

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 142 (1991)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Das Zusammenspiel der Hardware und der Software bei Waldzusammenlegungen  
**Autor:** Smehil, Georg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766462>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.01.2026

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

# **Das Zusammenspiel der Hardware und der Software bei Waldzusammenlegungen**

Beispiele aus dem Kanton Aargau, 1970 bis 1990

Von *Georg Smehil*

FDK 928:(494.22):UDK 681.3

## **1. Problemeinführung**

Die Durchführung der Waldzusammenlegungsprojekte ist in der Schweiz kantonal geregelt.

Im Kanton Aargau erfolgt die Zuteilung nach «ähnlicher Lage und Beschaffenheit», konkret aufgrund der Summe aus Boden- und Bestandeswert.

In der Regel erhält der Forstdienst von der Schätzungskommission den Auftrag, die Bestandeswerte zu ermitteln. Diese Arbeit lässt sich in zwei Problemkreise aufteilen:

- Holzwertermittlung des alten Besitzstandes und
- Holzwertermittlung des neuen Besitzstandes

## **2. Reusstalsanierung**

Als in den siebziger Jahren in sieben Reusstal-Gemeinden eine Güterzusammenlegung durchgeführt wurde, musste eine grosse Menge bodenrechtlicher, vermessungs- und forsttechnischer Daten erfasst und verarbeitet werden. Diese Aufgabe erforderte den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung.

Das in den Jahren 1972 bis 1977 entwickelte Softwarepaket REGULS (Regulierungssystem) wurde in Cobol geschrieben und lief auf der Siemens-Anlage des kantonalen Rechenzentrums Aargau unter dem Betriebssystem BS1000.

Es bestand aus vier selbständigen Subsystemen; mit dem Subsystem WALD erfasste, bereinigte und berechnete man zum Beispiel den Wert der Waldbestände aufgrund der Kluppierung und stellte die rechtsverbindlichen «Güterbogen – Holz»<sup>1</sup> her. Obwohl ursprünglich nur für die Reusstalsanierung gedacht, ist das Subsystem WALD im Kanton Aargau während weiterer fünfzehn Jahre für viele Güter- und Waldzusammenlegungen eingesetzt worden.

<sup>1</sup> Das Formular «Güterbogen – Holz» informiert detailliert den Eigentümer über den Bestandeswert seiner Waldparzelle.

Die programmierten Verarbeitungsabläufe haben sich mehrheitlich bewährt, die Dauer der Waldzusammenlegungen verkürzte sich; die Resultate der Holzwertermittlung haben den Umfang von Beschwerden reduziert.

Als Nachteil erwies sich die Handhabung der Datenkorrekturen und -mutationen, da diese mittels Lochkarten durchgeführt werden mussten und der Benutzer keinen direkten Zugang zum Computer hatte. Die Korrekturen verursachten einen unverhältnismässigen Zeitaufwand, der den Waldzusammenlegungsablauf empfindlich verzögerte.

### **3. Die Evaluation einer neuen Rechnerbasis**

Als die Computeranlage des kantonalen Rechenzentrums abgelöst werden musste, suchte die Abteilung Forstwirtschaft des Kantons Aargau eine Nachfolgelösung. Neben anderen Applikationen musste auch die Software für die Bearbeitung von Waldzusammenlegungsprojekten entsprechend umstrukturiert werden. Die langjährigen Erfahrungen mit REGULS flossen in den Jahren 1986 bis 1989 in die Entwicklung eines neuen Softwarepaketes ein.

Als Hardwarebasis wurde ein IBM/PC-AT286 gewählt, der mit einem Gleitkomma Prozessor 80287 und einer 130 Megabyte Disk ausgestattet war. Wegen der grossen Auflagen von «Güterbogen – Holz» – pro Projekt können es mehrere Tausend Formulare sein – setzte man einen Laserprinter ein.

Als Softwarebasis wurde bereits 1985 nicht das übliche DOS gewählt, sondern das Betriebssystem Xenix. Die Gründe für diese Entscheidung lagen in der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit beider Betriebssysteme. Die Beliebtheit von DOS ist auf die vielen Standardsoftwarepakete zurückzuführen; für grössere Applikationen (Expertensysteme, CAD usw.) erwies sich DOS aus folgenden Gründen als weniger geeignet:

1) Xenix/UNIX ist multitasking-fähig. Es kann mehrere Prozesse parallel nebeneinander verarbeiten. Der Benutzer kann zum Beispiel während des Druckens zwischen zwölf verschiedenen Bildschirmbildern (zum Beispiel konsultieren/korrigieren oder Daten erfassen/prüfen) umschalten. DOS wurde für eine solche Verarbeitungsart ursprünglich nicht konzipiert. Erst seit wenigen Monaten kann die neueste DOS-Version mit Windows im Multitasking-Modus betrieben werden.

