

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM  
KARLSRUHE**

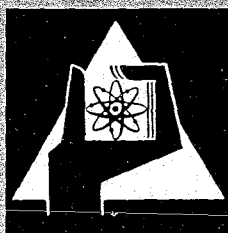
August 1966

KFK 481

Studiengruppe für Tieflagerung radioaktiver Abfälle

Jahresbericht 1965

H. Krause, H. Ramdohr, M. Schüchardt



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

August 1966

KFK 481

Jahresbericht 1965

der

Studiengruppe für Tieflagerung radioaktiver Abfälle

H. Krause

H. Ramdohr

M. Schuchardt

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H., KARLSRUHE



1. Einführung

Die im Jahresbericht 1964 (KfK-Report Nr. 357 (1) ) beschriebenen Arbeiten zur endgültigen Lagerung radioaktiver Rückstände wurden im Jahre 1965 fortgeführt. Auf Anregung des Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung wurde im Mai 1965 eine Arbeitsteilung zwischen der Gesellschaft für Strahlenforschung München und der Gesellschaft für Kernforschung Karlsruhe vorgenommen. Die Arbeiten auf dem Gebiet der endgültigen Unterbringung radioaktiver Rückstände wurden aufgeteilt in:

- a) bergwissenschaftliche Untersuchungen
- b) bergtechnischer Betrieb
- c) atomtechnische Studien, Entwicklungen und Erprobungen

Die bergwissenschaftlichen Untersuchungen wurden vom Institut für Tieflagerung der Gesellschaft für Strahlenforschung (GSF) übernommen, das auch für die Zusammenarbeit mit anderen Institutionen, wie z.B. der Bundesanstalt für Bodenforschung, verantwortlich ist. Alle Fragen der Herrichtung und des Betriebes der Anlagen zur Unterbringung radioaktiver Rückstände, insbesondere der des Salzbergwerkes Asse und der noch zu erstellenden Kavernen wurde der Betriebsabteilung Bergbau der Gesellschaft für Strahlenforschung übertragen. Im Rahmen dieser Aufgabenteilung verblieb der Gesellschaft für Kernforschung das unter c) genannte Gebiet. Zur Koordination

der Arbeiten zwischen den beiden Gesellschaften wurde ein Koordinierungsausschuß gebildet, der die Aufgabe hat, alle Arbeiten auf dem Gebiet der Tieflagerung radioaktiver Rückstände gemeinsam zu planen und ihre Durchführung zu überwachen. Der genannte Ausschuß hat 1965 insgesamt 3 Sitzungen abgehalten. Nachfolgend wird über die Arbeiten berichtet, die die Gesellschaft für Kernforschung im Rahmen der genannten Aufgabenteilung im Laufe des Jahres 1965 durchgeführt hat.

## 2. Einzelbeschreibung der durchgeführten Arbeiten

### 2.1 EURATOM-Vertrag Salzkaverne

Der EURATOM-Vertrag Salzkaverne sieht als Vertragspartner die Gesellschaft für Strahlenforschung vor. Im Rahmen dieses Vertrages hat die Gesellschaft für Kernforschung nach der im 1. Abschnitt aufgeführten Aufgabenteilung die technischen Fragen der Einbringung und Lagerung radioaktiver Abfälle in die Salzkaverne übernommen, nachdem sie im vergangenen Jahr die Vorarbeiten für den Gesamtvertrag durchgeführt hatte.

Der Vertrag gliedert sich in 3 Hauptteile:

1. Kartenwerk und Voruntersuchungen
2. Errichtung der Versuchskaverne
3. Probetrieb

### 2.1.1 Kartenwerk

Im Rahmen des EURATOM-Vertrages waren für die Bundesrepublik Unterlagen über die nachfolgend aufgeführten Parameter zu beschaffen, die für die Wahl eines Endlagerstandortes von Bedeutung sind.

- a) Topographie
- b) Bodenkunde
- c) Lithologie
- d) Hydrologie
- e) Meteorologie (Regen, Wind, Temperatur)
- f) Seismologie
- g) Salzlagerstätten
- h) Straßen- und Wasserstraßennetz
- i) Gewässernetz
- j) Bevölkerung
- k) industrielle Nutzung
- l) Landwirtschaftl. Bodennutzung
- m) Naturschutzgebiete
- n) Radioaktive Abfälle, Mengen und Anfallstellen

Diese, sowie einige andere Unterlagen und Karten konnten unter Mithilfe der Bundesanstalt für Bodenforschung, der Bundesanstalt für Raumforschung, des Deutschen Wetterdienstes, sowie von Herrn Prof. Hottes vom Geographischen

Institut der Universität Bochum im Berichtsjahr fast vollständig beschafft werden.

