2) 5 (1954), 1-10.
- [Jam55] I. M. James, Reduced Product Spaces. *Ann. of Math.* 62 (1955), 170-197.
- [Jam56] I. M. James, On the suspension triad. *Ann. of Math.* 63 (1956), 191-247.
- [Jam57] I. M. James, On the suspension sequence. *Ann. of Math.* 65 (1957), 74-107.
- [Jam76] I. M. James, *The Topology of Stiefel Manifolds*. London Math. Soc. Lecture Note Series 24, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1976.
- [JaT65] I. James, E. Thomas, An approach to the enumeration problem for non-stable vector bundles. *J. Math. Mech.* 14 (1965), 485-506.
- [Kar78] M. Karoubi, *K-Theory. An Introduction*. Springer, Berlin, 1978.
- [KlK04] S. Klaus, M. Kreck, A quick proof of the rational Hurewicz theorem and a computation of the rational homotopy groups of spheres. *Math. Proc. Camb. Philos. Soc.* 136 (2004), 617-623.
- [Kna98] K. Knapp, *K-Theorie*. Vorlesungsmitschrift von J. Eich, Wuppertal 1998.
- [Kna10] K. Knapp, in Vorbereitung.
- [KoS77] U. Koschorke, B. Sanderson, Geometric interpretations of the generalized Hopf invariant. *Math. Scand.* 41 (1977), 199-217.
- [KoT94] A. Kono, K. Tokunaga, A topological proof of Bott periodicity theorem and a characterization of  $BU$ . *J. Math. Kyoto Univ.* 35 (1994), 873-880.
- [Kre10] M. Kreck, *Differential Algebraic Topology, From Stratifolds to Exotic Spheres*. AMS Grad. Studies in Math. Vol. 110, 2010.

- [Lam66] K. Y. Lam, Nonsingular bilinear forms and vector bundles over  $P^n$ . Doctoral thesis, Princeton University, 1966.
- [Lam72] K. Y. Lam, Fiber homotopic trivial bundles over complex projective spaces. Proc. Amer. Math. Soc. 33 (1972), 211-212.
- [Lam68] K. Y. Lam, On bilinear and skew-linear maps that are nonsingular. Quart. J. Mat. Oxford (2) 19 (1968), 281-288.
- [Lam76] T. Y. Lam, Series summation of stably free modules. Quart. J. Mat. Oxford (2) 27 (1976), 37-46.
- [Lam76b] K. Y. Lam, A note on Stiefel manifolds and the generalized  $J$ -Homomorphism. Bol. Soc. Mat. Mexicana (2) 21 (1976), 33-38.
- [Lam79] K. Y. Lam,  $KO$ -equivalences and existence of nonsingular bilinear maps. Pacific J. of Math. 82 (1979), 145-154.
- [Lan67] S. Lang, Algebra. Addison-Wesley Pub. Company, Reading, 1967.
- [Lan73] G. E. Lang, The evaluation map and EHP sequences. Pacific J. Math. 44 (1973), 201-210.
- [Lar69] L. L. Larmore, Twisted cohomology and enumeration of vector bundles. Pacific J. Math. 30 (1969), 437-457.
- [LaT72] L. L. Larmore, E. Thomas, Group extensions and principal fibrations. Math. Scand. 30 (1972), 227-248.
- [LuM98] G. Luke, A. Mishchenko, Vector bundles and their applications. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998.
- [Lun92] A. Lundell, Concise tables of James numbers and some homotopy of classical Lie groups and associated homogeneous spaces. In Springer Lecture Notes in Mathematics Volume 1509, Springer Berlin, Heidelberg, 1992.
- [Mah65] M. Mahowald, A Samelson Product in  $SO(2n)$ . Bol. Soc. Mat. Mexicana 10 (1965), 80-83.
- [Mah67] M. Mahowald, The metastable homotopy of  $S^n$ . Memoirs of the Amer. Math. Soc., No. 72, American Mathematical Society, Providence, R.I., 1967.
- [Mah73] M. Mahowald, Description homotopy of the elements in the image of the  $J$ -homomorphism. Manifolds-Tokyo 1973 (Proc. Internat. Conf., Tokyo, 1973), Univ. Tokyo Press, 1975, 255-263.
- [Mah82] M. Mahowald, The image of  $J$  in the  $EHP$  sequence. Ann. of Math. 116 (1982), 65-112.

