



***„Das Prinzip aller Dinge ist das Wasser, denn Wasser ist alles
und ins Wasser kehrt alles zurück.“***

Thales von Milet (um 625 - um 547 v.Chr.), griechischer Philosoph

Technische Universität Graz
Dekanat für Bauingenieurwissenschaften
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Hydrologische und hydraulische Grundlagen am Nzoia River

Masterarbeit
von
Günther FINDENIG

Vorgelegt zur Erlangung des
akademischen Grades eines Diplomingenieurs
der Studienrichtung Bauingenieurwesen

Graz, im Dezember 2012

.....

Betreuer der Masterarbeit
Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Josef SCHNEIDER

.....

Eid (Ehrenwörtliche Erklärung)

Ich erkläre an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Ich versichere, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin oder einem Beurteiler) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Graz, im Oktober 2012

.....

Danksagung

Als erstes möchte ich meiner Frau Tanja danken, die mir zu jeder Zeit den nötigen Rückhalt gab, meinem Studium nachzugehen und dieses zu beenden. Ohne sie hätte ich das nicht geschafft.

Derselbe Dank gebührt meinen Eltern, Christine und Johann, die es mir ermöglicht haben zu studieren, und mich während meiner Ausbildung in jeder erdenklichen Form gefördert und unterstützt haben.

Weiters möchte ich mich bei Herrn Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Josef SCHNEIDER für die Begutachtung und Betreuung meiner Diplomarbeit bedanken und für die Möglichkeit, diese auf dem Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft verfassen zu dürfen. Er war während der ganzen Zeit mein erster Ansprechpartner, hat sich immer bemüht auf all meine Fragen Antworten zu finden und hat mir geduldig geholfen, den roten Faden, zum Erreichen des Zieles dieser Diplomarbeit, nicht zu verlieren. Er hat mir den Kontakt nach Kenia verschafft und mir zu dieser prägenden Erfahrung verholffen.

Mein besonderer Dank in Kenia gilt Herrn Dr. Wycliff Saenyi (Leiter des Institutes für Water and Enviornment, Egerton University, Njoro, Kenia), der mein erster Ansprechpartner vor Ort war und mir bei allen Problem stets geholfen hat. Weiters dem Lake Basin Development Authority für die gute Zusammenarbeit und die Bereitstellung der Unterlagen.

Abschließend möchte ich mich noch bei meinen Freunden aufrichtig bedanken. Sie haben mir in kritischen Situationen immer neue Motivation gegeben, genauso wie sie mir bei Erfolgen durch die ein oder andere Feier tatkräftig zur Seite gestanden haben.

Kurzfassung

Der Nzoia River in Kenia ist einer der größten Zubringer des Lake Victoria im Einzugsgebiet des Nils. Die letzten 30 km vor der Mündung sind durch Überflutungen während der Regenzeiten geprägt. Diese Überflutungen haben in den letzten Jahren sowohl an Intensität als auch an Häufigkeit zugenommen. Gleichzeitig hat sich die Bevölkerungsdichte im Einzugsgebiet des Nzoia River vervielfacht. Diese Kombination führt zwangsläufig zu immer größeren Problemen in der Region. Die Regierung Kenias hat den Versuch gestartet, das Hochwasserproblem im unteren Einzugsgebiet des Flusses zu lösen. Zu diesem Zwecke ließ die Regierung Hochwasserschutzdämme errichten. Diese Dämme konnten jedoch die Bevölkerung, wegen fehlender oder falscher Grundlagendaten aus Hydrologie und Hydraulik bei der Planung, vor dem Hochwasser nicht schützen.