Mit Material aus allen Ländern der Gemeinschaft wird die französische Firma Cotrel im Rahmen eines Vertrages mit EURATOM ein Kartenwerk herstellen, in dem potentielle Endlagerstandorte aufgezeigt werden sollen.

### 2.1.2 Standortwahl

Die Standortwahl für die Salzkaverne wird auf Grund der neuen Aufgabenverteilung von der Gesellschaft für Strahlenforschung fortgeführt. Die bis dahin von der Studien- gruppe geleisteten Arbeiten sind in einem Forschungsbericht des Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung veröffentlicht (3) .

### 2.1.3 Transportkosten

Die Transportkosten für die ausgewählten potentiellen Standorte wurden näher untersucht. Ein an EURATOM gegebener Bericht (4) zeigt, daß die Transportkosten, wie bereits im vorjährigen Bericht angedeutet, mit zunehmender Entfernung nicht linear sondern geringer ansteigen. Die Untersuchungen sind für den Straßentransport mit Ladungen von 10,15 und 20 t bei verschiedenen Gesamtentfernungen errechnet und graphisch dargestellt worden. Die Abb. 1 und 2 zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung. Für die



Standortwahl bedeuten diese Ergebnisse, daß eine größere Entfernung der Kaverne von den Anfallorten keine wesentliche Erhöhung der Gesamtkosten zur Folge hat. Größere Bohrtiefen, die Ableitung der Sole über weite Entfernungen oder die Anlage neuer Zufahrtswege sind wesentlich entscheidendere Kostenfaktoren.

Man erkennt aus Abb. 1, daß für die Entfernung von 600 km, die etwa dem Abstand des Kernforschungszentrums Karlsruhe als einer der Hauptanfallstellen und dem Salzstock Bunde (Ostfriesland) entspricht, die Transportkosten je t bei voller Ausnutzung eines Lastkraftwagens von 20 t Nutzlast rd. DM 68,-- betragen. Es zeigt sich weiterhin, daß bei geringeren Transportmengen wesentlich höhere Kosten für die genannte Entfernung entstehen, z.B. bei 10 t pro Fahrzeug DM 83,--/t.

#### 2.1.4 Abfallmengen

Es wurde eine Untersuchung über die zu erwartenden Mengen an radioaktiven Rückständen in der Bundesrepublik Deutschland angestellt. Sie hat ergeben, daß sich der jährliche Anfall von einigen 100 m<sup>3</sup> im Jahre 1965 auf ca. 3000 m<sup>3</sup> im Jahre 1970 erhöhen wird. Über 90% dieser Mengen sind schwach- und mittelaktive Abfälle, die sich für die Einlagerung in eine Kaverne eignen. Die Ergebnisse der Abfallschätzung wurden u.a. bei der genannten Transportstudie verwendet. Die Höhe des Anfalls ist daneben von besonderem Interesse für die Planung der Hohlraumgröße der zukünftigen Kaverne.

### 2.1.5 Einführeinrichtung

Für die Planung und Entwicklung der Anlage zum Einbringen radioaktiver Abfälle in die Salzkaverne wurden im Jahre 1965 umfangreiche Vorarbeiten geleistet. So wurden Kontakte mit 6 Industriefirmen aufgenommen, von denen 3 sich bereit erklärt haben, Kostenangebote abzugeben. Die Vorverhandlungen konnten am Jahresende abgeschlossen werden, so daß zum Jahresbeginn 1966 mit der Vorlage der verbindlichen Angebote zu rechnen ist.

Die Anlage soll im wesentlichen bestehen aus

Fördermaschine,  
Förderturm,  
Beschickungsanlage sowie  
Luftabsaug- und Luftfilteranlage.

Bei den Untersuchungen wurden 3 verschiedene Möglichkeiten geprüft, die Abfallbehälter in das Fördergefäß einzubringen und zwar durch

einen Gabelstapler,  
eine Aufschiebevorrichtung oder  
einen Kran mit Fahrwerk.

Hiervon scheint die Version 3 den geringsten Zeitbedarf bei größter Betriebssicherheit zu haben. Eine abschließende technische Wertung wird Anfang 1966 durchgeführt.