- [MaM76] M. Mahowald, R. J. Milgram, Operations which detect  $Sq^4$  in connective K-theory and their applications. *Quart. J. Mat. Oxford* (2) 27 (1976), 415-432.
- [Mar83] H. R. Margolis, *Spectra and the Steenrod Algebra*. North-Holland, Amsterdam, 1983.
- [MaT97] I. Madsen, J. Tornehave, *From Calculus to Cohomology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1997.
- [May99] J. P. May, *A concise course in algebraic topology*. Chicago Lecture Notes in Math., Chicago Uni. Press, 1999.
- [MiR93] H. R. Miller, D. C. Ravenel, Mark Mahowald's work on the homotopy groups of spheres. *Contemporary Mathematics*, Volume 146, 1993, 1-30.
- [Mil58] J. Milnor, Some Consequences of a Theorem of Bott. *Ann. of Math.* 68 (1958), 444-449.
- [Mil63] J. Milnor, *Morse Theory*. *Ann. of Math. Stud.* 51, Princeton Univ. Press, 1963.
- [Min84] H. Minami, On the K-theory of  $SO(n)$ . *Osaka J. Math.* 21, (1984), 789-808 und 25 (1988), 185-211.
- [MiS74] J. W. Milnor, J. D. Stasheff, *Characteristic classes*. *Ann. of Math. Stud.* 76, Princeton Univ. Press, 1974.
- [MiT91] M. Mimura, H. Toda, *Topology of Lie Groups, I and II*. *Translations of Math. Monographs*, AMS, Vol 91, 1991.
- [MPR04] J. Malesic, P. Pushkar, D. Repovs, On Eversion of Spheres. *Proc. of the Steklov Inst. of Math.*, 247 (2004), 135-158.
- [MPS80] N. Mahammed, R. Piccinini, U. Suter, *Some Applications of Topological K-Theory*. North-Holland Pub. Comp., Amsterdam, New York, Oxford, 1980.
- [Muk88] J. Mukai, A note on the Kahn-Priddy map. *J. Math. Soc. Japan*, 40 (1988), 53-63.
- [Muk03] J. Mukai, The suspension order of the real even dimensional projective space. *J. Math. Kyoto Univ.*, 43-4 (2003), 755-769.
- [Nom60] Y. Nomura, On mapping sequences. *Nagoya Math. J.*, 17 (1960), 111-145.
- [Nei10] J. Neisendorfer, *Algebraic Methods in Unstable Homotopy Theory*. *New math. monographs*: 12, Cambridge University Press, Cambridge 2010.
- [Oss92] E. Ossa, *Topologie*. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden, 1992.
- [Pet59] F. P. Peterson, Some Remarks on Chern Classes. *Ann. of Math.* 69 (1959), 414-420.

- [Por95] I.R. Porteous, Clifford Algebras and the Classical Groups. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- [PuR03] T. Püttmann, A. Rigas, Presentations of the first homotopy groups of the unitary groups. *Comment. Math. Helv.* 78 (2003), 648-662.
- [Qui71] D. Quillen, The Adams conjecture. *Topology* 10 (1971), 67-80.
- [Rav86] D. C. Ravenel, Complex cobordism and stable homotopy groups of spheres. Academic Press, Orlando, 1986.
- [Ree78] E. Rees, Some rank two bundles on  $P_n\mathbb{C}$ , whose Chern classes vanish. *Varieties analytiques compactes*, Lecture Notes in Math., 683, Springer, Berlin, 1978.
- [Rud98] Y. B. Rudyak, On Thom Spectra, Orientability, and Cobordism. Springer, Berlin, 1998.
- [Sam54] H. Samelson, Groups and spaces of loops. *Comment. Mat. Helv.* 28 (1954), 278-287.
- [Sch64] H. Schubert, *Topologie*, B.G. Teubner, Stuttgart, 1964.
- [Spa66] E. H. Spanier, *Algebraic Topology*. McGraw-Hill, New York, 1966.
- [Sta63] J. D. Stasheff, A classification theorem for fibre spaces. *Topology* 2 (1963), 239-246.
- [Ste51] N. Steenrod, *The Topology of Fibre Bundles*. Princeton Univ. Press, 1951.
- [StE62] N. E. Steenrod, D. B. A. Epstein, *Cohomology Operations*. *Ann. of Math. Stud.* 50, Princeton Univ. Press, 1962.
- [Sto89] S. Stolz, The level of real projective spaces. *Comment. Mat. Helv.* 64 (1989), 661-674.
- [StW51] N. E. Steenrod, J. H. C. Whitehead, Vector Fields on the  $n$ -Sphere. *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.* 37 (1951), 58-63.
- [Sul05] D. S. Sullivan, *Geometric Topology: Localization, Periodicity and Galois Symmetry*. The 1970 MIT Notes. Edited by A. Ranicki. Springer, Dordrecht, 2005.
- [Sut65] Sutherland, W. A., Fibre homotopy equivalence and vector fields. *Proc. Lond. Math. Soc.* 15 (1965), 543-56.
- [Swa93] R. Swan, Failure of cancellation for direct sums of line bundles. *Trans. Amer. Math. Soc.* 336 (1993), 581-605.
- [Swi75] R. M. Switzer, *Algebraic topology - homotopy and homology*. Springer, Berlin, 1975.