Erst nach der Errichtung der Schutzdämme wurden umfangreiche Untersuchungen in dem Gebiet angestellt. Die Annahmen, die als Grundlage für die Hochwasserschutzdämme getroffen wurden, erwiesen sich als falsch. Gemeinsam mit der zuständigen Behörde, der Lake Basin Development Authority, wurde festgelegt, dass in erster Linie die hydrologischen Grundlagen aufzuarbeiten sind. Eine weitere wichtige Aussage für die Behörde ist die Abfuhrfähigkeit des Flusses und der damit verbundene Ausuferungsbeginn. Weiters soll auf Basis der aktuellen hydrologischen Werte eine Abschätzung über die notwendigen Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Abstract

The Nzoia River in Kenya is one of the biggest inlets to the Lake Victoria within the River Nile basin. The last 30 km upstream the mouth of the river are affected by floods during rainy seasons. The frequency and intensity of these floods increased during the last years. At the same time the density of population has multiplied. This combination tends to result in major problems in this area. The government of Kenya has tried to solve the flood problems at the lower catchment of the river. For this purpose the government built embankments. Because of missing or wrong basics of hydrology and hydraulics these embankments could not protect the population against the floods.

After the construction of the embankments intensive studies at the area were started. The embankments were based on the wrong assumptions. Together with the responsible authority, the Lake Basin Development Authority, it was fixed, that first of all the hydrological basics must be reused. One more interesting statement for the authority is possible runoff of the river associated with the beginning of overtopping. Furthermore estimation about the required embankments are done.

Inhaltsverzeichnis

Eid (Ehrenwörtliche Erklärung)	ii
Danksagung	iii
Kurzfassung.....	iv
Abstract	v
1. Einführung.....	9
1.1 Prolog	9
1.2 Ausgangssituation, Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	13
1.3 Historischer Rückblick.....	14
1.3.1 Allgemeines.....	14
1.3.2 Der Nil Vertrag	14
2. Theoretische Grundlagen.....	17
2.1 Definitionen.....	17
2.1.1 Allgemeine Begriffe	17
2.1.2 Oberflächenwasser	17
2.1.3 Hydrographische Kenngrößen.....	19
2.2 Grundlagen der Hydraulik	22
2.2.1 Art des Abflusses	22
2.2.2 Fließgeschwindigkeit.....	23
2.2.3 Fließwiderstände	26
2.2.4 Durchflussberechnung	28
2.2.5 Abfluss an überströmten Strukturen	31
2.3 Grundlagen der Fließgewässermodellierung.....	34
2.3.1 Grundlagen der Hydrodynamik.....	34
2.3.2 Die Gleichungen von Navier-Stokes.....	34
2.3.3 Die Flachwassergleichungen.....	35
2.3.4 Die Raumdiskretisierung	36
2.3.5 Rand- und Anfangsbedingungen.....	38
2.3.6 Numerische Verfahren	38
2.3.7 Numerische Modelle.....	41
2.4 Grundlagen der konstruktiven Gestaltung	45

2.4.1	Deiche.....	45
2.4.2	Freibord.....	52
2.4.3	Überströmstrecken.....	54
2.5	Grundlagen der Deichsicherheit.....	56
2.5.1	Allgemeines.....	56
2.5.2	Schutz der Deichoberfläche.....	56
2.5.3	Standsicherheit von Deichen.....	57
2.5.4	Verbesserung der Standsicherheit von Deichen.....	57
2.6	Grundlagen der Sanierung von Deichen.....	58
2.6.1	Allgemeines.....	58
2.6.2	Beurteilung bestehender Deiche.....	58
2.6.3	Sanierung bestehender Deiche.....	58
3.	Methodik.....	60
3.1	Einzugsgebietsbeschreibung.....	61
3.1.1	Beschreibung des Istzustandes.....	62
3.2	Hydrologie.....	63
3.3	Software – WaspiHec2.....	67
3.3.1	Geländeprofile Erstellen.....	67
3.3.2	Punkteingabe.....	67
3.3.3	Uferbord.....	68
3.3.4	Profilabstände.....	68
3.3.5	Rauhigkeiten.....	69
3.3.6	Durchflusseingabe.....	69
3.3.7	Hydraulische Grenzen.....	70
3.3.8	Bordvoller Abfluss.....	71
3.4	Hydraulische Berechnungen am Nzoia River.....	72
4.	Ergebnisse.....	75
4.1	Ergebnisse Hydrologie.....	75
4.2	Ergebnisse Hydraulik.....	81
4.2.1	Bordvoller Abfluss.....	81
4.2.2	Abschätzung der erforderlichen Dammhöhen.....	83
4.2.3	HWS – Damm.....	85
4.2.4	Freibord.....	88
4.2.5	Überströmstrecken.....	88
4.3	Ufersicherung.....	91