Die Anlage selbst wird zunächst für eine Bohrlochteufe von 500 m und einen Bohrlochdurchmesser von 24 1/2" ausgelegt, entsprechend einem Kontrolldorndurchmesser der

Futterrohre von 593 mm. Eine Anpassung der Kavernenanlage an die z.Zt. verwendeten 200 l Abfallbehälter war bisher nicht zu erreichen, da das Niederbringen einer so groß dimensionierten Bohrung mit gewöhnlichen Bohranlagen und Ausrüstungen nicht ohne weiteres durchführbar ist. Obzwar größere Abfallbehälter große Ersparnisse bei den Faßkosten bringen, zeigte ein überschlägiger Vergleich von Bohrkosten und Faßkosten, daß ein Bohrlochdurchmesser von 24 1/2" von der wirtschaftlichen Seite ein Optimum darstellt. Er würde die Verwendung von 160 l-Fässern erlauben. Genaue Untersuchungen aller Faktoren sollen auch hier noch Aufschluß geben, ob die Errichtung eines Bohrloches mit noch größerem Durchmesser technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist.

#### 2.1.4 Sonstige Arbeiten zum Kavernenprojekt

Weiterhin wurde eine Vorplanung der für die Kaverne zu erstellenden übertägigen Bauanlagen angefertigt. Eine Schätzung ergab, daß sich die Gebäudekosten auf etwa 450 000 DM belaufen werden. Hinzu kommen Anlagekosten für Einfriedung, Straßenanschluß, Entwässerungsanlage etc., die erst nach erfolgter Standortwahl genauer berechnet werden können.

## 2.2 Salzbergwerk

### 2.2.1 Versuche im Salzbergwerk Asse

Die Versuche im Salzbergwerk Asse II sind weitgehend von der GSF übernommen worden. Die GfK befaßt sich vornehmlich mit der Messung des Wärmeüberganges im Nahbereich zwischen der Oberfläche der Abfallbehälter und dem Salzgestein. Diese hieraus zu ermittelnden Daten sind wichtig im Hinblick auf die Einlagerung hochaktiver Rückstände, die eine beachtliche Wärmeentwicklung aufweisen. Sie werden bestimmend sein für die Abstände der einzulagernden Abfallbehälter voneinander.

Bei den Temperaturversuchen besteht eine Zusammenarbeit mit dem Referat Geothermik der Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover, das bereits technisch gut erprobte Versuchsanordnungen zur Messung der interessierenden thermischen Größen entwickelt hat.

Zur Untersuchung der wärmetechnischen Fragen wurde ein Temperaturversuchsfeld geplant und entwickelt, das auf der 490 m Sohle der Schachtanlage Asse eingebaut werden soll. Es waren Heizelemente regulierbarer Wärmeleistung zu konstruieren, die zunächst in Vorversuchen unter Betriebsbedingungen im Steinsalz getestet werden sollen. Die Temperaturen in den Heizelementen sowie im umgebenden Steinsalz werden durch 24 Thermoelemente gemessen und in einem elektronischen Kompensator registriert. Die Abb. 3 zeigt einen Schnitt durch ein Heizelement. In Abb. 4 ist die Anlage des Temperaturfeldes schematisch dargestellt. Nach Abschluß

der Vorversuche, die Aufschluß über die Eignung der Heizelemente und der Werkstoffe geben sollen, wird ein Versuch in einem eigens hierfür hergestellten Grubenraum durchgeführt werden. Der Grundriß des Versuchsraumes auf der 490 m Sohle ist in Abb. 5 dargestellt. Die bergmännische Anlage des Versuchsfeldes durch die GSF ist in Arbeit.

### 2.2.2 Planung von Manipulator- und Transportfahrzeugen

Die Einlagerung hochaktiver Rückstände in ein Salzbergwerk erfordert spezielle Einrichtungen zum Transport und zur Handhabung des einzulagernden Gutes. Nachdem die an anderen Stellen entwickelten Einrichtungen für diese Zwecke nicht anwendbar waren, wurden neue Entwürfe für derartige Fahrzeuge angefertigt, die den speziellen Gegebenheiten im Bergwerk Asse gerecht werden.

Durch die Abmessungen der Schachtförderanlage, sowie durch die Streckenquerschnitte der Grube sind Manipulator- oder Transportfahrzeuge für den Einsatz untertage in ihren Abmessungen teilweise festgelegt. So sind u.a. mit der Schachtförderanlage Maximallasten von nur 10 t zu befördern. Auch die Abmessungen der Transportbehälter sind von der Größe des Förderkorbes abhängig. Die untertägigen Strecken haben durchschnittlich ein Profil von 2 m Höhe und 3 - 4 m Breite.

