

## DECKBLATT

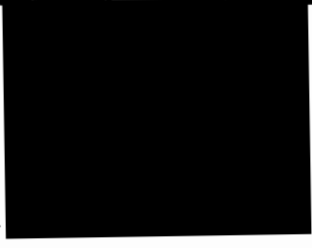
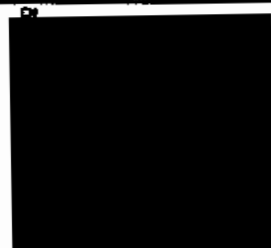
EU 326	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	352127.32	-	EGA	ED	0003	00

<b>Titel der Unterlage:</b> Verdünnungsfaktor für die 1-dimensionale Modellierung des Ausbreitungsweges über das Oxford im Schichtenmodell	<b>Seite:</b> I.
	<b>Stand:</b> Jan. 1990

<b>Ersteller:</b> GSF	<b>Textnummer:</b>
--------------------------	--------------------

**Stempelfeld:**

PSP-Element TP...9K/212	zu Plan-Kapitel: 3.1.10.4 und 3.9
-------------------------	-----------------------------------

		 Freigabe für Behörden	 Freigabe im Projekt
--	--	---	--

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung.

# Revisionsblatt

BfS

EU 326	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	352127.32	-	EGA	ED	0003	00

Titel der Unterlage: Verdünnungsfaktor für die 1-dimensionale Modellierung des Ausbreitungsweges über das Oxford im Schichtenmodell	Seite: <p style="text-align: center;">II.</p> Stand: <p style="text-align: center;">Jan. 1990</p>
---	---

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur  
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung  
 Kategorie S = substantielle Änderung  
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München  
Institut für Tieflagerung

**Verdünnungsfaktor für die  
1-dimensionale Modellierung  
des Ausbreitungsweges über das  
Oxford im Schichtenmodell**

LV-NR 9K 352127.32

Januar 1990

Verfasser:



Der Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) erstellt. Das BfS behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des BfS zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

## INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1	EINLEITUNG.....	1
2	ABSCHÄTZUNG DER VERDÜNNUNG BEI GESCHLOSSENEM NORDRAND.....	2
2.1	Verdünnungsvorgänge im Oxford.....	2
2.2	Verdünnungsvorgänge bei Übergang ins Quartär.....	4
3	MODELLRECHNUNG BEI OFFENEM NORDRAND.....	5
3.1	Ermittlung des Ausbreitungsgebietes.....	6
3.2	Grundwasserströme im Oxford.....	7
3.3	Abschätzung der Verdünnung.....	8
4	ZUSAMMENFASSUNG.....	9
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	10
	LITERATURVERZEICHNIS.....	11

## 1 EINLEITUNG

In der dreidimensionalen Modellrechnung zur Grundwasserbewegung im Schichtenmodell /1/ wurde in der Variante 2 ein potentieller Ausbreitungsweg durch die geologische Einheit Oxford ermittelt. Dieser Ausbreitungsweg führt vom Grubengebäude bis in die Gegend von Calberlah. Zur Festlegung des Ausbreitungsweges wurden eine Vielzahl von Stromlinien berechnet, die an verschiedenen Stellen im Bereich des Grubengebäudes starten. Da diese Stromlinien kaum eine Aufteilung oder Verzweigungen erkennen lassen, wurde die Radionuklidausbreitung eindimensional modelliert.

Effekte wie die transversale Dispersion oder die Zumischung von unkontaminiertem Grundwasser können in einer eindimensionalen Ausbreitungsrechnung nicht berücksichtigt werden. Diese haben aber einen wesentlichen Einfluß auf die Schadstoffkonzentration am Ende des Ausbreitungsweges. Um mit einer eindimensionalen Rechnung dennoch zu einer realistischen Abschätzung der zu erwartenden Schadstoffkonzentrationen zu kommen, müssen diese Effekte abgeschätzt werden. Im folgenden Kapitel wird ermittelt, welchen Einfluß die transversale Dispersion auf die Schadstoffkonzentration im Oxford hat, und wieviel unkontaminiertes Grundwasser entlang des Ausbreitungsweges in das Oxford strömt.

Der Nordrand des Modellgebietes wurde in den bisherigen Berechnungen als geschlossen modelliert. Da diese Randbedingung einen wesentlichen Einfluß auf den Zutritt unkontaminierten Grundwassers in das Oxford hat, wird alternativ eine Rechnung mit offenem Nordrand durchgeführt. In Kapitel 3 wird beschrieben, wie stark sich die Öffnung des Nordrandes auf den Ausbreitungsweg und die Durchströmung des Oxfords auswirkt.

## 2 ABSCHÄTZUNG DER VERDÜNNUNG BEI GESCHLOSSENEM NORDRAND

### 2.1 Verdünnungsvorgänge im Oxford

Die Ausbreitung der Radionuklide im Bereich des Grubengebäudes beginnt auf einer Breite von 3 km. Da das Oxford aber am Ende des Ausbreitungsweges nach 35 km eine maximale Breite von 6 km hat, wird mit Hilfe der transversalen Dispersion abgeschätzt, ob das Oxford auf seiner gesamten Breite als Ausbreitungsweg betrachtet werden kann.

Eine analytische Abschätzung der transversalen Dispersion für einen 6 km breiten Strömungskanal, der von einer 3 km breiten Linienquelle angeströmt wird, zeigt, daß sich nach 30 km eine fast konstante Schadstoffkonzentration über die gesamte Breite einstellt /2/. Deshalb wird angenommen, daß sich am Ende des Ausbreitungsweges nach 35 km die Schadstoffe in dem durch das Oxford fließenden Grundwasserstrom gleichmäßig verteilt haben. Aus einer Bilanzierung des Grundwasserstroms aus dem Grubengebäude und der entlang des Ausbreitungsweges in das Oxford fließenden Grundwasserströme läßt sich nun die Verdünnung der Schadstoffkonzentration durch die Zumischung von unkontaminiertem Grundwasser abschätzen.

Zur Interpretation der Strömungsverhältnisse im Oxford wird das Oxford nördlich des Grubengebäudes in einen Südteil von  $J = 10$  bis  $J = 20$  und in einen Nordteil von  $J = 21$  bis  $J = 30$  unterteilt. Der Südteil des Oxfords kann als Kanal mit einer Breite von 3 km und einer vertikalen Ausdehnung von ca. 80 m verstanden werden, der in einer Tiefe von ca. 1000 m unter NN liegt. Im Nordteil verbreitert sich das Oxford auf ca. 6 km wobei es im Nordosten unter dem Quartär auskeilt und im Westen auf eine Tiefe von ca. 1500 m unter NN abfällt.

In den Südteil des Oxfords fließen jährlich  $1600 \text{ m}^3$  Grundwasser aus dem Bereich des Grubengebäudes. Weitere  $200 \text{ m}^3/\text{a}$  Wasser fließen von Süden außerhalb des Grubengebäudes zu. In den Südteil des Oxfords erfolgt von unten ein Zustrom von  $1600 \text{ m}^3/\text{a}$ . Seitlich von Osten erfolgt ein Zustrom von  $200 \text{ m}^3/\text{a}$  und nach Westen ein Ausstrom von  $600 \text{ m}^3/\text{a}$  Grundwasser, so daß sich ein Netto-Ausstrom von  $400 \text{ m}^3/\text{a}$  nach Westen ergibt. Somit strömen insgesamt  $3600 \text{ m}^3/\text{a}$  in den Südteil des Oxfords. Von diesen gelangen  $3000 \text{ m}^3/\text{a}$  in den Nordteil des Oxfords.