4.3.1	Faschinenwand am Gewässer	91
4.3.2	Biogene maschinelle Ufersicherung	92
4.3.3	Offenes Uferdeckwerk	93
4.3.4	Übererdetes Uferdeckwerk.....	93
5.	Ausblick.....	96
5.1	Langfristige Umsetzung des Hochwasserschutzes	96
	Abbildungsverzeichnis.....	98
	Tabellenverzeichnis.....	100
	Literaturverzeichnis	101
6.	Anhang.....	104
6.1	Ergebnisse Hydrologie	104
6.2	Ergebnisse Hydraulik	123
6.2.1	Darstellung Querprofile	123
6.2.2	Tabellarische Ergebnisse	131
6.2.3	Schlüsselkurven Nzoie River.....	133

1. Einführung

1.1 Prolog

More than 500 families were also displaced in the flood-prone area of Budalangi (Abbildung 1) after a dyke along River Nzoia collapsed. In Budalangi South, 19 villages were flooded. [irinnews, 2008]



Abbildung 1: Überflutungen in Budalangi [Kenya Red Cross Society, 2007]

The dyke broke (Abbildung 2) at two sections next to the Makunda Secondary School and the Bwal Lwanga areas in Budalangi, north of Lake Victoria near the Kenya-Uganda border. The Nzoia River had burst its banks following heavy rains in the western highlands, especially on the Cherangani and Kaptagat hills that feed the river, displacing more than 40.000 people [irinnews; 2007].



Abbildung 2: Dammbbruch am Nzoia River I [irinnews; 2007]

In Budalang'i, 4.278 people (713 families) have been displaced due to the bursting of River Nzoia. This is attributed to heavy rainfall at Cherengani Hills in Kitale and Cheptagat Forest. There are no rains at all being experienced in Budalang'i. The displaced people have been camped at Makunda Secondary School and Mukhobola Health Centre. More displaced people are arriving daily to the Internally Displaced People's (IDP) camps and the number is expected to rise further. A number of families are still marooned (Abbildung 3) in Budalang'i and require immediate evacuation to save them from the rising waters. It is not clear how many people have been marooned as an assessment is being conducted. Elsewhere, the entire Southern part of Budalang'i is completely submerged (Abbildung 3). An estimated 4,000 people are marooned at these villages located in Bunyala South between River Yala and River Nzoia. Since this is the entire village population, it is impossible to evacuate all of them to safer ground. There is also no way of reaching them except by boat or by air [irinnews; 2007].



Abbildung 3: Obdachlose Familien in Budalang'i [irinnews; 2007]

Relief food and non-food assistance will instead be airdropped at their location. The Southern dyke in Budalang'i collapsed (Abbildung 4) in two places, at Makunda Secondary School and Bwal Luanga. However, after the Southern dyke broke, the pressure has since been reduced to avoid further calamity. A warning has been issued due to the possibility of the breaking up of the Northern dyke, which has been weakened due to water pressure at Nakasiongo. This could lead to further displacement of thousands of families. Sanitation in the Internally Displaced People's camps is wanting since the sanitation facilities are few and most are waterlogged or collapsed due to the incessant rainfall.

A number of primary schools are submerged (Abbildung 5). The road infrastructure in Budalang'i has also been damaged making accessibility difficult. The Rwambwa-Mau Mau Road class C 29 has completely been cut off at Makunda Secondary School, while the Ndekwe Bridge collapsed [irinnews; 2006].