Im Jahresbericht 1964 war ein Verfahren zur unabgeschirmten Einschleusung der hochaktiven Abfälle in die Lagerpositionen im Salzbergwerk beschrieben worden. Es sah vor, die Abfälle in großen Bleibehältern zum Bergwerk zu transportieren, in einer heißen Zelle in einen kleineren Bleibehälter

umzufüllen, und in diesem nach untertage zu befördern. Zum Schluß sollten sie von einem abgeschirmten Manipulatorfahrzeug aus der Abschirmung herausgenommen und in die Lagerpositionen abgesenkt werden. Die entsprechenden Pläne wurden weiter verfolgt und insbesondere die Möglichkeit zur Verwendung handelsüblicher Fahrgestelle und Manipulatoren geprüft.

Alternativ hierzu wurde ein Vorschlag untersucht, die Abfälle bereits an den Anfallstellen in kleine Bleibehälter zu verpacken und etwa 2 - 3 dieser Behälter gleichzeitig auf einem Tieflader zum Bergwerk zu transportieren. Die Bleibehälter sollen dann einzeln in das Bergwerk eingebracht und an die Lagerorte befördert werden. Es wurde diskutiert, die Behälter so auszubilden, daß sie genau über den Lagerpositionen abgesetzt und die Abfälle unter Wahrung der vollen Strahlenabschirmung in die Lagerlöcher abgesenkt werden können. Darüber hinaus sollten sie noch die Möglichkeit bieten, die Abfälle wieder in die Bleiflasche zurückzuziehen.

Beide Projekte wurden bis zur Erstellung von Vorentwürfen geführt, die im kommenden Jahr weiterentwickelt werden sollen.

### 2.3 Versuchsversenkung radioaktiver Abfälle in das Meer

Die europäische Kernenergieagentur (ENEA) plant eine internationale Versuchsversenkung radioaktiver Abfälle in den Atlantischen Ozean. Die Studiengruppe hat sich neben







