

**Zeitschrift:** L'Enseignement Mathématique  
**Herausgeber:** Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique  
**Band:** 27 (1981)  
**Heft:** 1-2: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

**Artikel:** ALTERNATION AND THE ACKERMANN CASE OF THE DECISION PROBLEM  
**Autor:** Fürer, Martin  
**Kapitel:** Acknowledgment  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-51744>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

3. Adding another existential quantifier to the  $\forall\exists$  prefix class means moving from a nondeterministic (space) to a deterministic (time) complexity class.

One possible continuation of this work, is to investigate the complexity of the decision problem for formulas with simple quantifier patterns in decidable theories. For most of the decidable theories, huge lower bounds are known, because a class of formulas with so many quantifier alternations, that they hardly appear in practice, is shown to be difficult to decide.

#### ACKNOWLEDGMENT

The deterministic lower time bound  $c^{n \setminus \log n}$  for the  $\exists^* \forall \exists^*$  case has been obtained independently by Harry R. Lewis (Complexity Results for Classes of Quantificational Formulas. *J. of Computer and System Sciences* 21, No. 3, Dec. 1980, pp. 317-353). His method is quite different and uses alternating pushdown automata.

#### REFERENCES

- [1] ACKERMANN, Wilhelm. Über die Erfüllbarkeit gewisser Zählansdrücke. *Mathematische Annalen* 100 (1928), pp. 638-649.
- [2] ———. *Solvable Cases of the Decision Problem*. North Holland, Amsterdam, 1954.
- [3] AHO, A. V., J. E. HOPCROFT and J. D. ULLMAN. *The Design and Analysis of Computer Algorithms*. Addison-Wesley, 1974.
- [4] ASSER, G. Das Repräsentantenproblem im Prädikatenkalkül der ersten Stufe mit Identität. *Zeitschrift für mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik* 1 (1955), pp. 252-263.
- [5] BENNETT, J. On spectra. Doctoral Dissertation, Princeton University, N.J., 1962.
- [6] BERMAN, L. Precise bounds for Presburger arithmetic and the reals with addition. *Proceedings 18th Symposium on Foundations of Computer Science*, 1977, pp. 95-99.
- [7] BERNAYS, Paul und Moses SCHÖNFINKEL. Zum Entscheidungsproblem der mathematischen Logik. *Mathematische Annalen* 99 (1928), pp. 342-372.
- [8] BÜCHI, J. R. Turing machines and the Entscheidungsproblem. *Mathematische Annalen* 148 (1962), pp. 201-213.
- [9] CHANDRA, A. K., D. C. KOZEN and L. J. STOCKMEYER. Alternation. *Journal of the ACM* 28 (1981), pp. 114-133.
- [10] CHANDRA, A. K. and L. J. STOCKMEYER. Alternation. *Proc. 17th Symposium on Foundations of Computer Science*, 1976, pp. 98-108.
- [11] CHRISTEN, C. Spektren und Klassen elementarer Funktionen. Doctoral Dissertation, ETH Zürich, 1974.
- [12] CHURCH, Alonzo. A note on the Entscheidungsproblem. *Journal of Symbol. Logic* 1 (1936), pp. 40-41; Correction. *ibid.*, pp. 101-102.