Abbildung 4: Dammbrech Nzoia River II [Kenya Red Cross Society, 2006]



Abbildung 5: Überflutete Schule in Budalang'i [Kenya Red Cross Society, 2007]

1.2 Ausgangssituation, Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die Tiefebene des Nzoia Rivers ist eines der am stärksten vom Hochwasser betroffenen Gebiete Kenias und Ost Afrikas. Die Häufigkeit und die Intensität der Hochwässer hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Gleichzeitig ist die Bevölkerungszahl in den Ebenen des Nzoia Rivers stark angestiegen.

Hochwässer in Afrika bedeuten nicht nur den Verlust von Hab und Gut, sie sind meist mit dem Verlust von vielen Menschenleben verbunden. Die fehlende Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmittel, Medikamenten und Sanitären Einrichtungen fordert von Jahr zu Jahr eine größere Zahl an Todesopfern in Kenia.

Die Regierung von Kenia versucht seit vielen Jahren das Hochwasserproblem in den Griff zu bekommen. Dafür wurden entlang der letzten 30 km des Nzoia Rivers vor der Mündung in den Lake Victoria Hochwasserschutzdämme (HWS Dämme) errichtet. Diese Dämme erbrachten aus verschiedenen Gründen jedoch nie den gewünschten Effekt. Diese Gründe, wie fehlende oder falsche hydrologische Grundlagen, sollen zum Teil mit Hilfe dieser Masterarbeit belegt werden. Gleichzeitig soll gemeinsam mit der zuständigen Behörde, der Lake Basin Development Authority, im Zuge dieser Arbeit wesentliche Grundlagen für die Umsetzung eines funktionierenden Hochwasserschutzes geschaffen werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, die hydrologischen und hydraulischen Grundlagen am Nzoia River zu erfassen, aufzubereiten und den Behörden zu übermitteln. Weiters sollen konstruktive Details erarbeitet werden, um die Sicherheit der Bevölkerung hinter den HWS Dämmen zu verbessern.

1.3 Historischer Rückblick

1.3.1 Allgemeines

Seit den verheerenden „Uhuru“ Regenfällen im Jahr 1961 gab es im Nzoia Becken unzählige schwere Hochwasserereignisse, die in den letzten Jahren an Anzahl und Intensität zugenommen haben. Ebenso umfangreich ist die Zahl der Studien, die im Auftrag der Regierung Kenias zur Lösung dieses Problems durchgeführt wurden. Diese Studien waren großteils auf die Suche nach möglichen Dammstandorten ausgerichtet. Das Problem des Hochwassers sollte mit Hilfe von Staudämmen im Oberlauf des Flusses gelöst werden. Gleichzeitig sollte das Wasser zur Energiegewinnung und Bewässerung genutzt werden. Die Umsetzung dieser Pläne scheiterte jedoch am Nil Vertrag. Der Einfluss des Nil Vertrages auf den Nzoia River sind in Kapitel 1.3.2 beschrieben.

Die Regierung von Kenia begann im Jahre 1976 mit der Errichtung von Hochwasserschutzdämmen am Unterlauf des Nzoia Rivers. Die Dämme wurden mit einer durchgehenden Höhe von 2,5 m errichtet. Sie sollten die Bevölkerung vor Hochwässern mit einer Wiederkehrzeit von 50 Jahren (HQ_{50}) schützen. Die Schutzdämme erzielten jedoch nie die gewünschte Wirkung, da sie in regelmäßigen Abständen überströmt wurden oder brachen. Die Hochwasserprobleme im Unterlauf des Nzoia Rivers wurden damit nicht behoben.

1.3.2 Der Nil Vertrag

Das Einzugsgebiet des Nzoia River ist Teil des Einzugsgebietes des Lake Victoria Beckens, das wiederum Teil des Einzugsgebietes des Nils ist. Die Nutzung des Nilwassers ist durch 2 Verträge geregelt. Im Jahre 1929 wurde der 1. Nilvertrag zwischen Ägypten und Großbritannien unterzeichnet. Großbritannien vertrat dabei die Interessen seiner Kolonien u. a. Kenia und Sudan. Dieser Vertrag gab Kairo das alleinige Recht an der Nutzung des Nilwassers und ein Vetorecht für sämtliche Projekte zur Wassernutzung im gesamten Einzugsgebiet (Abbildung 6).