In den Nordteil des Oxfords fließen zusätzlich zu den 3000 m<sup>3</sup>/a aus dem Südteil weitere 1900 m<sup>3</sup>/a aus Süden zu. Von unten strömen 9100 m<sup>3</sup>/a Grundwasser in den Nordteil. Seitlich von Westen erfolgt ein Zustrom von 11000 m<sup>3</sup>/a und nach Osten ein Ausstrom von 3000 m<sup>3</sup>/a, so daß sich ein Netto-Einstrom von 8000 m<sup>3</sup>/a aus Westen ergibt. Nach oben aus dem Oxford strömen 22000 m<sup>3</sup>/a, von denen 14000 m<sup>3</sup>/a direkt unter dem Quartär austreten und die restlichen 8000 m<sup>3</sup>/a in das Kimmeridge gelangen. Insgesamt sind in den Nordteil des Oxfords 25000 m<sup>3</sup>/a Grundwasser geströmt. In einer stark idealisierten Weise sind die Ein- und Ausstromraten in das Oxford in Abbildung 1a dargestellt.

In der erläuterten Bilanzierung sind die Grundwasserströme, die die Bilanz nicht beeinflussen, unberücksichtigt geblieben. Zum Beispiel strömen in den Südteil des Oxfords von unten insgesamt 1660 m<sup>3</sup>/a, wovon 60 m<sup>3</sup>/a wieder nach unten ausströmen. Berücksichtigt wird in der Bilanz nur der Netto-Einstrom von 1600 m<sup>3</sup>/a von unten.

Ein Vergleich des Grundwassers aus dem Grubengebäude (1600 m<sup>3</sup>/a) mit dem gesamten in das Oxford einströmenden Grundwasserstrom (25600 m<sup>3</sup>/a) zeigt, daß sich für eine im Grundwasser des Grubengebäudes eingebrachte Schadstoffmenge eine Verdünnung um den Faktor 16 ergibt. Dieser Wert für den Verdünnungsfaktor ist nicht konservativ, da sich der von unten kommende starke Grundwasserzustrom im Nordteil des Oxfords wahrscheinlich nicht vollständig mit dem Zustrom aus dem Südteil mischt. Deshalb sollte ein Vergleich der Wassermengen ohne die Berücksichtigung des unteren Zustroms von 9100 m<sup>3</sup>/a durchgeführt werden. In diesem Fall wird die Schadstoffmenge um den Faktor 10 (16500/1600) verdünnt.

Der im Konrad-Bericht /1/ erwähnte Verdünnungsfaktor wurde durch einen Vergleich zwischen dem Grundwasserstrom aus dem Grubengebäude mit dem Grundwasserstrom, der aus dem Oxford unter dem Quartär austritt, ermittelt. Dabei hat man sich auf den Bereich bis Calberlah (J = 26) beschränkt. Bis Calberlah strömen 12000 m<sup>3</sup>/a aus dem Oxford unter dem Quartär aus. Damit ergibt sich der im Konrad-Bericht genannte Verdünnungsfaktor von 7 (12000/1600).

## 2.2 Verdünnungsvorgänge bei Übergang ins Quartär

Die Grundwasserbewegung im Quartär, d.h. im oberflächennahen Grundwasser, kann weder aus Stromlinienberechnungen noch über eine Bilanzierung der Ströme aus der Modellrechnung ermittelt werden. Dafür ist das Grundwassermodell zu wenig detailliert. Zur Berücksichtigung der Vorgänge im Quartär werden deshalb Abschätzungen verwendet. Es wird bestimmt, wieviel Wasser im Quartär oberhalb der Austrittsfläche des kontaminierten Tiefenwassers fließt /3/. Unter der Annahme einer sofortigen völligen Vermischung ergibt sich ein Verdünnungsfaktor für die aus den Ausbreitungsrechnungen resultierenden Radionuklidkonzentrationen.

Aus dem Gefälle des Grundwasserspiegels in der Gegend von Calberlah und den dort vorherrschenden Durchlässigkeitswerten läßt sich ein Grundwasserstrom über dem Ausstrich des Oxfords unter Tertiär und Quartär in Anlehnung an /4/ berechnen. Die Ausstrichfläche erstreckt sich über die Blöcke J=24, I=14 ; J=25, I=14 ; J=26, I=14 ; J=27, I=14 ; J=29, I=15 und J=30, I=14 mit einer Gesamtbreite von ca. 7 km senkrecht zur Grundwasserstömung im Quartär. Damit ergibt sich ein für die Verdünnung wirksamer quartärer Grundwasserstrom von 112000 m<sup>3</sup>/a und ein Verdünnungsfaktor von 7 (112000/16500) für Radionuklidkonzentrationen beim Übergang in das Quartär.

Zusammen mit der Verdünnung im Oxford um den Faktor 10 ergibt sich für den Radionuklidstrom aus dem Bereich des Grubengebäudes bis in das Quartär ein Verdünnungsfaktor von insgesamt 70. Dieser Wert entspricht dem in /1/ genannten.



### 3 MODELLRECHNUNG BEI OFFENEM NORDRAND

Bei der Betrachtung der zugemischten Grundwässer in das Oxford stellt sich die Frage, ob der von unten kommende starke Zustrom von Grundwasser in das Oxford insbesondere am nördlichen Rand durch den geschlossenen Modellrand verursacht wird. Um diese Frage zu beantworten, wurde die Rechnung zu Variante 2 nochmals mit offenem Nordrand durchgeführt. Hierzu wurde eine hydrostatische Druckverteilung am Nordrand des Modells angenommen. Diese Randbedingung erscheint bei den sehr schwachen Druckunterschieden an der Oberfläche im Nordgebiet des Modells plausibel.

#### 3.1 Ermittlung des Ausbreitungsgebietes

Das Ausbreitungsgebiet wurde wie in der Modellrechnung mit geschlossenem Nordrand durch die Berechnung von Stromlinien ermittelt. Es wurden 19 Stromlinien ausgehend vom Grubengebäude betrachtet. Diese Stromlinien starten in den Mittelpunkten der Modellblöcke, die zu dem Bereich des Grubengebäudes gehören.

Das Oxford erweist sich auch hier als der Hauptausbreitungsweg. Im Gegensatz zu der Rechnung mit geschlossenem Nordrand verlassen aber die meisten Stromlinien das Oxford und laufen dann durch das um eine Größenordnung undurchlässigere Kimmeridge. Das Oxford wird von den Stromlinien in der Regel bei der Überschiebung von Meine verlassen. Im Kimmeridge divergieren die Stromlinien sehr stark und erreichen das Quartär oder den Nordrand nach mehr als 2 Millionen Jahren.

Deutlich kürzer mit ca. 700 000 Jahren sind die Laufzeiten der Stromlinien, die im Oxford bleiben. Die gegenüber der alten Rechnung deutlich längere Laufzeit der Stromlinien im Oxford wird durch die geänderten Druckverhältnisse im Nordteil des Modellgebietes verursacht. Der vertikale Druckgradient ist durch die Öffnung des Nordrandes deutlich geringer geworden. Dies wird durch einen Vergleich von Abbildung 2 mit Abbildung 3 ersichtlich. Die Abbildungen zeigen in einem vertikalen Südwest-Nordost Schnitt die Druckisolinien und die Fließrichtung in der Mitte des Modellgebietes.

