AUFBAU UND FUNKTION DER AUTOMATISCHEN ANALYSENSTRAßE FÜR BODENUNTERSUCHUNGEN IN DER LUFA AUGUSTENBERG

W. Übelhör, Karlsruhe
LUFA Augustenberg

Seit dem 1.1.1988 ist in Baden-Württemberg die "Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten und die Gewährung von Ausgleichsleistungen (SchALVO)" in Kraft. Auf der Grundlage dieser Verordnung werden während des Kontrollzeitraums November/Dezember Bodenproben in Wasserschutzgebieten gezogen und auf Nitratstickstoff untersucht, um die Einhaltung der aufgestellten Bewirtschaftungsregeln zu kontrollieren. Im Jahre 1989 soll dies an mehr als 200.000 Bodenproben von über 80.000 Standorten geschehen, die erstmals in dieser Kampagne mit der weitgehend automatisierten Analysenstraße untersucht werden, die zur Zeit (Juli 89) in der LUFA Augustenberg eingerichtet wird.

1 Voraussetzungen für die Untersuchung einer großen Probenzahl mit der automatischen Analysenstraße

Die Organisation der Probenahme (Festsetzung der Anzahl Standorte pro Wasserschutzgebiet, Auswahl der Standorte, Erhebung von Zusatzinformation, Probenahme) ist bei ÜBELHÖR und TIMMERMANN (1989) ausführlich beschrieben.

Die Proben werden bei der Probenahme in die für drei Bodenschichten unterschiedlich gefärbten Kunststoffbecher gefüllt und in Styroporboxen gestellt. Diese Styroporboxen dienen gleichzeitig zum Transport und zur Kühlhaltung der Proben. In den Boxen können die Proben von jeweils 4 Standorten mit je 3 Bodenschichten untergebracht werden. Auf die äußere Breitseite der Styroporbox wird ein vorgedrucktes Etikett mit Informationen über den betreffenden Standort aufgeklebt, das mit Beginn der Untersuchungskampagne 1989 den Probencode zusätzlich als Strichcode enthält.

Die Analysenstraße ist speziell für die Annahme von Proben mit solchen Etiketten an den Styroporboxen vorbereitet.

2 Prozeßstationen der Analysenstraße (siehe GRIMM u. VÖLKEL, 1989)

Die Analysenstraße setzt sich aus 7 Prozeßstationen zusammen:

- Probenbereitstellung (PBW)
- Trocknen (T)
- Portionieren (WMSPA)
- Dosieren (D)
- Bewegen/Absetzen (BA)
- Filtrieren (F)
- Analysieren (A)

2.1 Probenbereitstellung

Von einer Industriepalette werden die mit Bodenproben gefüllten Styroporboxen per Hand entnommen und auf ein Förderband gestellt. Ein Roboter leert jeden gefüllten Becher in einen Trockenkasten um. Nach dem Reinigen der entleerten Becher werden diese wieder in die Styroporboxen einsortiert und das Leergut zum Abtransport auf eine weitere Industriepalette gestapelt. Die mit dem Bodenmaterial gefüllten Trockenkästen werden jeweils gewogen und in einen Trockenkastenständer a 720 Stück palettiert.

2.2 Trocknen

Die feuchten Bodenproben werden im Trockenkastenständer in einem von 5 Trockenöfen bei 105 Grad Celsius im Abluftstrom schnellgetrocknet.

2.3 Portionieren

In dieser Station werden die depalettierten Trockenkästen mit dem trockenen Bodenmaterial auf einem Transportband zu einer Waage befördert, über die das Trockengewicht der Probe bestimmt wird.

Danach wird die Probe gemahlen und auf 2 mm gesiebt. Während der Grobanteil entsorgt wird, teilt sich der Siebdurchgang gleichmäßig im Verhältnis 1:2 in die zu analysierende Teilmenge und das Rückstellmuster auf. Beide Teile werden gewogen. Das Rückstellmuster gelangt in ein Rückstelltray und die zu analysierende Bodenprobe wird in eine Schüttelflasche eingefüllt.

Die Flaschen werden auf einen Flaschenwagen mit einem Aufnahmevolumen von 720 Flaschen palettiert.

2.4 Dosieren

Der Flaschenwagen wird depalettiert und die Flaschen auf Transportbändern einer Dosieranlage zugeführt. Dort wird die Extraktionslösung in bestimmten Verhältnissen zur Bodenmenge zudosiert.