Abbildung 6: Einzugsgebiet Nil [Lake Basin Development Authority, 1998]

Im Jahre 1959 wurde nach massiver Intervention des Sudan gegen den 1. Nilvertrag, der 2. Nilvertrag zwischen Ägypten und dem Sudan unterzeichnet. Dieser Vertrag sichert dem Sudan eine jährliche Wassermenge von 18,5 Mio. Kubikmeter und Ägypten eine Wassermenge von 55,5 Mio. Kubikmeter zu. Das Vetorecht des 1. Nilvertrages blieb aufrecht. Seit 1954 wird der Wasserspiegel des Lake Victoria am einzigen Auslauf an den Owens Falls durch ein Dammbauwerk geregelt. Dort wird auch die Abgabe der Wassermenge für die Unterlieger geregelt.

Bis heute kämpfen Staaten wie Kenia, Tansania oder Äthiopien um die Auflösung dieses Vetorechtes und um die Anerkennung ihrer Wasserrechte. Ägypten und der Sudan haben jedoch, durch die vermehrte Wasserentnahme aus dem Lake Victoria und den damit verbundenen fallenden Wasserspiegel (Abbildung 7) im See, angekündigt, die Einhaltung dieses Vertrages notfalls militärisch durchzusetzen.

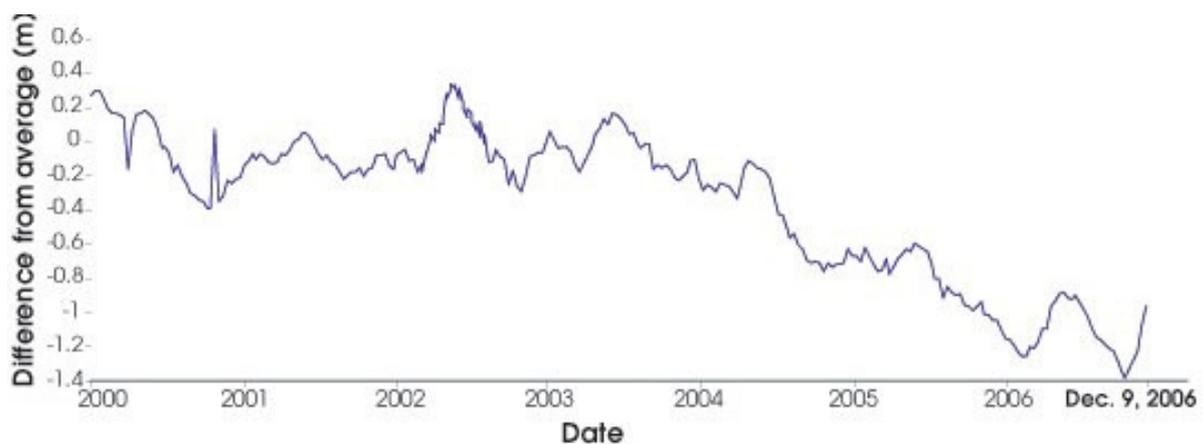


Abbildung 7: Abweichung vom langjährigen durchschnittlichen Wasserspiegel [Lake Basin Development Authority, 2003]

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Definitionen

Das folgende Kapitel soll die in der Hydrologie und Hydraulik verwendeten Begriffe zusammenfassend darstellen. Als Basis wurde die Önorm B2410 [Österreichisches Normungsinstitut, 2003] herangezogen.

2.1.1 Allgemeine Begriffe

Hydrologie

Wissenschaft vom Wasser, seinen Erscheinungsformen und seinen Eigenschaften und seinem Verhalten auf, unter und über der Erdoberfläche.

Vorflut

Möglichkeit für das Wasser, entweder durch Schwerkraft oder nach künstlicher Hebung abzufließen.

Abflussjahr; Haushaltsjahr

Einjähriger, nach hydrographischen Gesichtspunkten abgegrenzter Zeitabschnitt.