- [Tho66] E. Thomas, Cross-sections of stably equivalent vector bundles. *Quart. J. Math. Oxford* 17 (1966), 53-57.
- [tKP70] T. tom Dieck, K. H. Kamps, D. Puppe, *Homotopietheorie*. Springer Lecture Notes in Math. 157 (1970).
- [Tod95] H. Toda, A topological proof of theorems of Bott and Borel-Hirzebruch for homotopy groups of unitary groups. *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto Ser. A* 32 (1959), 103-119.
- [Tod61] H. Toda, Vector fields on spheres. *Bull. Amer. Math. Soc.* 67 (1961), 408-412.
- [Tod62] H. Toda, *Composition methods in homotopy groups of spheres*. *Ann. of Math. Stud.* 49, Princeton Univ. Press, 1962.
- [Tod63] H. Toda, Order of the identity class of a suspension space. *Ann. of Math.* 78 (1963), 300-325.
- [Tod73] H. Toda, A Survey of Homotopy Theory. *Advances in Mathematics* 10, (1973), 417-455.
- [toD91] T. tom Dieck, *Topologie*. (1. Auflage). De Gruyter, de Gruyter Lehrbuch, Berlin-New York, 1991.
- [toD00] T. tom Dieck, *Topologie*. (2. Auflage). De Gruyter, de Gruyter Lehrbuch, Berlin-New York, 2000.
- [toD08] T. tom Dieck, *Algebraic Topology*. EMS, Zürich, 2008.
- [Whi78] G. W. Whitehead, *Elements of homotopy theory*. Springer, New York, 1978.
- [Whi50] G. W. Whitehead, A generalization of the Hopf invariant. *Ann. of Math.* 51 (1950), 192-237.
- [WHI53] J. H. C. Whitehead, On certain theorems of G. W. Whitehead, *Ann. of Math.* 58 (1953), 418-428.
- [Woo73] L. M. Woodward, Vector fields on spheres and a generalization. *Quart. J. Math. Oxford* 24 (1973), 357-366.
- [Woo82] L. M. Woodward, The classification of orientable vector bundles over CW-complexes of small dimension. *Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A* 92 (1982), 175-179.

# Index

- Abbildung
  - anheftende, 526
  - klassifizierende, 214, 315
  - Ko-H-Raum, 487
  - nicht-singuläre bilineare, 75, 376
  - S-duale, 363, 442, 446
  - stabile, 356
  - zelluläre, 246
- Abbildungsgrad, 157, 189, 332, 360
- Abbildungskegel, 108, 149
- Abbildungsteleskop, 429
- Abbildungstorus, 117
- Abbildungszylinder, 109
- Adams-Filtrierung, 286, 523, 565, 566
- Adams-Filtrierung-0-Bündel, 559, 565
- Adams-Operation, 409, 564
  - stabile, 432, 567
- Adams-Periodizitätsoperator, 439, 455, 522
- Adams-Spektralsequenz, 523
- Adams-Vermutung, 397, 423, 426, 427, 523, 559
  - Lösung, 430
- Adjungierte Matrizen-Funktion, 28
- Adjunktion, 139, 499
- Äußere Potenz, 35, 131, 410
- Antipodenabbildung, 11, 46, 77, 89, 132
- Atiyah-Hirzebruch, Satz von, 283, 333
- Atlas eines Vektorbündels, 85
  - eines Raumes, 466
- Aushängung, 356, 407, 439
  - von  $\text{Bild}(J)$ -Klassen, 441
- Aushängungsproblem, 407, 444, 490, 500
- Ausschneidungssatz, 248, 355
- Auswertabbildung, 42, 171, 191, 319, 492, 495
- Axiome
  - für die Euler-Klasse, 260
  - für Stiefel-Whitney-Klassen, 264
- Bahn, 119, 228
- Barratt-Mahowald, Satz von, 200, 408, 519
- Barratt-Mahowald-Bündel, 519, 524
- Basispunkt, 228, 244
- Basisraum, 4
- Berstein-Hilton-Hopf-Invariante, 484, 487
- Bigrad, 83, 487, 492
- $\text{Bild}(J)$ , 431, 434, 574, 578
- $\text{Bild}(J)$ -Theorie, 431
- Bildbündel, 31
- Bilinearform
  - nichtsinguläre, 76, 181, 544
- Bilinearformen-Problem, 75
- Blakers-Massey, Satz von, 248
- $bo$ -primäres Bündel, 559, 565
  - Klassifikation, 567
- Bockstein-Homomorphismus, 329
- Bott-Abbildung, 197, 203, 273, 293, 299
- Bott-Klasse, 294
- Bott-Periodizität, 273, 292, 359, 366, 439
- Bott-Samelson, Satz von, 469, 471
- Bott-Sequenz, 278, 350
- Bündelreduktion, 26, 175, 400, 439, 540, 544, 545, 556, 563, 570
  - Konstruktion, 563
- Bündelreduktionsproblem, 407, 501
- Cayley-Zahlen, 55, 378
- Čech-Kohomologie, 129, 256, 287
- Cesaro-Mittel, 302
- Charakteristische Klasse, 260, 286, 526
  - stabile, 286
  - universelle, 260