Ein Vergleich der Horizontal- und Vertikalprojektion der Stromlinien bei offenem Nordrand (Abb. 4 und 5) mit denen bei geschlossenem Nordrand (Abb. 6 und 7) zeigt, daß eine solche Bündelung der Stromlinien im Oxford wie in der Rechnung mit geschlossenem Nordrand nicht mehr besteht. Eine eindimensionale Ausbreitungsrechnung wäre für die Rechnung mit offenem Nordrand nicht mehr gerechtfertigt.

### 3.2 Grundwasserströme im Oxford

Die durch die Stromlinien beschriebenen Strömungsverhältnisse spiegeln sich auch in den durch das Oxford fließenden Grundwasserströmen wieder. Die Strömungsverhältnisse im Südteil des Oxfords unterscheiden sich nur geringfügig von denen mit geschlossenem Nordrand. Im Nordteil des Oxfords haben sie sich dagegen deutlich geändert.

In den Südteil des Oxfords fließen jährlich  $1900 \text{ m}^3$  Grundwasser aus dem Bereich des Grubengebäudes. Weitere  $200 \text{ m}^3/\text{a}$  Wasser fließen von Süden außerhalb des Grubengebäudes zu. In den Südteil des Oxfords erfolgt von unten ein Zustrom von  $1300 \text{ m}^3/\text{a}$  und von oben ein Zustrom von  $200 \text{ m}^3/\text{a}$ . Seitlich von Osten erfolgt ein Zustrom von  $200 \text{ m}^3/\text{a}$  und nach Westen ein Ausstrom von  $600 \text{ m}^3/\text{a}$  Grundwasser, so daß sich ein Netto-Ausstrom von  $400 \text{ m}^3/\text{a}$  nach Westen ergibt. Somit strömen insgesamt  $3800 \text{ m}^3/\text{a}$  in den Südteil des Oxfords von denen  $3200 \text{ m}^3/\text{a}$  in den Nordteil des Oxfords gelangen.

In den Nordteil des Oxfords fließen zusätzlich zu den  $3200 \text{ m}^3/\text{a}$  aus dem Südteil des Oxfords weitere  $1600 \text{ m}^3/\text{a}$  aus Süden zu. Von unten strömen  $5200 \text{ m}^3/\text{a}$  Grundwasser in den Nordteil. Seitlich von Westen erfolgt ein Zustrom von  $2600 \text{ m}^3/\text{a}$  und nach Osten ein Ausstrom von  $800 \text{ m}^3/\text{a}$ , so daß sich ein Netto-Zustrom von  $1800 \text{ m}^3/\text{a}$  von Westen ergibt. Nach oben aus dem Oxford strömen  $5600 \text{ m}^3/\text{a}$  von denen  $1300 \text{ m}^3/\text{a}$  direkt unter dem Quartär austreten und die restlichen  $4300 \text{ m}^3/\text{a}$  in das Kimmeridge gelangen. Der größte Ausstrom von  $6200 \text{ m}^3/\text{a}$  fließt jetzt nach Norden wovon  $2700 \text{ m}^3/\text{a}$  im Oxford durch den Nordrand strömen. Insgesamt sind in den Nordteil des Oxfords  $12600 \text{ m}^3/\text{a}$  Grundwasser gelangt. In einer stark idealisierten Weise sind die Ein- und Ausstromraten in das Oxford in Abbildung 1b dargestellt.

Der deutlich geringere Grundwasserstrom im Nordteil des Oxfords wird durch die unter dem Oxford liegenden Wasserleiter Cornbrash, Rhät und Oberer Muschelkalk bewirkt. Das in diesen Wasserleitern strömende Grundwasser wurde bei geschlossenem Nordrand gezwungen durch das Oxford nach oben zu fließen. Dieser Zwang entfällt bei offenem Nordrand, so daß ein großer Teil des Grundwassers das Modellgebiet durch den Oberen Muschelkalk, das Rhät oder das Cornbrash in großer Tiefe über den Nordrand verläßt.

### 3.3 Abschätzung der Verdünnung

Im Gegensatz zur Rechnung mit geschlossenem Nordrand erreichen die meisten Stromlinien nicht mehr die Modelloberfläche durch das Oxford, sondern sie verlassen weit gestreut im Kimmeridge das Modellgebiet durch den Nordrand. Eine Bilanzierung der Grundwasserströme im Oxford kann deshalb nicht zu einer Abschätzung der Schadstoffkonzentration im Nordteil des Modellgebietes führen. Diese läßt sich in der Rechnung mit offenem Nordrand nur durch eine dreidimensionale Ausbreitungsrechnung ermitteln. Vermutlich wird aber wegen des vergrößerten Ausbreitungsgebietes im Nordteil des Oxfords die Schadstoffbelastung gegenüber der Rechnung mit geschlossenem Nordrand geringer sein.

Da die Abschätzung des quartären Grundwasserstroms nicht durch die Modellrechnungen beeinflusst wird, und sich das Ausbreitungsgebiet der Schadstoffe erheblich vergrößert hat, ist die Annahme eines Verdünnungsfaktors von 70 durch den quartären Grundwasserstrom sicherlich konservativ.

#### 4 ZUSAMMENFASSUNG

Ein Vergleich der Grundwasserströme im Nordteil des Oxfords zeigt deutlich, daß die nördliche Randbedingung einen erheblichen Einfluß auf die Grundwasserströmung im Norden des Modellgebietes hat. Ursache hierfür sind die Wasserleiter Rhät und Oberer Muschelkalk. Diese müssen die am Salzgitter Höhenzug aufgenommenen Wassermengen bei geschlossenem Nordrand nach oben abgeben. Dieser Zwang entfällt bei offenem Nordrand, so daß die Wasserleiter Rhät und Oberer Muschelkalk das aufgenommene Wasser bis zum Nordrand des Modellgebietes führen, wo es das Modellgebiet in einer Tiefe von 1500 bis 2000 Metern unter NN verläßt.

Die durch den geöffneten Nordrand geänderten Strömungsverhältnisse werden durch den Verlauf der Stromlinien aus dem Bereich des Grubengebäudes besonders sichtbar. Die Laufzeiten sowie die Laufwege der Stromlinien haben sich gegenüber der Rechnung mit geschlossenem Nordrand markant geändert. Nördlich der Überschiebung von Meine laufen die Stromlinien nun weit gefächert auseinander. Das Ausbreitungsgebiet vergrößert sich dadurch erheblich, und die Laufzeiten der Stromlinien erhöhen sich auf mehr als 700 000 Jahre.

Die Schadstoffbelastung im Nordteil des Modellgebietes kann für die Rechnung mit geöffnetem Nordrand nicht mehr mit einer eindimensionalen Ausbreitungsrechnung abgeschätzt werden. Dies kann wegen des vergrößerten Ausbreitungsgebietes im Nordteil des Modellgebietes nur noch durch eine dreidimensionale Rechnung erfolgen. Vermutlich wird aber wegen des vergrößerten Ausbreitungsgebietes und der längeren Laufzeiten der Stromlinien die Schadstoffkonzentration an der Oberfläche des Modellgebietes geringer als in der Rechnung mit geschlossenem Nordrand sein.