Abflussregime

Charakteristischer Gang des Abflusses eines Gewässers, bedingt durch das Klima, die Vegetation, die geologischen und geomorphologischen Gegebenheiten und durch die anthropogenen Einflüsse im zugehörigen Einzugsgebiet.

2.1.2 Oberflächenwasser

Einzugsgebiet

in der Horizontalprojektion gemessene Fläche eines Gebietes, das von Wasserscheiden begrenzt wird.

Gewässerbett

Natürliche oder künstliche Eintiefung der Landoberfläche, die dauernd oder häufig von Wasser erfüllt ist. Es umfasst Gewässersohle, Ufer, Nebengerinne, Seitenarme und Hochwasserflutmulden.

Durchflussquerschnitt

Fläche eines Schnittes durch den Wasserkörper eines Fließgewässers normal zu dessen Stromlinien.

Hochwasser-Abflussgebiet

Im Zuge eines Hochwasserereignisses zufolge Oberflächenabfluss wasserbedeckte und durch Hochwasser-Anschlaglinienbegrenzte Fläche. Als Hochwasser-Anschlaglinie wird die Schnittlinie des Wasserspiegels mit dem Gelände verstanden.

Überschwemmungsgebiet; Überflutungsgebiet

jener Teil des Hochwasser-Abflussgebietes außerhalb des Gewässerbettes, der infolge des Ausuferns vom Wasser überschwemmt oder durchflossen wird bzw. für die Hochwasserentlastung oder die Hochwasserrückhaltung benötigt wird.

Abfluss, bezogen auf ein Einzugsgebiet

Quotient aus dem Wasservolumen aus einem Einzugsgebiet, das den (die) Durchflussquerschnitt(e) in einem Talprofil während einer bestimmten Zeit durchfließt, und dieser Zeit.

Pegel

Einrichtung einer Pegelstation zur Messung der Höhe des Flüssigkeitsspiegels, bezogen auf einen Bezugspunkt.

Pegelschlüssel (Wasserstands-Durchfluss-Beziehung)

Zusammenhang zwischen dem Wasserstand und dem zugehörigen Durchfluss in einem bestimmten Gewässerquerschnitt (z.B. Pegelprofil) unter Voraussetzung eines stationären Durchflusses.

2.1.3 Hydrographische Kenngrößen

Ganglinie

zeichnerische Darstellung des Verlaufs von beobachteten oder berechneten Merkmalswerten als Funktion der Zeit.

Dauerlinie

zeichnerische Darstellung von zeitlich äquidistant liegenden, beobachteten oder berechneten Merkmalswerten in der Reihenfolge ihrer Größe. Die Werte sollten im Allgemeinen der Größe nach fallend über der Zeitachse aufgetragen werden.

Überschreitungswahrscheinlichkeit

Wahrscheinlichkeit, dass ein Merkmal einen vorgegebenen Merkmalswert oder Schwellenwert überschreitet. Die Überschreitungswahrscheinlichkeit $P_{\bar{u}}$ ergibt sich als Differenz zwischen der Zahl 1 und der Unterschreitungswahrscheinlichkeit dieses Schwellenwertes.

Jährlichkeit

Reziprokwert der Überschreitungswahrscheinlichkeit bzw. der Unterschreitungswahrscheinlichkeit von extremen Merkmalswerten.

Hochwasser

Wasserstand oder Abfluss, der eine zu bestimmende Grenze überschreitet. Dieser Grenzwert wird aus den Wasserstands- bzw. Durchflusswerten oder den örtlichen topographischen Gegebenheiten bestimmt. In der hydrographischen Statistik auch Bezeichnung für den Scheitelwert einer Hochwasser-Ganglinie.

***n*-jährliches Hochwasser**

Hochwasser, dessen Überschreitungswahrscheinlichkeit gleich ist dem Reziprokwert von n .