- Chern-Charakter, 204, 286, 365, 411, 428  
 Chern-Klasse, 185, 204, 259, 262, 288, 369  
     Teilbarkeit, 283, 370, 528  
     totale, 264, 281, 290  
     universelle, 285  
 Clifford-Algebra, 55, 77, 198, 544  
 Clifford-Vektorfelder, 77, 544  
 Cup-Produkt, 280  
     von Homotopieklassen, 494  
 CW-Komplex, 246  
  
 Darstellung, 158  
 Desuspension, 356  
 Dimension  
     eines Vektorbündels, 4  
     geometrische, 26, 82  
 Distributivgesetz, 488  
 Divisionsalgebra, 191, 196, 378, 461  
 Divisionsalgebren-Problem, 74  
 Dold, Satz von, 386, 423, 436  
 Dualraum, 35  
  
*e*-Invariante, 431, 573, 574  
 Ebenenbündel, 131, 340, 342, 344  
     komplexe, 158  
 EHP-Faserung, 468  
 EHP-Sequenz, 490, 532, 578  
     klassische, 466, 490  
     2-lokale, 469  
 EHP-Spektralsequenz, 579  
 Eilenberg-MacLane Raum, 256, 267  
 Eilenberg-Steenrod Axiome, 257, 357  
 Einbettungen, 69  
 Einhängung, 152, 334, 355, 490  
     geometrische, 362  
     iterierte, 506  
     reduzierte, 105, 137  
     shift, 362  
     unreduzierte, 105, 137  
 Einhängungsabbildung, 249, 355, 468, 489  
 Einhängungsisomorphismus, 177, 257, 280, 319  
 Einhängungsordnung  
     stabile, 448  
  
 Einhängungssatz von Freudenthal, 250, 472, 522  
 Einhängungssequenz  
     iterierte, 501  
 Einheit, 414  
 Einpunktkompaktifizierung, 6, 45  
 Einpunktvereinigung, 137  
 Einschnitt-Problem, 80  
 Einschränkung  
     eines Vektorbündels, 12  
 Erweiterung  
     radiale, 385  
     von Isomorphismen, 58  
     von Schnitten, 57  
 Euler-Klasse, 177, 178, 197, 229, 260, 264, 286, 292, 320, 324, 325, 329, 527  
     Axiome, 260, 324  
     Multiplikativität, 261  
     universelle, 323, 330  
 Exakte Homotopiesequenz  
     einer Faserung, 121, 181, 188  
 Exakte Sequenz  
     eines Raumpaars, 104  
     eines Tripels, 507  
     Randoperator, 182  
     verbindender Homomorphismus, 107  
     von Mengen, 104, 140  
     von Vektorbündeln, 33, 68  
 Exponentialabbildung, 295  
  
*f*-Abbildung, 424, 429, 437  
*F*-Isomorphismus, 290  
 Faltung, 478, 515  
 Faltungsabbildung, 138  
 Familie  
     periodische, von Bündeln, 570  
 Faser, 4  
 Faserbündel, 121, 372, 550  
     assoziertes, 121  
 Fasergrad, 436  
 Faserhomotopieäquivalenz, 383, 423, 436  
     stabile, 383  
 Faserhomotopieäquivalenzklasse, 394  
 Faserhomotopietrivialisierung, 544

- Faserhomotopietrivialität, 413  
 Fasersequenz, 144, 428  
   einer Abbildung, 142  
   iterierte, 142, 309, 430  
 Fasertreue, 10  
 Faserung, 121, 140, 142, 181  
   lange exakte Sequenz, 145, 148  
   Liften, Zurückziehen, 143, 406  
   sphärische, 398, 532  
 Fermat-Polynom, 55  
 Fläche, 365  
 Fourier-Entwicklung, 302  
 Fundamentalgruppe  
   Operation der, 228, 230  
 Funktionenraum, 389, 390  
 Funktor, 35  
   kovarianter, 35  
   mengenwertiger, 179  
   stetiger, 35  
   Übergangsfunktionen zu einem, 91  
  