Abb. 1

# Gesamttransportkosten in DM/to von radioaktiven Abfällen (Bei Transportvertrag von 3 Jahren)

DM/to

100

95

90

85

80

75

70

65

60

55

50

45

40

35

30

25

20

15

10

5

500 Jato/10t

750 Jato/10t

1000 Jato/10t

500 Jato/15t

750 Jato/15t

1000 Jato/15t

500 Jato/20t

750 Jato/20t

1000 Jato/20t

Entfernung in

100

200

300

400

500

600

700

800

km

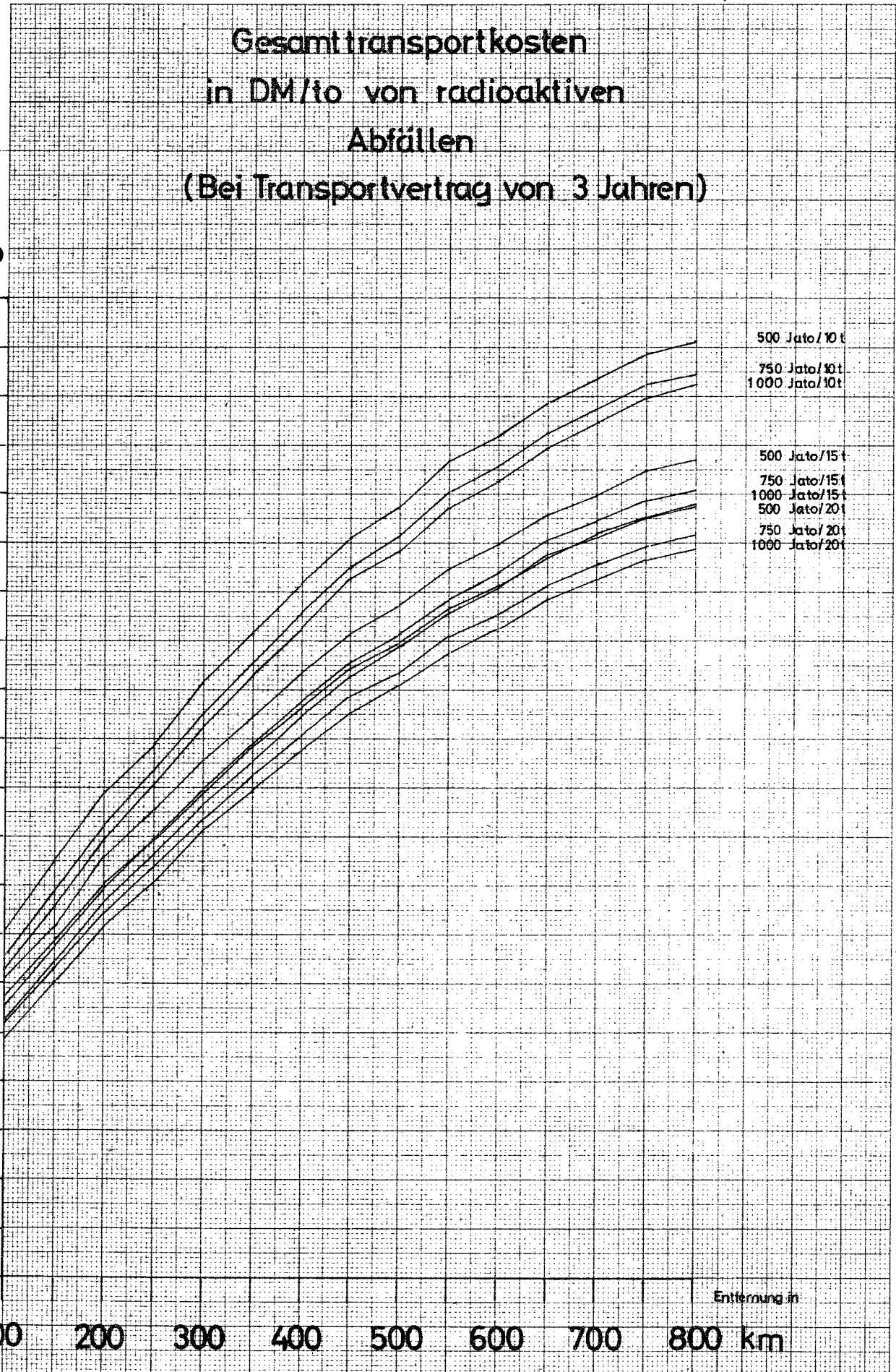
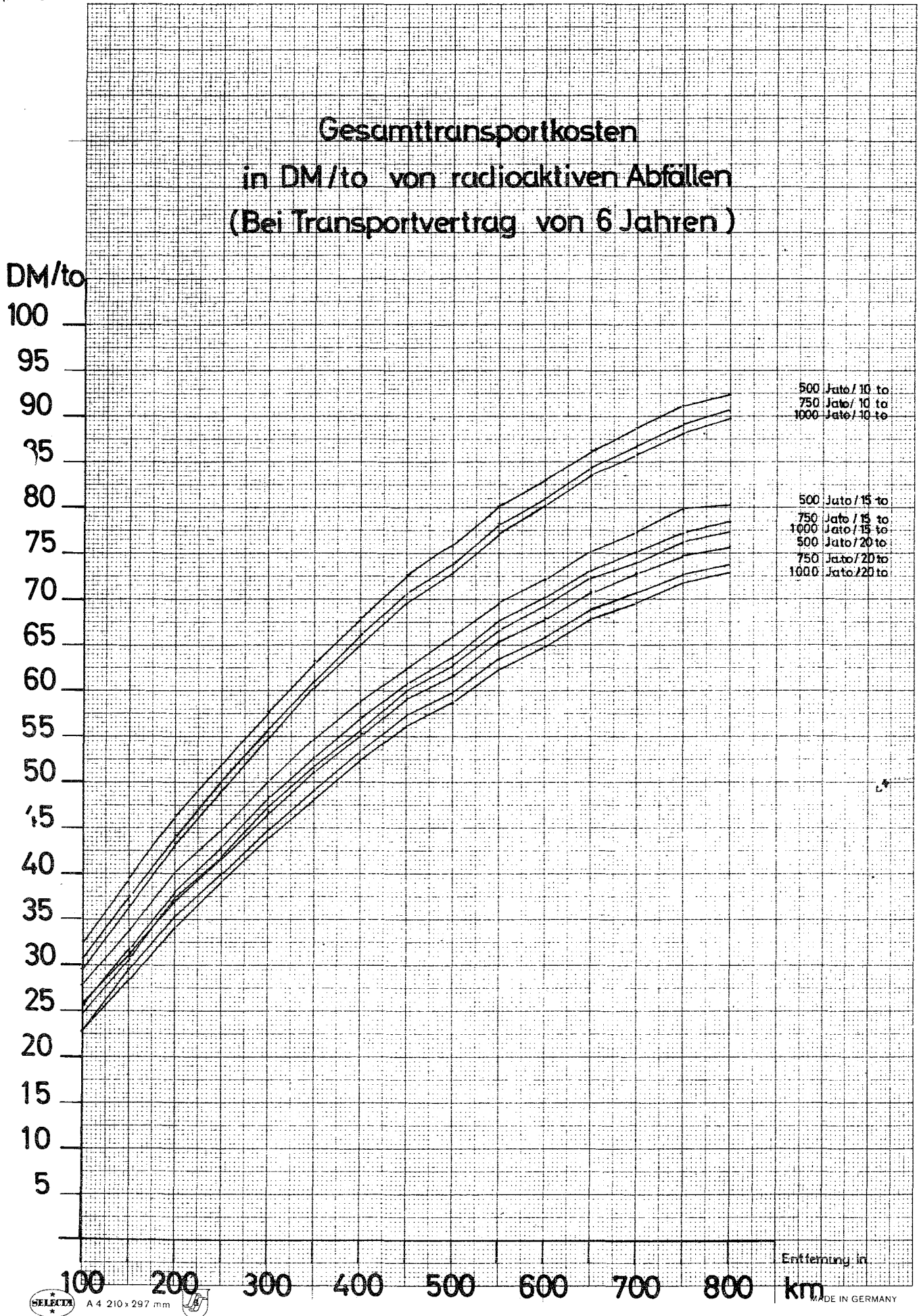