2.5 Bewegen, Absetzen

Von der Dosiereinrichtung werden die Flaschen auf einem Transportband zu einer Bewegungs-(Schüttel-)vorrichtung geführt. Nach dem Schütteln können sich in einer Ruhezone mit paternosterähnlicher Führung die festen Bestandteile der Suspension aus Boden und Extraktionsmittel am Flaschenboden absetzen.

2.6 Filtrieren

Nach dem Absetzen wird die überstehende Lösung abgesaugt und zugleich filtriert. Das Filtrat wird sodann in Filtratblöcke mit einem Aufnahmevolumen von 120 Filtraten überführt.

2.7 Analysieren

Die Filtratblöcke werden in den Probengeber des Analysenautomaten gebracht und die Nitratkonzentration bestimmt. Eventuell erforderliche Verdünnungen erfolgen automatisch durch das Gerät.

3 EDV-Ausstattung der Analysenstraße

3.1 Verfolgung der Proben

Der Gang einer Bodenprobe durch die gesamte Analysenstraße wird mit einem Rechner (MicroVAXII) der Firma Digital Equipment verfolgt. Die Verfolgung ist möglich, weil mit meist fest installierten automatischen Scannern der auf den Styroporboxen aufgeklebte Probencode und die jeweilige Nummer der verschiedenen Probenbehälter (Trockenkasten, Flasche, Rückstelltray, Filtratblock) als Strichcode gelesen und abgespeichert werden. Die Bezeichnungen der Trockenkastenständer und Flaschenwagen werden über Tastatur und Terminal beim Andocken an die Palettierungs- und Depalettierungseinrichtungen dem System bekanntgegeben.

3.2 Nichtidentifikation von Behältern durch die automatischen Leser

Vor der Befüllung nicht identifizierte Behälter werden automatisch ausgeschleust.

Einzelne nicht identifizierte und mit Material gefüllte Behälter werden durch einen Algorithmus automatisch korrigiert. Die automatische Korrektur ist möglich, da sich die Reihenfolge der Behälter durch den Transport an den Stationen nur um eine genau definierbare Anzahl von Behältern verschieben kann.

Kommt innerhalb einer vorgebbaren Anzahl von Behältern eine zweite Nichtidentifikation vor, so zeigt der Verfolgungsrechner der Maschinensteuerung den Zustand "Nicht bereit" an. Die Station stoppt daraufhin bei der ihr nächstmöglichen Möglichkeit und gibt dem Bediener Gelegenheit, per Hand die nicht gelesenen Behälternummern in das System einzugeben.

3.3 Datenaustausch zwischen Station und Verfolgungsrechner

Die im System installierten 10 Waagen (siehe Abb. 1) übermitteln das von ihnen festgestellte Gewicht entweder automatisch oder auf Befehl der Maschinensteuerung bzw. des Rechners an den Verfolgungsrechner.

Vom Leseergebnis der 13 Scanner werden die Maschinensteuerung und der Verfolgungsrechner gleichzeitig informiert, so daß beide Kontrollmechanismen ohne Zeitverlust ensprechend reagieren können.

Außerdem ist durch Datenaustausch zwischen Rechner und Maschinensteuerung gewährleistet, daß

- zum einen die jeweilige Station nur arbeitet, wenn auch der Rechner zur Datenaufnahme bereit ist und

- eine korrekte Abnahme der Werte durch den Rechner stattfindet.

Sämtliche Anschlüsse an den Rechner (Scanner, Waagen, Maschinensteuerung) sind über V24-Verbindungen mit Terminalservern und lokalem Netzwerk (Ethernet) realisiert.

Einen Sonderfall im Anschluß an den Verfolgungsrechner stellt die Station "Analysieren" dar. Die Analyse erfolgt mit einem N-Analysator, der einschließlich Probenehmer von einer weiteren MicroVAXII überwacht und gesteuert wird. Diese MicroVAXII ist direkt am Prozeß-LAN angeschlossen. Der Datentransfer erfolgt nicht für jede Probe einzeln sondern wird nach der Bearbeitung von ganzen Filtratblöcken in Form von ASCII-Dateien durchgeführt. Nach dem Prüfen der Meßwerte durch den Meßwertrechner erhält der Verfolgungsrechner in der Regel Daten von 120 Proben in einer Datei zugesandt.

3.4 Probenlokalisation und Kontrolle

Am Terminal kann jederzeit eine im Prozeß befindliche Bodenprobe durch Eingabe ihres Probencodes und Ausgabe des aktuellen Standortes im Trokkenkastenständer, Flaschenwagen oder Filtratblock identifiziert und gefunden werden.

Da Grenzwerte für Durchlaufzeiten und Gewichte vom Benutzer für sämtliche relevanten Abläufe vorgegeben werden, kann leicht das ordnungsgemäße Funktionieren der Analysenstraße kontrolliert werden.