 G-äquivalent, 119  
 G-Raum, 119  
 G-Vektorbündel, 132  
 Gauß-Abbildung, 171, 212, 327, 332, 374, 435, 530, 533, 540, 565, 577  
   instabile, 380, 541, 554, 556, 560  
   lineare, 376, 545  
   stabile, 380, 560  
 Geodätische, 294  
 Gerade, lange, 65  
 Gram-Schmidt Orthonormalisierung, 245  
 Graßmann-Mannigfaltigkeit, 208, 295  
   orientierter Unterräume, 211  
 Graßmann-Raum, 216  
 Grothendieck-Konstruktion, 269, 410  
 Gruppe  
   formale, 567  
   klassische, unendliche, 166  
   nilpotente, 289  
   orthogonale, 155  
   topologische, 138  
   unitäre, 155, 167  
 Gruppenerweiterung, 538, 566, 567  
  
 Gruppenstruktur  
   auf einer Einhängung, 226  
   über einer Einhängung, 173, 183, 288  
  
 H-Raum, 79, 297  
 H-Raum Multiplikation  
   auf BU, 297  
   auf einer Sphäre, 83  
   auf  $\Omega SU$ , 297  
 Haefliger, Satz von, 506  
 Hilton-Hopf-Invariante, 485  
 Hindernisabbildung, 522, 531  
 Homomorphieerweiterungssatz, 58  
 Homomorphismus  
   induzierter, einer stabilen Abbildung, 357  
   verbindender, 107, 150  
 Homotopie, 48  
   basispunkterhaltende, 48  
   freie, 228  
   stabile, 356  
 Homotopie-Euler-Klasse, 176  
 Homotopieäquivalenz, 49  
   stabile, 353  
 Homotopieerweiterungseigenschaft, 149, 244, 246  
 Homotopiefaser, 141, 267, 403, 468, 472  
 Homotopiefunktor  
   halbexakter, 178, 247, 291, 425  
 Homotopiegruppe, 49  
   stabile, 356  
   stabile, von Sphären, 356  
   von Sphären, 157  
 Homotopiehochhebungseigenschaft, 140  
 Homotopieklassen, 48, 49  
   exakte Sequenz, 140  
   Gruppenstruktur, 138, 139  
 Homotopiesatz, 59  
 Homotopiesphäre, 439  
 Hopf, Satz von, 201, 248, 252, 318  
 Hopf-Abbildung, 46, 64, 82, 176, 196, 198, 201, 253, 276, 317, 356, 358, 376, 431, 461, 576, 577  
 Hopf-Bündel, 14, 356

- Hopf-Invariante, 82, 174, 482, 505, 527  
   einer Hopf-Konstruktion, 486, 487, 494  
   stabile, 408, 498, 501  
 Hopf-Invarianten-1-Problem, 79, 81, 82, 487  
 Hopf-Konstruktion, 83, 196, 460, 508  
 Hurewicz-Abbildung, 178, 250, 318, 369, 537  
   stabile, 360  
 Hurewicz-Faserung, 398  
  
 Immersion, 181, 344, 374  
 Immersionsproblem, 79  
 Inverse, stabile, 69  
 Isomorphieerweiterungssatz, 59  
  
 J-Gruppe  
   einer Sphäre, 427  
   Endlichkeit, 428  
   projektiver Räume, 419, 428, 576  
 J-Homomorphismus, 442, 462, 490, 498, 514,  
   544, 555  
   Bild, 396  
   Definition, 391, 513  
   Erweiterung, 431  
   Nichtadditivität, 393, 397  
   stabiler, 391  
   Varianten, 396, 400  
 J-Ordnung, 425  
 James-Hopf-Invariante, 485, 494, 578  
 James-Modell, 295, 471  
 James-Periodizität, 533, 573  
  
 k-Bein, 208  
 K-Homologietheorie, 446  
 K-Theorie  
   Definition, 270  
   Orientierbarkeit, 276  
   Produkt, 272  
   reduzierte, 27, 271  
 Kahn-Priddy, Satz von, 397, 573  
 Karten  
   des kanonischen Linienbündels, 85  
   des universellen Bündels, 211  
 Kartenwechsel, 153  
 Kategorie, 35  
  