Für die Grundwasserrechnung mit geschlossenem Nordrand läßt sich dagegen mit Hilfe einer eindimensionalen Ausbreitungsrechnung und der Berechnung von Verdünnungsfaktoren die Schadstoffbelastung realistisch abschätzen. Ein Vergleich der Grundwassermengen aus dem Bereich des Grubengebäudes mit dem gesamten in das Oxford fließenden Grundwasserstrom ergibt einen Verdünnungsfaktoren von 16 (25600/1600).

Da wahrscheinlich nicht das gesamte von unten in den Nordteil des Oxfords zuströmende Grundwasser zur Verdünnung beiträgt, ist es konservativ, einen Teil der Zuströme von unten nicht zu berücksichtigen. In diesem Fall ergibt sich ein Verdünnungsfaktor von 10 (16500/1600).

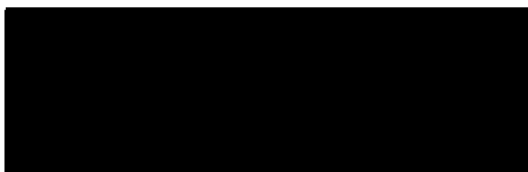
Eine weitere Verdünnung der Schadstoffkonzentration findet durch den quartären Grundwasserstrom statt. Das Oxford streicht unter dem Quartär auf einer Breite von ca. 7 km senkrecht zur quartären Grundwasserströmung in der Gegend von Calberlah aus. Hier ist ein quartärer Grundwasserstrom von 112000 m<sup>3</sup>/a zu erwarten, der zu einer weiteren Verdünnung um den Faktor 7 (112000/16500) führt. Ein Radionuklidstrom aus dem Bereich des Grubengebäudes wird also auf seinem Weg bis in das Quartär insgesamt um den Faktor 70 (112000/1600) verdünnt.

Dieser Faktor 70 für die Gesamtverdünnung ist auch ein konservativer Wert für die Rechnung mit offenem Nordrand, da die Modellrechnung keinen Einfluß auf die Berechnung des quartären Grundwasserstroms hat und das Ausbreitungsgebiet im Quartär größer als in der Rechnung mit geschlossenem Nordrand ist.

Der im Konrad Bericht /1/ genannte Verdünnungsfaktor von 70 ist demnach für beide Modellvorstellungen konservativ.

Gesellschaft für Strahlen- und  
Umweltforschung mbH München  
Institut für Tieflagerung

Braunschweig, den 8.1.1990



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abb. 1a: Ein- und Ausstromraten des Oxfords in  $\text{m}^3/\text{a}$   
Konrad Variante 2 mit geschlossenem Nordrand
- Abb. 1b: Ein- und Ausstromraten des Oxfords in  $\text{m}^3/\text{a}$   
Konrad Variante 2 mit offenem Nordrand
- Abb. 2 : Druckisolinien, Fließrichtung  
Konrad Variante 2 mit geschlossenem Nordrand
- Abb. 3 : Druckisolinien, Fließrichtung  
Konrad Variante 2 mit offenem Nordrand
- Abb. 4 : Horizontalprojektion sämtlicher Stromlinien  
Konrad Variante 2 mit offenem Nordrand
- Abb. 5 : Vertikalprojektion sämtlicher Stromlinien  
Konrad Variante 2 mit offenem Nordrand
- Abb. 6 : Horizontalprojektion sämtlicher Stromlinien  
Konrad Variante 2 mit geschlossenem Nordrand
- Abb. 7 : Vertikalprojektion sämtlicher Stromlinien  
Konrad Variante 2 mit geschlossenem Nordrand

LITERATURVERZEICHNIS

- /1/ GSF: Langzeitsicherheitsanalyse des Endlagers KONRAD: Radio-  
nuklidausbreitung in der Nachbetriebsphase, TA-Nr. 2242.03,  
November 86
- /2/ GSF: Langzeitsicherheitsanalyse des Endlagers KONRAD: Radio-  
nuklidausbreitung in der Nachbetriebsphase, TA-Nr. 2242.03,  
November 86, S. 189
- /3 BGR: Schreiben der BGR an die PTB, A.Z.: B 2.22 - 12090/89 -  
Vh./Dae., Hannover 17.10.89
- /4/ GSF: Langzeitsicherheitsanalyse des Endlagers KONRAD: Radio-  
nuklidausbreitung in der Nachbetriebsphase, TA-Nr. 2242.03,  
November 86, S. 204

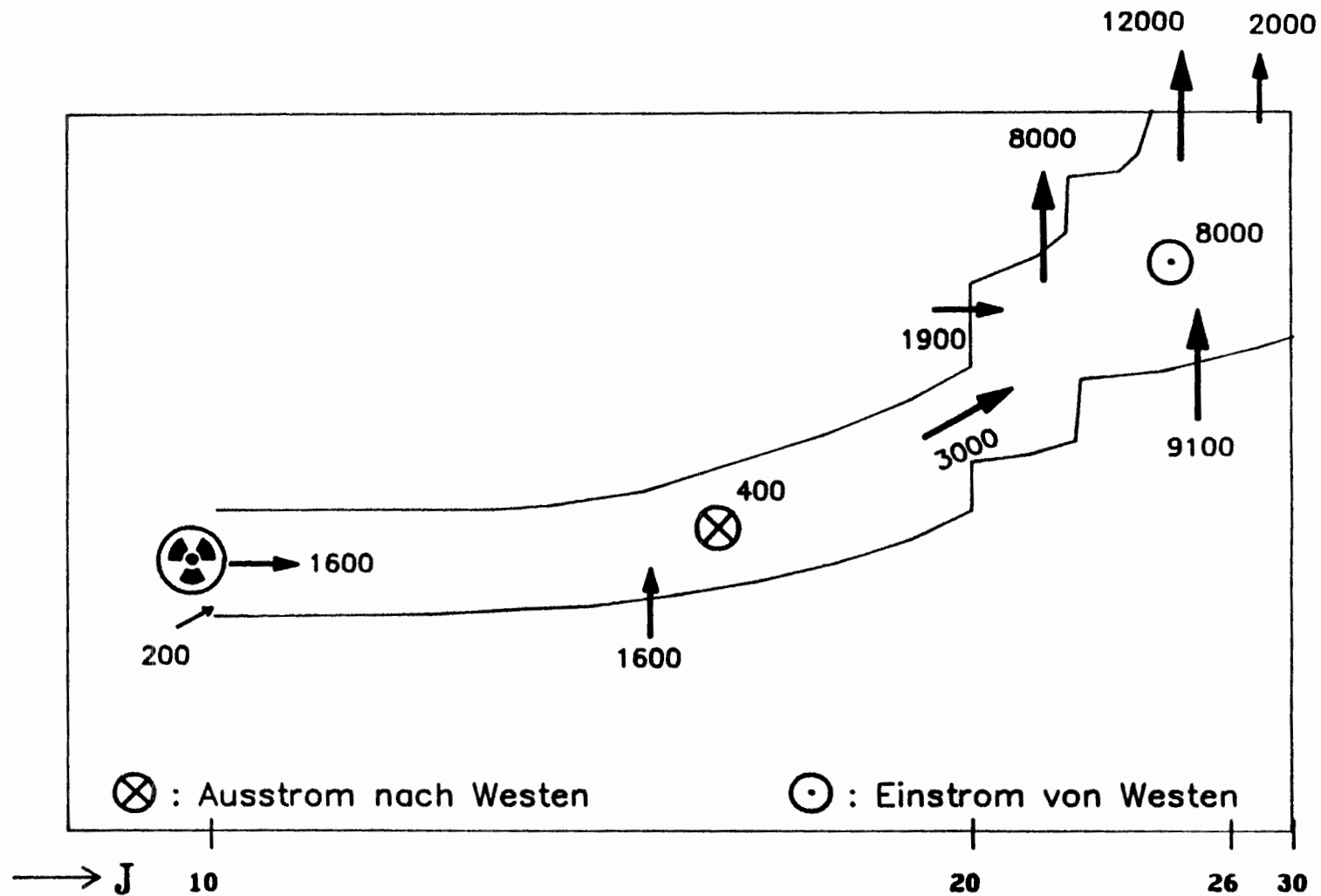


Abb. 1a: Ein- und Ausstromraten des Oxfords in  $\text{m}^3/\text{a}$   
 Konrad Variante 2 mit geschlossenem Nordrand