2) In Waldzusammenlegungsprojekten werden beträchtliche Datenmengen verwaltet. Deshalb muss der externe Speicherplatz eine wesentlich grössere Kapazität aufweisen als die von DOS zugelassenen 32 Megabyte. Die Datenmengen von 5 bis 15 Megabyte pro Waldzusammenlegung dürfen die Diskkapazität nicht übersteigen, auch wenn mehrere Waldzusammenlegungsprojekte parallel bearbeitet werden. Die Unix-basierten Systeme legen hier kein oberes Limit fest; in heutigen PC kann man intern zwei Festplatten mit je einer Gigabyte-Kapazität unterbringen, weitere externe Disk können angeschlossen werden. Die Bemühungen, im DOS grössere Diskpartitionen zu realisieren, gehen auf Kosten des DOS-Standards.

3) Die Adressierbarkeit war ein weiterer Vorteil von Xenix/UNIX gegenüber DOS, das nur ein oberes Limit von 640 KB Arbeitsspeicher zulässt. Diese Speicherkapazität reicht für technisch-wissenschaftliche Anwendungen mit komplexen Berechnungen und Abläufen von Parallelprozessen nicht aus.

Das obere Limit wird beim Xenix/UNIX nur durch die Hardware-Eigenschaften festgelegt. Im PC-Xenix/UNIX ist es durch den AT-Bus (Industry Standard Architecture) be-

schränkt, was aber immerhin 16 Megabyte ausmacht. Computer mit EIS-Architektur (Extended Industry Standard Architecture), Mikrochannel-Systeme oder Workstations haben auch diese Grenze überwunden.

4) Unter Xenix/UNIX können herkömmliche PC nicht nur als Personal-Computer, sondern auch als Abteilungsrechner für mehrere Benutzer (Multiuser) eingesetzt werden. Sie können bis zu 16 Bildschirme antreiben oder als Netzserver eingesetzt werden. Dies ist durch das «protected mode» der Intel-Prozessoren (ab 80286) möglich: Arbeitspeicherbereiche mehrerer verschiedener Benutzer sind jeweils geschützt.

5) DOS wird «im Volksmund» mit Personal-Computern assoziiert, die mit einem Intel-Prozessor ausgestattet sind. Personal-Computer mit einem Motorola-Prozessor (zum Beispiel Macintosh-Umgebung), SPARC-Rechner (zum Beispiel SUN Workstations) oder Mainframes können DOS-Programme nicht ausführen und umgekehrt. Unix ist jedoch für jeden Prozessor erhältlich, so dass eine Softwareübertragung mit minimalen Mitteln möglich ist. Damit sind die Softwareentwicklungen unter UNIX zukunftsicherer.

6) Zusätzlich kann Xenix/UNIX mit den bestehenden DOS-Systemen koexistieren; sowohl die DOS- als auch die Xenix/UNIX-Applikationen können nach Belieben ausgewählt werden.

#### **4. Rechnereinsatz während einer Waldzusammenlegung**

Die Erfassung der Eigentümer, ihrer Adressen und Parzellen bildet die Grundlage eines Waldzusammenlegungsprojektes. Während der Projektdurchführung müssen diese Daten nicht nur geführt, sondern auch laufend nachgeführt werden können. Alle Mutationen (zum Beispiel Grundeigentumsänderung) kann der Anwender mit minimalem Aufwand nachvollziehen.

Nachdem die Parzellengrenzen im Wald abgesteckt worden sind, können die Aufnahmen des Holzbestandes, gestaffelt nach vier Schätzungsmethoden, durchgeführt werden. Es sind dies die Stückschätzung für Wellen und Stangen, die Flächenschätzung für den Jungwald, die Kluppierung der Bäume zwischen 14 und 50 cm Durchmesser und die Einzelstammschätzung für 20 Holzarten.

Je wertvoller der Baumbestand, desto differenzierter und genauer muss die Schätzungsmethode sein.

Die Aufnahmen des Holzbestandes werden urkundlich in einem Aufnahmeprotokoll festgehalten und in den Computer eingegeben. Während dieser Eingabe prüfen mehrere Kontrollprogramme die gemessenen und geschätzten Werte, so dass die Resultate im Rahmen der Schätzungsredundanz frei von Fehlschätzungen sind. Erst nach der vollständigen Erfassung und den erfolgten Kontrollen erfolgt der Output von «Güterbogen — Holz».

Analog zur Eigentumszuordnung sind auch Mutationen oder Korrekturen am Waldbestand während der Projektdurchführung mit der neu entwickelten Software leicht durchführbar: entsprechende Aufnahmeprotokolle können vervollständigt, korrigiert oder neue Aufnahmeprotokolle eingegeben, anschliessend die betroffenen «Güterbogen — Holz» ausgedruckt und verschickt werden. Der Aufwand für das Nachführen der Akten in einem Mutationsfall fällt vollständig weg.