 Kegel, 95, 137, 153  
 Kernbündel, 31  
 Kervaire-Semicharakteristik, 332, 546  
 Klassifikationssatz, 151, 217, 227, 236  
   punktierter Version, 229  
 Klassifizierender Raum, 127, 208, 216, 258,  
   430  
   Kohomologiegruppen, 266  
 Klebeabbildung, 95, 153, 189, 224, 289, 541,  
   577  
   des Tangentialbündels der Sphäre, 165,  
   514  
 Homotopie, 156, 167  
 Laurent, 302  
 lineare, 303  
 Multiplikation, 183  
 polynomiale, 303  
 Samelson-Produkt, 528  
 Summe, 173  
 Klebekonstruktion, 94, 301  
 Knoten, 353  
 Ko-H-Raum, 483  
   Addition, 508  
 Kofaser, 108, 149  
 Kofasersequenz, 108, 109, 150, 230  
 Kofaserung, 149  
   lange exakte Sequenz, 150  
 Kograd, 424  
 Kohomologie  
   torsionsfreie, 367  
 Kohomologiegruppe, 152, 258  
 Kohomologiekreuzprodukt, 280  
 Kohomologietheorie  
   reduzierte, 256  
   singuläre, 256  
 Kohomotopie-Euler-Klasse, 176, 189, 190,  
   207, 285, 319, 524, 556, 574, 577  
   stabile, 531  
 Kohomotopietheorie  
   stabile, 357  
 Kollabierbeschreibung, 106, 465  
 Kollabierkonstruktion, 99, 558  
 Kommutator, 240, 478

- Kommutatorabbildung, 238  
 Komplexifizierung, 35, 274, 420, 528  
 Komultiplikation, 138, 173, 226  
 Komultiplikationsabbildung, 112  
 Konjugation  
     komplexe, 274  
 Kooperation, 114, 335  
 Kooperationsabbildung, 232  
 Kreis, polnischer, 102, 129, 139  
 Kreuzprodukt, 23  
  
 Laurent-Klebefunktion, 302  
 Leiterergänzung, 143, 404, 430, 555  
 Leray-Hirsch, Satz von, 280  
 Level eines Raumes, 77  
 Lie-Gruppe, 78, 158, 245, 309  
 Linienbündel, 42, 259, 370  
     kanonisches, 7, 9, 13, 17, 122, 124, 196, 282  
     komplexes, 131, 215  
     komplexes, 155  
     Orientierung, 130, 237  
     orthogonales Komplement, 265  
     Tensorprodukt, 42  
     Thom-Raum, 250  
     über der projektiven Ebene, 97  
     über  $S^2$ , 156  
 lokale Trivialität, 3  
 Lokalisierung  
     einer abelschen Gruppe, 425  
     eines H-Raumes, 429  
  
 Mannigfaltigkeit  
     fast-parallelsierbare, 103, 438  
     stabil parallelisierbare, 332, 364  
 Mehrschnitt-Problem, 80, 263  
 Metastabilitätsbedingung, 543, 570  
 Milnor, Satz von, 246, 257  
 Möbius-Bündel, 5, 7, 8, 24  
 Monoid, topologisches, 473  
 Moore-Raum, 338, 349, 439, 522, 567  
 Morse-Theorie, 294  
 Multiplikation  
     auf eine Sphäre, 78  
     nullteilerfreie, 74, 191, 378  
  
 $n$ -Äquivalenz, 246, 326, 390  
 $n$ -Dual, 361  
 $n$ -Isomorphismus, 178, 247  
 $n$ -Skelett, 177, 248  
 $n$ -zusammenhängend, 50  
 Newton-Formel, 281  
 Newton-Polynom, 281, 287, 370, 413  
 Nilpotent, 289  
 Normalenbündel, 6, 364, 438  
     der Sphäre, 12  
     stabiles, 27  
 Nullpunkt, doppelter, 235  
  
 Operation, 231  
     einer Gruppe, 119  
     freie, 119  
 Orbit, 119  
 Orbitraum, 119  
 Ordnung  
     des kanonischen Linienbündels, 77, 348  
     des Tangentialbündels, 190  
     einer Bündelreduktion, 570  
     eines Bündels, 290, 292  
     eines stabil trivialen Bündels, 529  
     endliche, einer Faserung, 400  
     endliche, eines Bündels, 288  
     stabiler Bündel, 287  
 Ordnungserhöhung, 573  
 Orientierbarkeit  
     für stabile Homotopie, 425  
 Orientierung, 129, 261  
     kanonische, 131  
 Orientierungswechsel, 229  
 Orthogonale Gruppe, 155  
     Homotopiegruppen, 196, 198, 201, 202, 535  
     Wegzusammenhang, 245  
 Orthogonales Komplement  
     eines Vektorbündels, 66, 375  
  