Tabelle 1: Bereichseinteilung für die Berechnung gegliederter [Österreichisches Normungsinstitut, 2003]

Hauptwerte der hydrographischen Statistik (Kurzfassung der Begriffsbestimmungen)	Wasserstand H' cm	Abfluss ¹⁾ Q m ³ /s	Abflussspende ¹⁾ q l/(s · km ²)	Wassertemperatur T °C
durch theoretische Überlegungen und Berechnungen ermittelter höchstmöglicher Wert	RHHW	RHHQ	RHHq	RHHT
überhaupt bekannter höchster Wert	HHW	HHQ	HHq	HHT
höchster Wert im betrachteten Zeitabschnitt	HW	HQ	Hq	HT
n-jährliches Hochwasser	HW _n	HQ _n	Hq _n	
Mittel der Jahreshöchstwerte im betrachteten Zeitabschnitt	MJHW	MJHQ	MJHq	MJHT
Jahreshochwasser	HW _{Jahreszahl}	HQ _{Jahreszahl}	Hq _{Jahreszahl}	
niederstes (kleinstes) Jahreshochwasser	HW _{min}	HQ _{min}	Hq _{min}	
Mittel aller Hochwerte im betrachteten Zeitabschnitt	MHW	MHQ	MHq	MHT
höchstes (größtes) Jahreshochwasser	HW _{max}	HQ _{max}	Hq _{max}	
höchster (größter) Monats- (Jahres)mittelwert im betrachteten Zeitabschnitt	HMW (HJMW)	HMQ (HJMQ)	HMq (HJmq)	HMT (HJMT)
Mittelwert im betrachteten Zeitabschnitt	MW	MQ	Mq	MT
niederster (kleinster) Monats- (Jahres-)mittelwert im betrachteten Zeitabschnitt	NMW (NJMW)	NMQ (NJMQ)	Nmq (NJmq)	NMT (NJMT)
mittleres Tagesniederwasser im betrachteten Zeitabschnitt	MNW _T	MNQ _T	MNq _T	
niederstes (kleinstes) Tagesniederwasser im betrachteten Zeitabschnitt	NW _T	NQ _T	Nq _T	
Mittel aller Niederwässer im betrachteten Zeitabschnitt	MNW	MNQ	MNq	
Mittel der Jahresniederstwerte im betrachteten Zeitabschnitt	MJNW	MJNQ	MJNq	MJNT
Jahresniederwasser	NW _{Jahreszahl}	NQ _{Jahreszahl}	Nq _{Jahreszahl}	
höchstes (größtes) Jahresniederwasser	NW _{max}	NQ _{max}	Nq _{max}	
niederster Wert im betrachteten Zeitabschnitt	NW	NQ	Nq	NT
niederstes (kleinstes) Jahresniederwasser	NW _{min}	NQ _{min}	Nq _{min}	
mittleres Jahresniederwasser berechnet aus den niedersten Tagesniederwasser	MJNW _T	MJNQ _T	MJNq _T	
überhaupt bekannter niederster Wert	NNW	NNQ	NNq	NNT
durch theoretische Überlegungen und Berechnungen ermittelter niederstmöglicher Wert	RNNW	RNNQ	RNNq	RNNT
Für die Hauptwerte der hydrographischen Statistik von Grundwasserstand und Grundwassertemperatur werden analog zu Wasserstand und Wassertemperatur als Zeichen RHHGW, HHGW, HGW, MGW, NGW, NNGW sowie HHGWT, HGWT, MGWT, NGWT, NNGWT verwendet.				
¹⁾ Die Abflüsse bzw. die Abflussspenden bei MJHW, MHW, MW, MJNW und MNW werden durch folgende Zeichen ausgedrückt: Q(MJHW), Q(MHW), Q(MW), Q(MJNW) und Q(MNW) bzw. q(MJHW), q(MHW), q(MW), q(MJNW) und q(MNW). Q(MW) ist zB jener Abfluss, der nach dem Pegelschlüssel dem mittleren Wasserstand MW zugeordnet ist, während MQ das Mittel aus den einzelnen Abflusswerten selbst ist.				