Die Erfassung der Aufnahmeprotokolle kann auch durch ein externes Erfassungsbüro erfolgen. In diesem Fall bereinigt der Forstfachmann nur die Mess- und Schätzungsfehler. Da er interaktiv im Dialog arbeitet, kann die Bereinigung im Gegensatz zum Lochkartensystem sofort stattfinden. Die Ausgabe der «Güterbogen – Holz» erfolgt erst, nachdem alle Fehler und Widersprüche beseitigt worden sind.

## **5. Zusammenlegungsverfahren für die Ermittlung des neuen Besitzstandes**

a) Der Neuzuteilungsentwurf kann aufgrund einer Grobschätzung zum Beispiel durch photogrammetrische Aufnahmen oder durch die Bodenbonitierung erfolgen. In diesem Fall werden die alten und die neuen Grenzen im Wald gleichzeitig abgesteckt und der alte und neue Besitzstand mit einer einzigen Kluppierung aufgenommen und parallel ausgewertet.

b) Falls man präzisere Grundlagen für den Neuzuteilungsentwurf anstrebt, steckt man vorerst die alten Grenzen ab und erfasst den ganzen Waldperimeter flächendeckend. Die Resultate des alten Besitzstandes verwendet man zum Neuzuteilungsentwurf. Auf diese Weise werden die neuen Grenzen recht genau festgelegt.

Zur Ermittlung des neuen Besitzstandes müssen sämtliche, durch die neuen Grenzen entstandenen Abschnitte der alten Aufnahmeeinheiten bis auf den grössten, der rechnerisch ermittelt wird, aufgenommen werden. Er kann sich dann zusammensetzen aus

- vollständig übernommenen Parzellen
- nachkluppierten Abschnitten des neuen Besitzstandes und/oder
- rechnerisch ermittelten Abschnitten des neuen Besitzstandes.

Aufgrund der Wertdifferenzen im neuen Besitzstand müssen in einigen Fällen die neuen Grenzen verschoben werden. Wenn der neue und der alte Besitzstand gleichzeitig aufgenommen werden, sind die Grenzverschiebungen in der Regel grösser, bei einer Nachkluppierung meistens geringer. Auf jeden Fall werden diejenigen Waldstreifen, die durch die Grenzverschiebung entstanden sind, nochmals erfasst, eingegeben und die definitiven «Güterbogen – Holz» erstellt, die dann die Basis des rechtlich-verbindlichen Neuantritts bilden.

Der Holzwert wird in Franken (oder in der jeweiligen Währung) berechnet. Am Anfang der Waldzusammenlegung legt der Forstfachmann das Preisniveau für die Projektdauer fest, das durch die Grundpreisprozente sowie durch die Rüst- und die Schichtholzpreise gebildet wird.

## **6. Verlagerung des Aufwandes in Waldzusammenlegungsprojekten**

Die neue Software reduziert die Dauer einer Waldzusammenlegung erheblich. Dieser Zeitgewinn konnte aber nur durch intensive Absprachen zwischen dem Auftraggeber und dem Software-Ingenieur sowie einen höheren Programmieraufwand erzielt werden.

Zum erfolgreichen Software-Einsatz ist das Fachwissen eines Forstingenieurs bei der Projektdurchführung und den Fehlerkorrekturen notwendig: ob bei der Fehlerbeseitigung die Nutzholzlänge zu gross oder ob der mittlere Durchmesser zu klein geschätzt wurde, kann kein System, sondern nur der Forstexperte selber entscheiden.

## **7. Die neunziger Jahre: Waldzusammenlegung Densbüren**

Densbüren war die erste Gemeinde, die mit dem neuen Softwarepaket bearbeitet wurde. Der Waldperimeter umfasst rund 300 Hektaren.

Im alten Besitzstand wurden über 1000 Aufnahmeeinheiten (Parzellen oder Parzellenabschnitte, zum Beispiel getrennt durch Wege) kluppiert. Im Herbst 1987 führte man die Erstkluppierung durch, im Februar/März 1988 wurden die Aufnahmeprotokolle EDV-mässig erfasst; im April die «Güterbogen — Holz» als die Grundlage für die Auflage des alten Besitzstandes verschickt. Der neue Besitzstand wurde im Herbst 1989 kluppiert und im Februar 1990 aufgelegt; die wenigen Einsprachen konnten in erster Instanz erledigt werden.

Inzwischen sind im Kanton Aargau weitere zwölf Waldzusammenlegungen in Bearbeitung.

Die Resultate zeigen, dass den Forstexperten oder ausführenden Ingenieurbüros ein Werkzeug zur Verfügung steht, mit dem die Waldzusammenlegungen und Waldbestandsbewertungen sicher abgewickelt werden können.

Durch die neue Unabhängigkeit von Grossrechenzentren können die Waldzusammenlegungsprojekte ohne Zeit- und damit auch ohne Geldverluste autonom durchgeführt werden.

*Verfasser:* Dipl. Ing. Georg Smehil, Didaktika AG, Frohburgstrasse 320, 8057 Zürich.