3.5 Archivierung der Rückstellproben

Da aus rechtlichen Gründen jedes Meßergebnis ggf. durch eine Nachuntersuchung bestätigt werden muß, ist es notwendig, von jeder Probe ein Rückstellmuster einzubehalten und zu lagern. Hierzu dient ein aus Rollregalen bestehendes Lager im Keller, das ca. 420.000 Proben aufnehmen kann.

Da das Lager sukzessive mit den Rückstelltrays (Befüllung bei der Station Portionieren) belegt wird, muß beim Verfolgungsrechner dieses Lager nicht verwaltet werden. Der Rechner muß nur wissen, welcher Stellplatz im Rollregal mit welchen Rückstelltrays zu befüllen ist und welche Proben sich wo im Rückstelltray befinden. Diese Information wird gespeichert und mit der gesamten übrigen Information (z.B. Gewichte, Behälternummern, Uhrzeit von Identifikationen usw.) über die betreffende Probe an den übergeordneten Rechner (siehe Punkt 3.6) weitergegeben.

Die gesamte Verwaltung des Probenarchivs findet auf diesem Rechner statt, d.h. der Bediener kann sich den Standplatz bestimmter Proben ausgeben lassen, einzelne Proben als entnommen markieren, ganze Rückstelltrays an andere Stellplätze umsortieren und Bereiche des Lagers räumen.

3.6 Weitergabe der Meßergebnisse an übergeordneten Rechner

Wenn die Analyse einer Probe beendet ist, stellt der Verfolgungsrechner Datensätze zusammen, die sämtliche für diese Probe erhobenen Werte enthalten und schickt je 120 Datensätze über das lokale Netzwerk der LUFA, an das er ebenfalls angeschlossen ist, an einen übergeordneten

Rechner (VAX 6310), der die erforderlichen Daten in eine ADABAS-Datenbank einbaut (siehe Abb. 1). Von diesem Rechner wird der Nitratstickstoff in kg/Hektar errechnet, wenn über Dialogprogramme Volumengewicht und Steinanteil eingegeben worden sind.

3.7 Datensicherheit des Verfolgungsrechners

Es ist beim Betrieb der Analysenstraße äußerst wichtig, daß der Verfolgungsrechner ständig Daten entgegennehmen, diese schnell in sein System einordnen kann und keinerlei Datenverlust auftritt. Diese Forderungen werden durch folgende Vorrichtungen erfüllt:

- Alle Daten werden im Hauptspeicher vorgehalten. Dadurch ist ein schnelles Aktualisieren und Suchen möglich.

- Zur Sicherung werden alle Daten auf die eingebaute Festplatte abgespeichert, so daß nach einem Systemcrash ohne Datenverlust an der gleichen Stelle aufgesetzt werden kann.

- Zusätzlich werden die Prozeßdaten ständig auf ein Streamerband mitprotokolliert. Auf diese Weise wird einem möglichen Plattendefekt vorgebeugt.

- Rechner, Waagen und Scanner werden über eine "unterbrechungsfreie Stromversorgung" betrieben.

- Sollte wider Erwarten der Verfolgungsrechner über Tage nicht betriebsbereit sein, so kann über eine Bridge das Prozeß-LAN an das LUFA-LAN angeschlossen werden. Danach kann der übergeordnete VAX-Rechner die Funktion des Verfolgungsrechners übernehmen und die Analysenstraße kann den Betrieb wieder aufnehmen.