Abb. 2



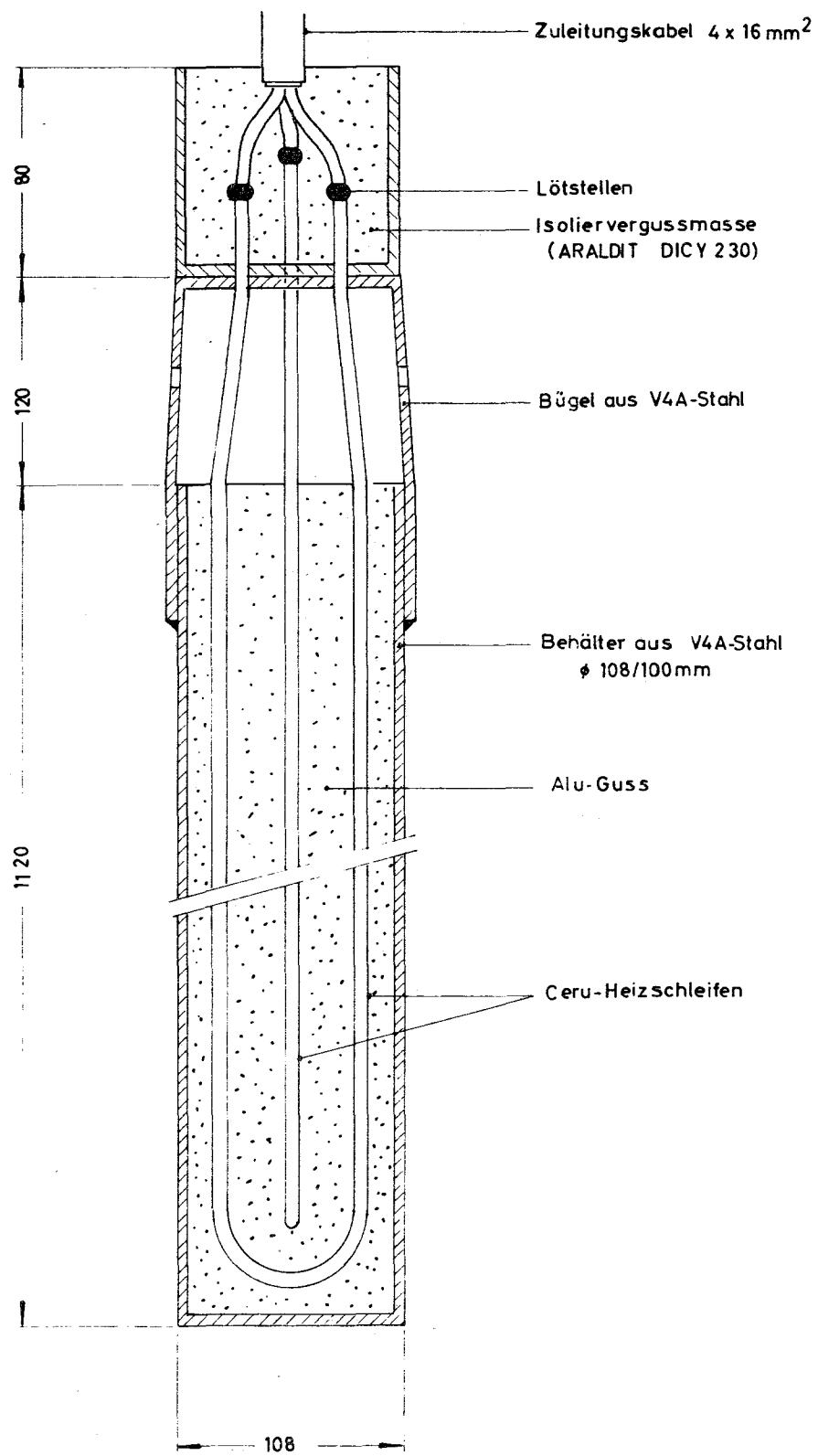


Abb. 3 : Schnitt durch ein Erhitzer-Element (schematisch)

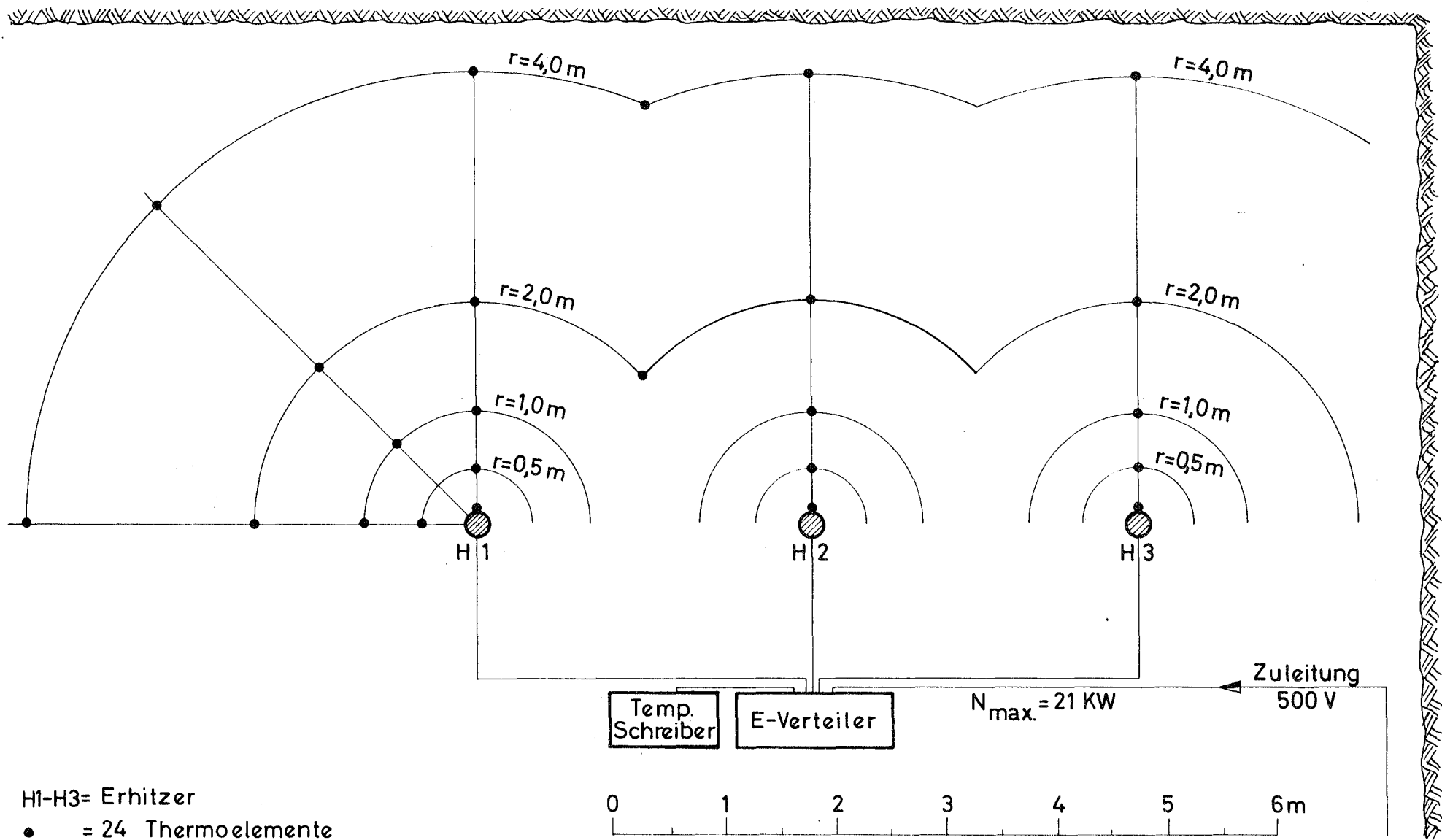


Abb.4 Anordnung von Erhitzerelementen und Thermoelementen im Temperaturvorversuchsfeld.