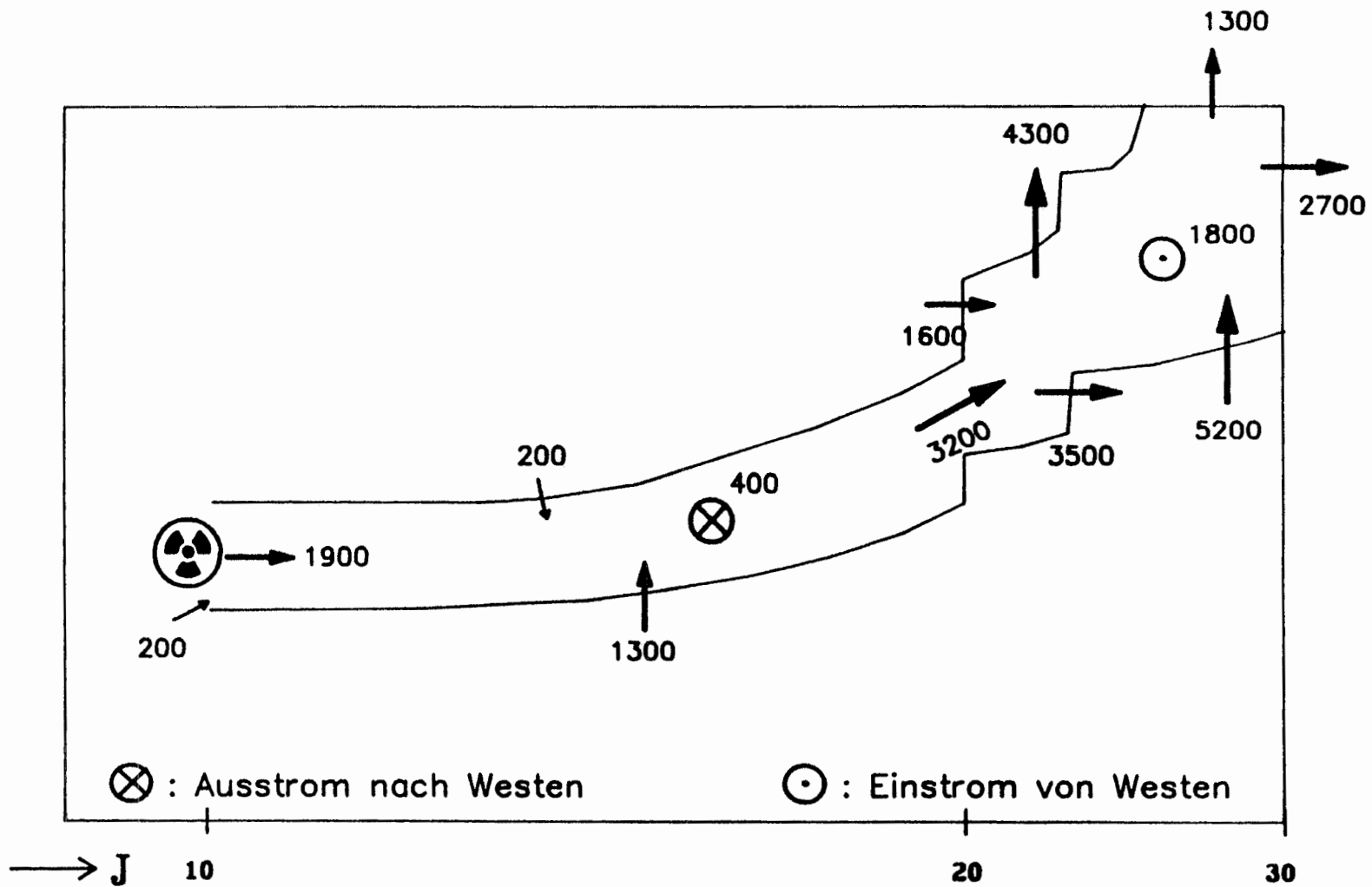
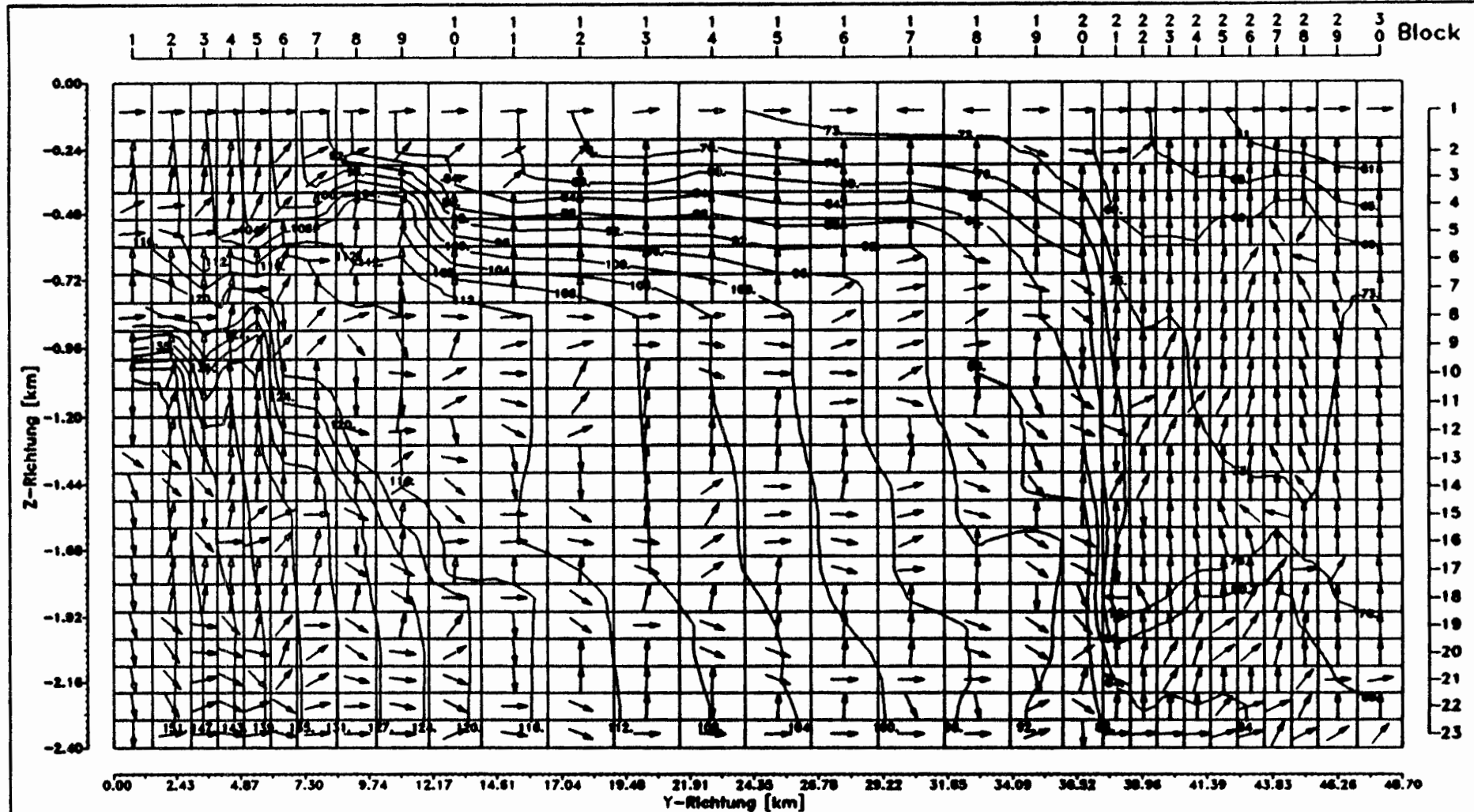