 $\pi$ -Mannigfaltigkeit, 546

- Parakompakt, 56, 135, 221  
 Parallelisierbarkeit  
   von Sphären, 81, 284  
 Periodizitätsoperator, 439, 569  
   auf Quotienten projektiver Räume, 442, 452  
 Periodizitätssatz von Bott, 76, 169, 190, 269, 273, 293  
 $\pi$ -Mannigfaltigkeit, 364  
 Polynom  
   elementar-symmetrisches, 280  
   Newton, 281  
 Pontrjagin-Klasse, 266, 527  
 Pontrjagin-Produkt, 297  
 Postnikov-System, 267, 344  
 Prinzipalbündel, 119, 377  
   assoziiertes, 211  
   universelles, 126, 314  
 Produkt  
   reduziertes, 138, 272  
   reduziertes, von James, 466, 473  
   smash, 138  
   wedge, 137  
 Produktbündel, 4  
 Produktraum, reduzierter von James, 473  
 Produktsatz, 293  
 Projektion, 4  
   orthogonale, 66  
 Projektionsoperator, 30, 67  
 Projektive Ebene, 97, 105, 134  
   Thom-Raum, 388  
   Vektorbündel, 233, 338  
 Projektiver Raum, 5, 45  
   anheftende Abbildung, 111, 195, 251  
   quaternionaler, 162  
   Vektorbündel, 344  
 Projektives Bündel, 280  
 Projektorenfamilie, 33  
 Puppe-Sequenz, 108  
  
 Quadratische Form  
   anisotrope komplexe, 77  
 Quotientenbündel, 32  
  
 Randlemma, 148  
 Randoperator, 147, 182, 188, 224, 227, 323, 498, 528, 541, 550  
   Vergleich, 551  
 Rang  
   eines Vektorbündels, 4  
 Rangbündel, 222, 410  
 Rangfunktion, 29  
 Reellifizierung, 274  
 $\rho^k$ -Klasse, 416  
 $\rho^k$ -Operation, 413  
 Riemannsche Metrik, 125, 237, 294  
  
 S-Dualität, 537  
 S-Dualität, 361, 442, 542, 553, 561  
   für eine Mannigfaltigkeit, 364  
   für Thom-Räume, 361  
 S-W-Spektrum, 362  
 Samelson-Produkt, 238, 358, 478, 489, 509, 528, 533  
 Scheibenbündel, 64, 126  
 Schief-Hermitesche Matrix, 295  
 Schleifenaddition, 390  
 Schleifenraum, 139, 246, 390  
 Schnitte, 15, 52, 315, 377  
   Erweiterungssatz, 57  
   Nullstellen, 16  
   nullstellenfreie, 261, 320  
   orthogonale, 66  
 Schritthindernisabbildung, 493, 499, 530  
 Schnittproblem, 176, 490, 500  
 Serre, Satz von, 201, 361  
 Spaltungsprinzip, 261, 411  
   in Kohomologie, 282  
 Spanier-Whitehead Spektrum, 362  
 Spann, 337  
 Sphären, Homotopiegruppen von, 201  
 Sphärenbündel, 346, 436, 526  
   eines Vektorbündels, 64  
 Sphärische Faserung, 398  
   klassifizierende Räume, 399  
   stabile, 400  
 Spiegelungsabbildung, 162, 176, 188, 248,

- 260, 266, 333, 337, 381, 394, 408, 445
- komplexe, 205, 207, 298, 299, 302, 304, 359
- Spiegelungsbündel, 302, 304
- Stabile Isomorphie, 26, 220
- Stabiler Bereich, 177
- Stabilisierungssequenz, 170, 188, 308, 331, 335, 339, 490, 521, 571
  - allgemeine, 371, 520, 530, 541
  - Beispiele, 175
  - Exaktheit, 171, 308
  - für sphärische Faserungen, 400
  - für stabil triviale Bündel, 549
  - für komplexe Bündel, 184, 204
- Stabilitätsbegriffe für Bündel, 223, 270
- Stabilitätssatz, 178
- Steenrod-Operation, 194, 254, 319, 388
- Stereographische Projektion, 45
- Stiefel-Mannigfaltigkeit, 209, 372, 401, 532
  - Dimension, 380
  - orientierter Unterräume, 215
  - Skelett, 381
  - Stabilitätseigenschaften, 379
  - universelles Bündel über der, 376
  - Zusammenhang, 379
- Stiefel-Raum, 312
- Stiefel-Whitney-Klasse, 177, 262, 284, 342, 521
  - Axiome, 264
  - erste, 131, 259
  - totale, 264
- Tangentialbündel, 6
  - assoziiertes Prinzipalbündel, 182
  - der Sphäre, 5, 8, 171, 188, 214, 286, 334
  - des komplex projektiven Raumes, 68, 72, 155
  - einer Lie-Gruppe, 78
  - einer Mannigfaltigkeit, 9, 91, 181
  - projektiver Räume, 38, 46, 206
- Tensoralgebra, 471
- Tensorpotenz, 346
  - $k$ -te, eines Linienbündels, 43
- Tensorprodukt, 35
  - äußeres, 41
  - von Linienbündeln, 42, 259
- Thom-Klasse, 261, 276, 385, 563
  - in  $K$ -Theorie, 413, 415
  - in  $KO$ -Theorie, 420
  - in stabiler Homotopie, 386, 424, 541, 544
- Thom-Pontrjagin Konstruktion, 364, 438
- Thom-Raum, 64, 250, 385, 542, 558
  - des Hopf-Bündels, 64, 89
  - des Tangentialbündels der Sphäre, 483, 514
  - Homotopietyp, 387, 388
  - $S$ -Dualität, 361
  - über einer Einhängung, 397, 464
- Tietze, Satz von, 57
- Topologie
  - kompakt erzeugte, 256
  - schwache, 166, 216, 242
- Torsionsverhalten, 445
- Totalraum, 4
- Transferabbildung, 397, 445, 450
  - Ordnungserhöhung, 573
- Transferbedingung, 443
- Tripel
  - exakte Sequenz, 505
- Trivialisierung, 376, 544
- Trivialisierungen, 328
  - homotope, 100
- Typ, 495
- Übergangsfunktionen, 84, 120, 153, 237
  - Äquivalenz von, 86
  - des kanonischen Linienbündels, 85
  - des Tangentialbündels, 91
  - kohomolog, 86
  - System von, 84
- Überlagerung, 121, 127
- Unitäre Gruppe, 155, 295
  - Erzeugende der Homotopiegruppen, 204, 205
  - Homotopiegruppen, 204
- Universelle Eigenschaft