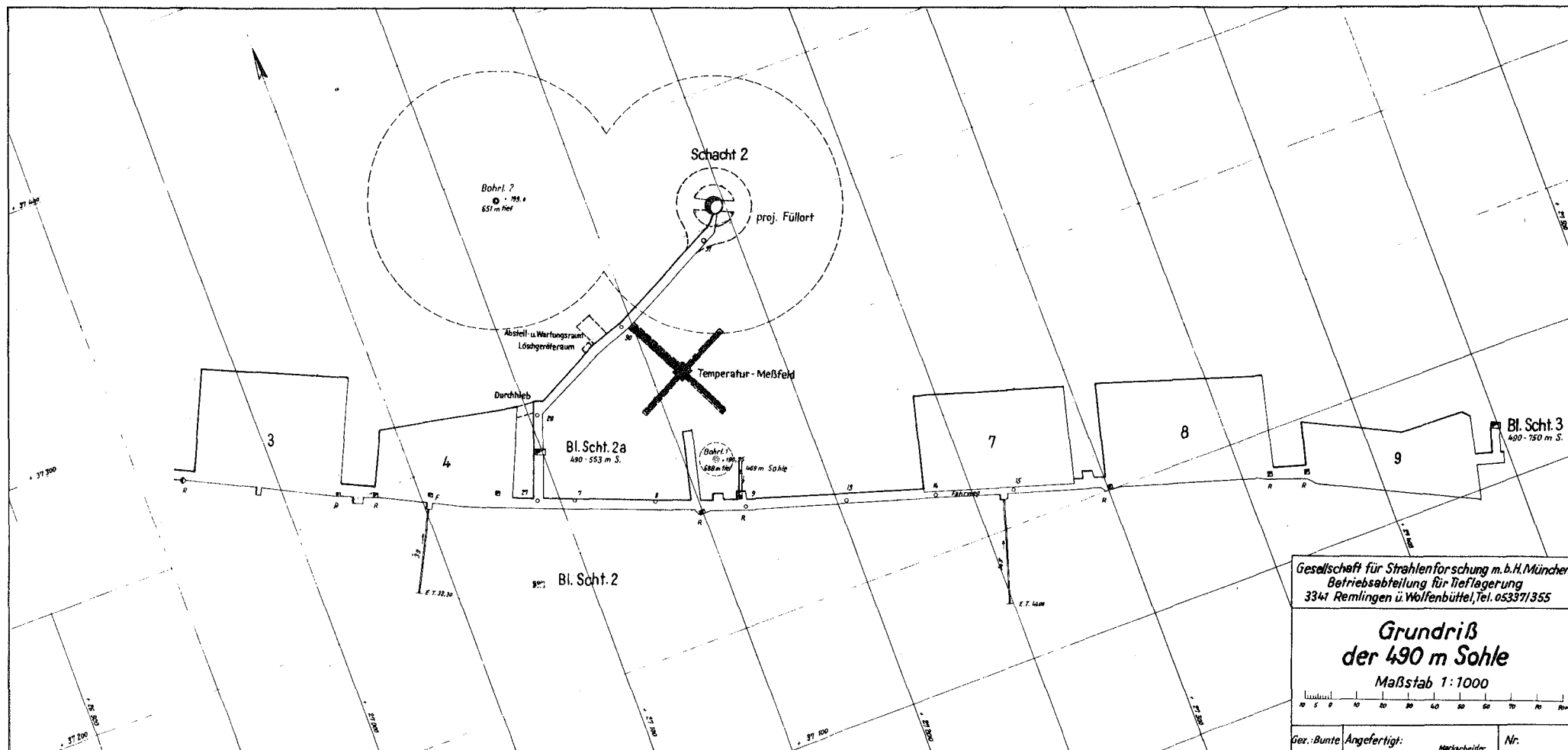


Abb. 5: Versuchsraum für Temperaturmessungen auf der 490 m - Sohle