Abb. 1b: Ein- und Ausstromraten des Oxfords in  $\text{m}^3/\text{a}$   
Konrad Variante 2 mit offenem Nordrand



Ueberhoehung = 10.68

Druckisolinien  
in mWS

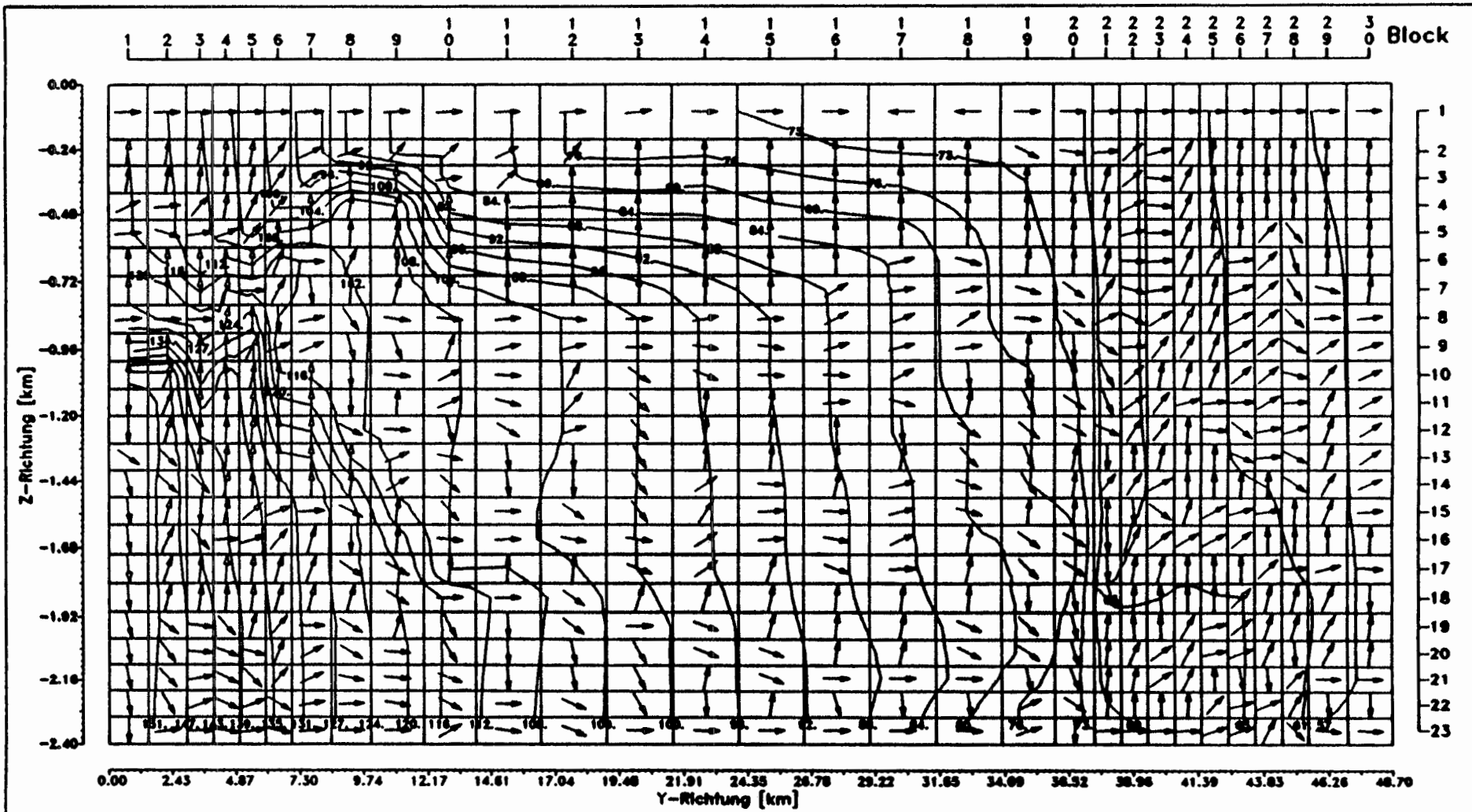
Schicht 8 6000. bis 7000. m

—10.—

km

Abb. 2: Druckisolinien, Fliessrichtung  
Konrad Variante 2 mit geschlossenem Nordrand