- induziertes Bündel, 22
- Universelles Beispiel, 224, 377
- Unterbündel, 15
- Unterkomplex, 246
- Unterraum
  - zusammenziehbarer, 102
- Ursprungssphäre, 407, 523, 577
  - der Bild( $J$ )-Klassen, 408, 448
- Vektorbündel
  - algebraische Operationen, 34
  - Definition, 3
  - Einschränkung, 21
  - holomorphes, 55
  - Induzieren, 19
  - Isomorphieklasse, 18
  - Isomorphieklassen stabil trivialer, 200
  - Klassifikation, 157
  - Kollabieren, 99
  - mit Gruppenoperation, 132
  - ohne holomorphe Struktur, 158
  - reelle, über  $S^2$ , 160
  - reelle, über  $S^4$ , 162, 266
  - stabil triviales, 26, 176, 192, 287, 328, 377
  - stabile Isomorphieklasse, 26, 270, 530
  - stabiles, 26, 196, 221
  - triviales, 12
  - über einer Einhängung, 106, 153, 224, 288, 292, 315
  - universelles, 210, 217
  - Verkleben, 93
  - Zurückziehen, Liften, 19
- Vektorbündel-Homomorphismus, 10
  - bijektiver, 13, 29
  - strikt, 30, 66
  - über  $B$ , 10
- Vektorbündel-Isomorphismus, 10
  - kanonischer, 40
- Vektorbündel-Karte, 4
- Vektorfeld-Problem, 81, 193, 377, 492, 539, 564
  - für  $\pi$ -Mannigfaltigkeiten, 545
  - komplexes, 207, 545
- Vektorfelder, 402
  - auf  $\eta^*(\tau S^n)$ , 200, 538
  - auf  $\pi$ -Mannigfaltigkeiten, 82
  - auf projektiven Räumen, 56
  - auf Sphären, 55, 81, 175, 176, 540
- Vektorfeldindex, 374
- Vektorfeldsatz, 543, 565, 567
  - nach Toda, 574
- Vektorfeldsatz von Adams, 56, 81, 437
- Vektorprodukt, 378
- Verbund, 472, 508
  - faserweiser, 508
  - sphärischer Faserungen, 399
  - von Räumen, 458
  - von Sphären, 460
  - von Sphärenbündeln, 383
- Verbundabbildung, 535
- Vergiabbildung, 139, 228, 244
- Vergleichssatz, 179, 247, 291, 537
- Verschiebe-Einhängung, 362
- Verschlingungszahl, 482
- Wegefaserung, 148, 322
- Wegeraum, 141, 294, 322
- Wegzusammenhang, 245
- Whitehead, Satz von, 178
- Whitehead-Hopf-Invariante, 483
- Whitehead-Lemma, 246, 267, 326
- Whitehead-Produkt, 174, 201, 354, 358, 461, 476, 478, 480, 509, 514, 524, 528, 533, 579
  - Aushängungsproblem, 492
  - Kofaser, 482
- Whitehead-Produktabbildung, 478, 509
- Whitney-Summe, 24, 380
- Wohlpunktiert, 144, 244
- Zellulärer Approximationssatz, 177
- Zerlegung der Eins, 56, 135, 235
- Zusammenhängende Summe, 96