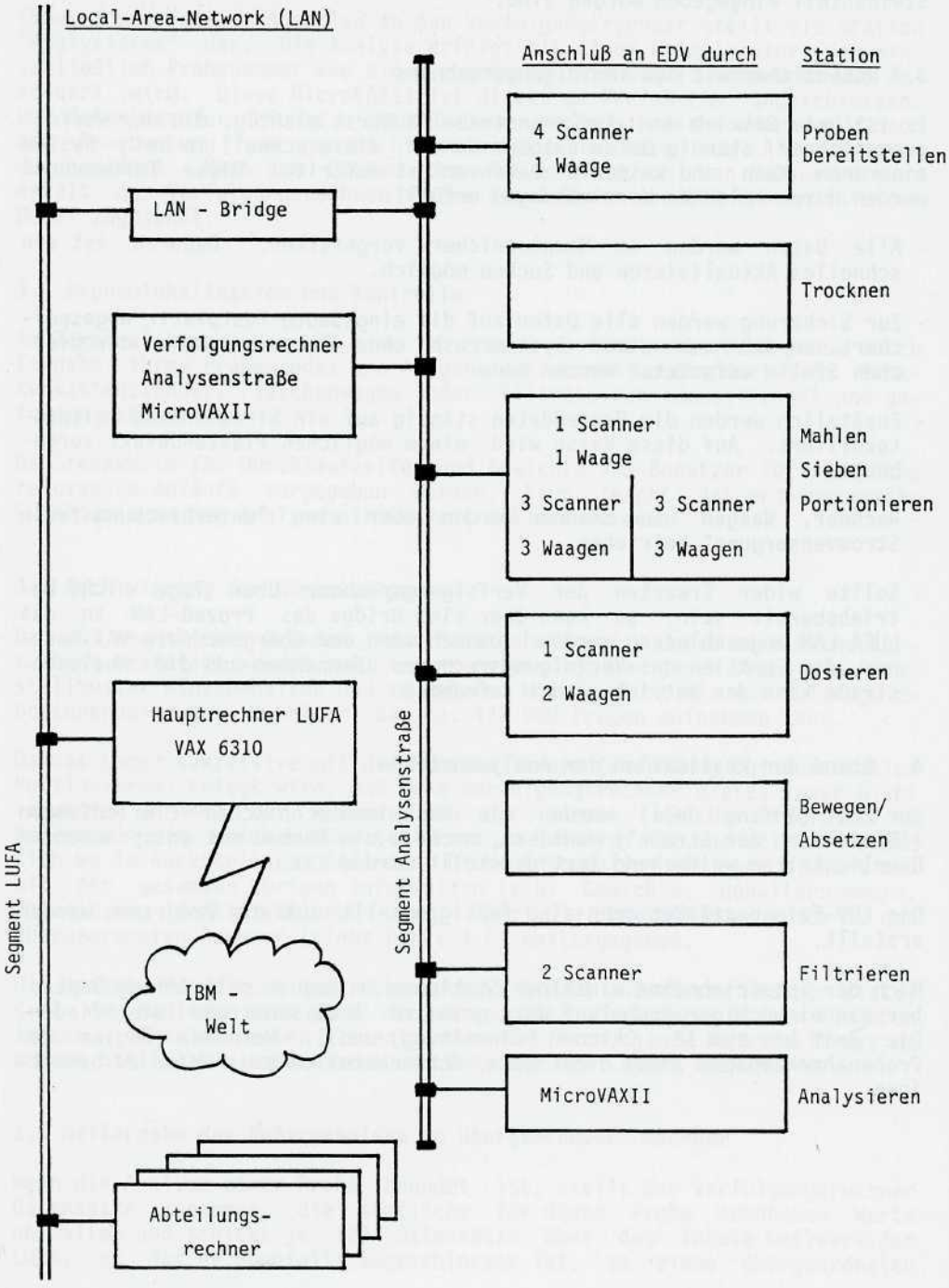
4 Stand der Realisation der Analysenstraße

Zur Zeit (Anfang Juli) werden die maschinentechnischen Einrichtungen ("Stationen der Straße") montiert, nachdem ein Neubau mit entsprechenden Räumlichkeiten weitgehend fertiggestellt worden ist.

Die EDV-Feinspezifikationen sind fertiggestellt und die Programme werden erstellt.

Nach der Inbetriebnahme einzelner Stationen im August soll Anfang September ein einwöchiger Probelauf der gesamten Analysenstraße stattfinden. Die Zeit bis zum 12. Oktober (Einweihung) und 1. November (Beginn der Probenahmekampagne 1989) dient dazu, Schwachstellen und Fehler zu beseitigen.

Abbildung 1: Anbindung der automatisierten Analysenstraße an die EDV-Anlage der LUFA Augustenberg



5 Literatur

GRIMM, S. und R. VÖLKEL
Konzept, Gerätetechnik und Ablaufplan für die automatisierte Analysenstraße zur Bodenuntersuchung bei der LUFA Augustenberg Referat 101. VDLUFA-Kongreß in Bayreuth, 18.-23.9.1989

Schutzgebiets- und Ausgleichsleistungsverordnung
Gesetzesblatt Baden-Württemberg, Seite 742 - 751, veröffentlicht am 27. Nov. 1987

ÜBELHÖR, W. und F. TIMMERMANN
Aufgaben, Organisation und Datenfluß bei den im Rahmen der Wasserschutzgebietsverordnung Baden-Württemberg durchzuführenden Kontroll-Bodenuntersuchungen
Referat 100. VDLUFA-Kongreß, Bonn 1988
in: VDLUFA-Schriftenreihe 28, Kongreßband 1988, Teil II,