Gitter 30°23'15



Ueberhoehung = 10.68

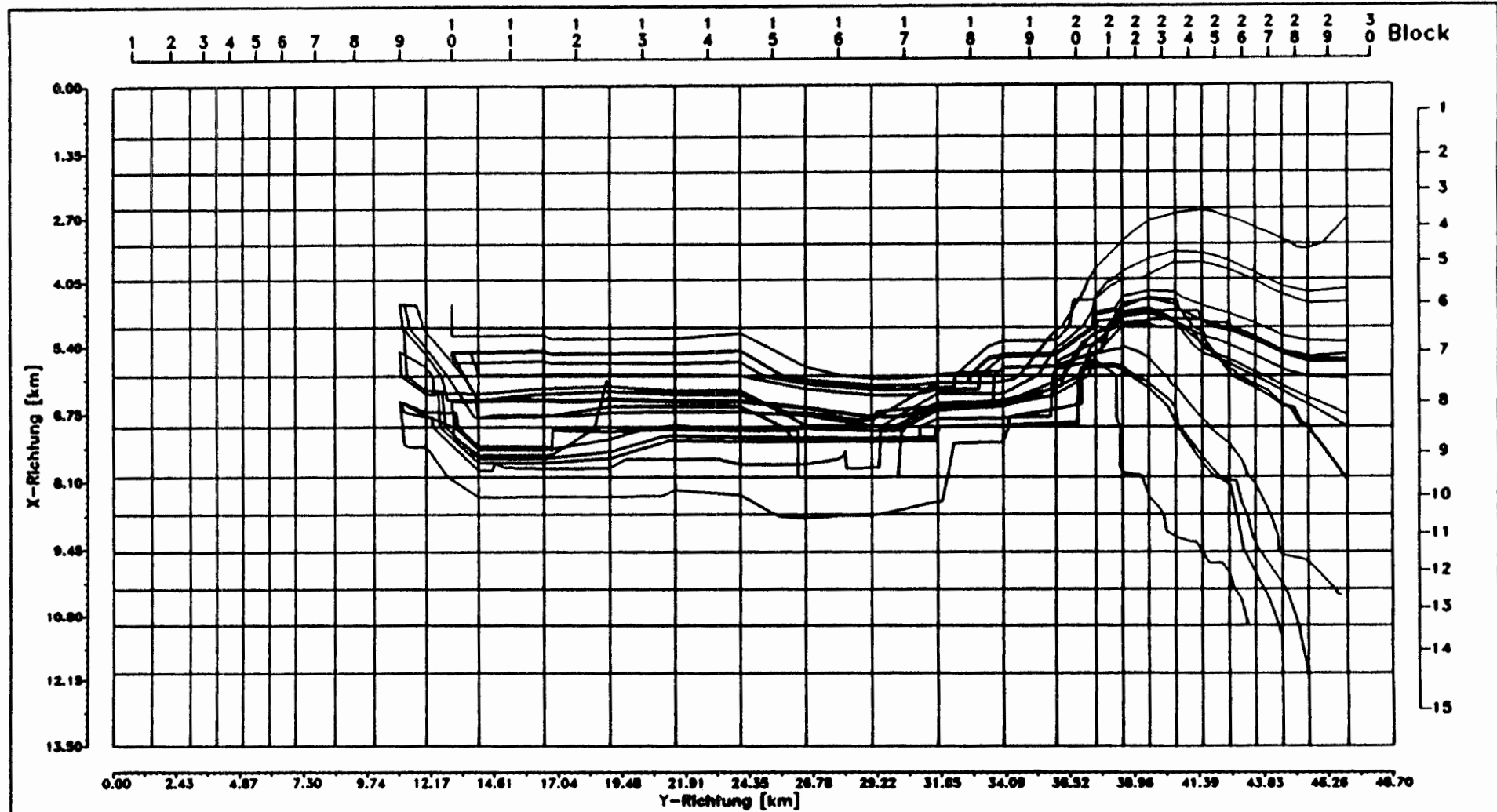
Druckisolinien  
in mWS

Schicht 8 6000. bis 7000. m

—10.—

Abb. 3: Druckisolinien, Fliessrichtung  
Konrad Variante 2 mit offenem Nordrand

Gitter 30°23°15

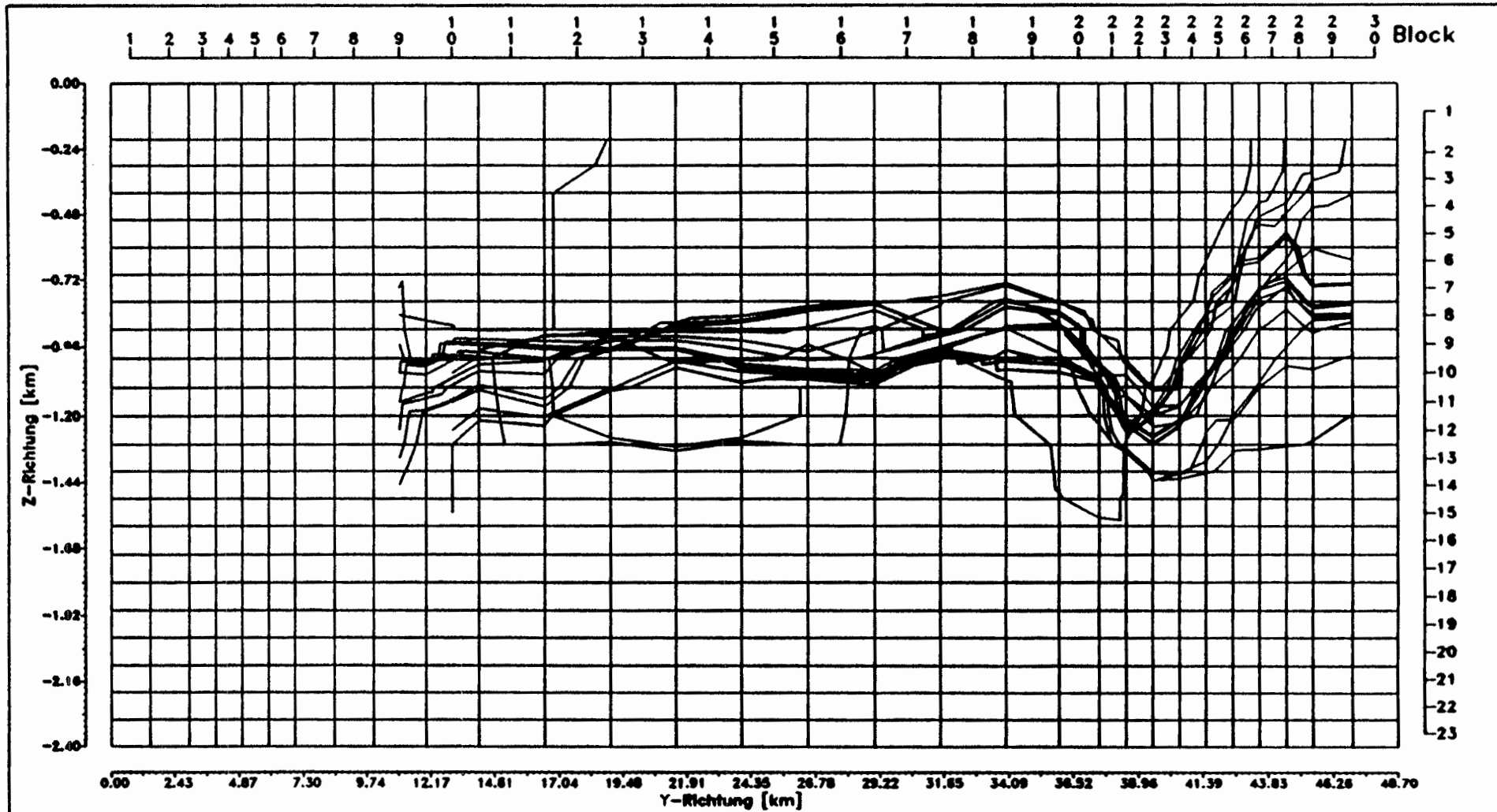


Ueberhoehung = 1.90



Abb. 4: Horizontalprojektion saemtlicher Stromlinien  
Konrad Variante 2 mit offenem Nordrand

Gitter 30°15'23



Ueberhoehung = 10.68

Abb. 5: Vertikalprojektion saemtlicher Stromlinien  
Konrad Variante 2 mit offenem Nordrand

Gitter 30°23'15

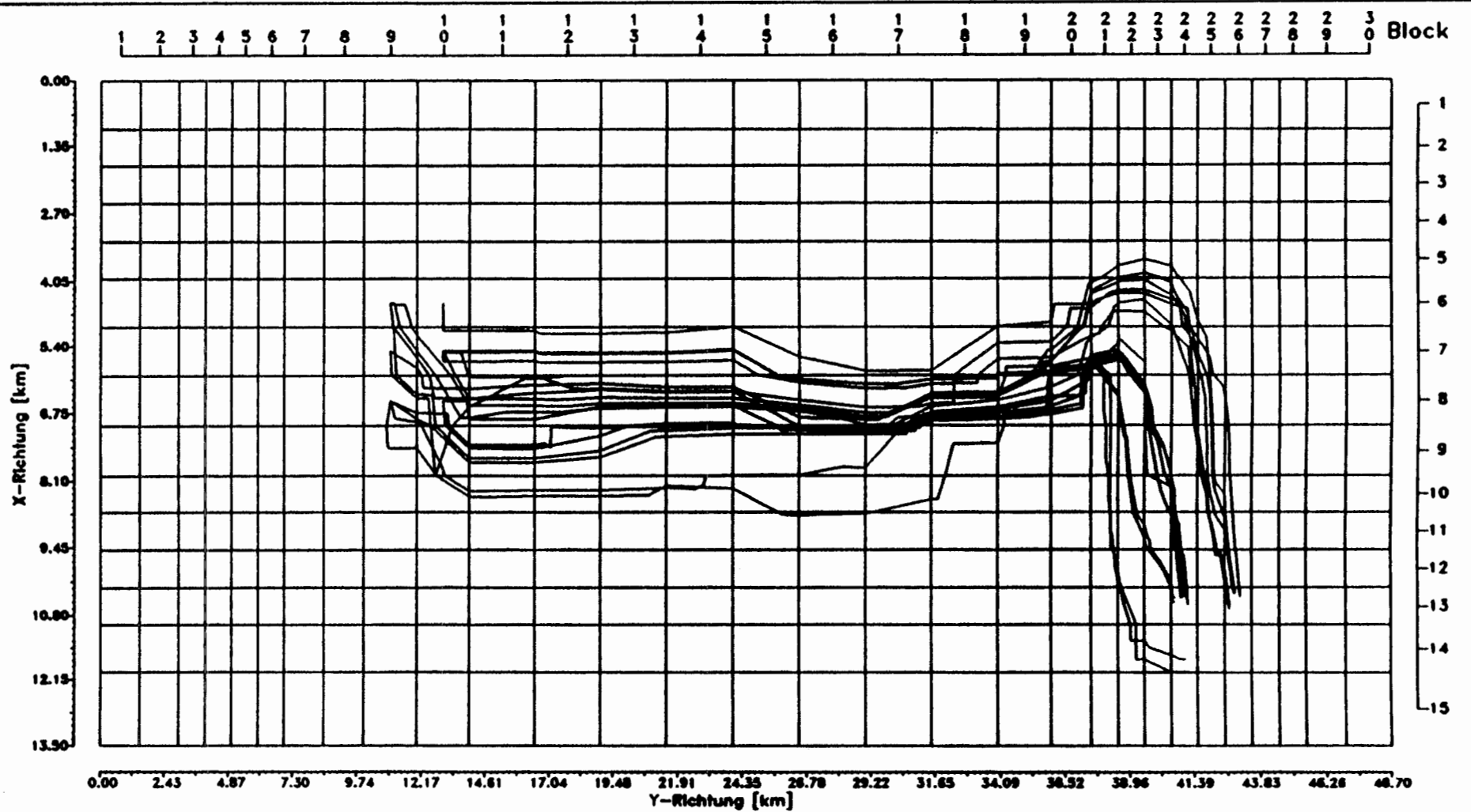
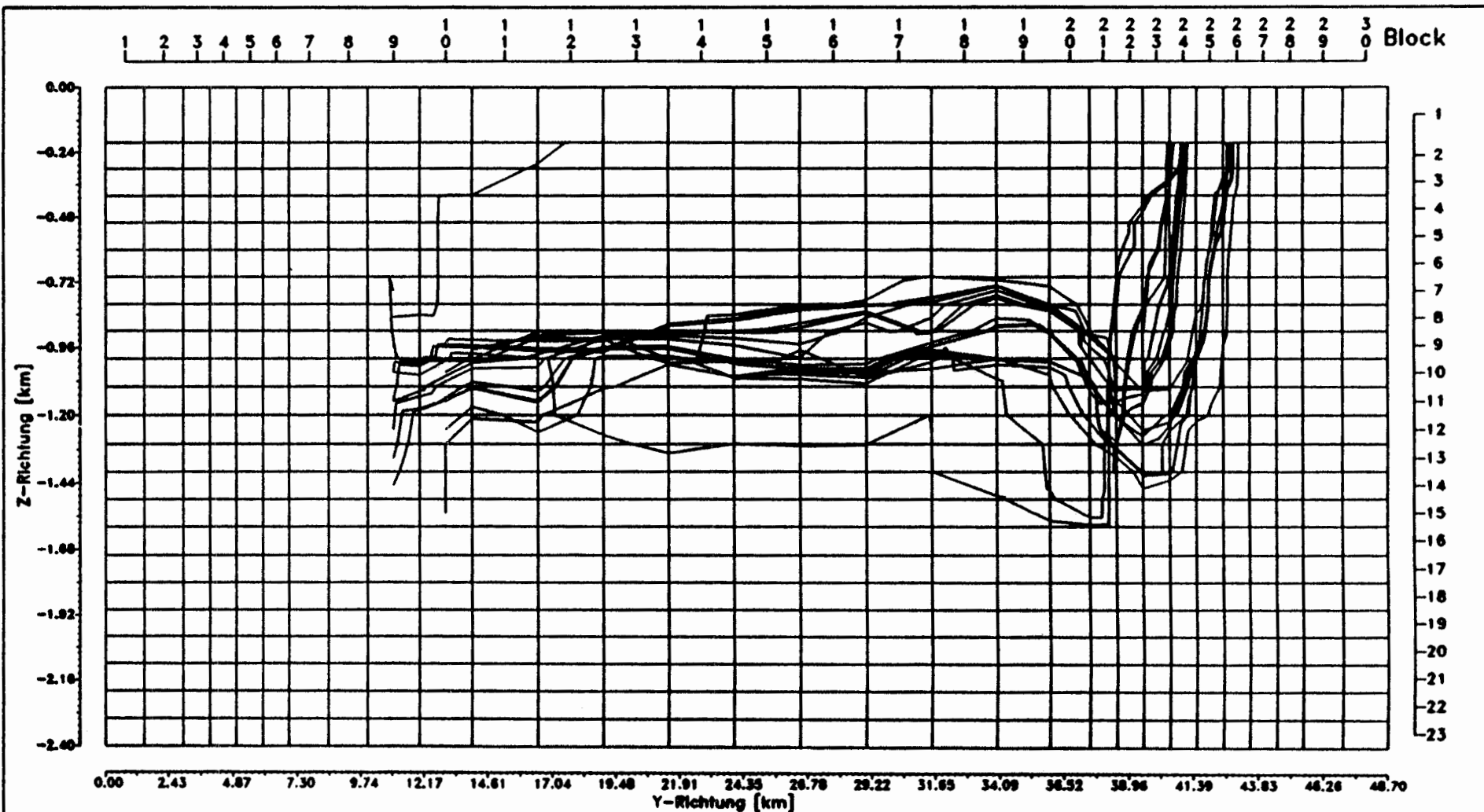


Abb. 6: Horizontalprojektion saemtlicher Stromlinien  
Konrad Variante 2 mit geschlossenem Nordrand

Gitter 30°15'23



Ueberhoeung = 10.68

Abb. 7: Vertikalprojektion saemtlicher Stromlinien  
Konrad Variante 2 mit geschlossenem Nordrand

Gitter 30\*23\*15