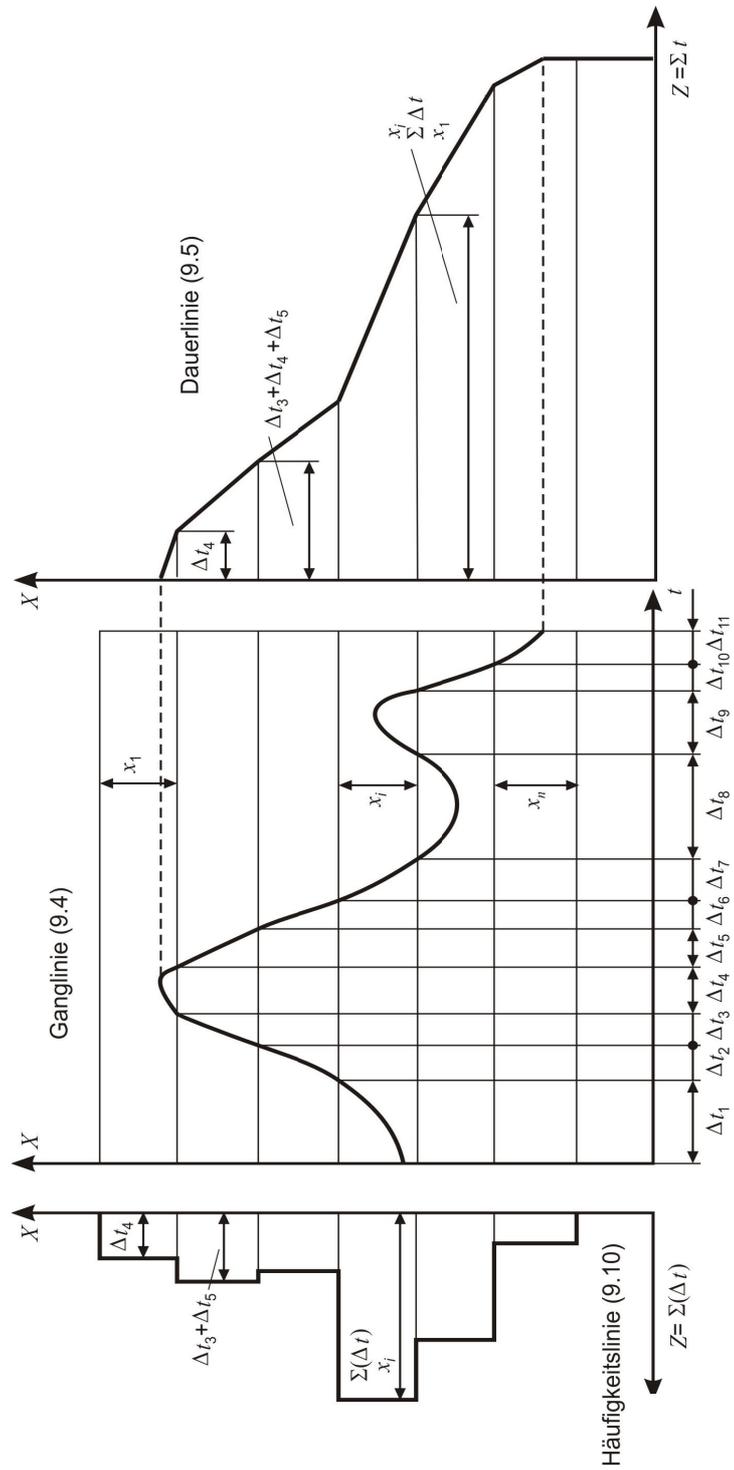


Abbildung 8: Häufigkeitslinie, Ganglinie und Dauerlinie [Österreichisches Normungsinstitut, 2003]

2.2 Grundlagen der Hydraulik

Hydraulische Nachweise bilden die rechnerische Grundlage bei der Umgestaltung von Fließgewässern. In diesem Kapitel werden einige grundlegende Methoden dargestellt, die der möglichst genauen Erfassung der in einem Fließgewässerquerschnitt wirkenden Faktoren dienen.

2.2.1 Art des Abflusses

Beim Abfluss unterscheidet man generell zwischen strömendem und schießendem Abfluss. In den meisten Gerinnen herrscht strömender Abfluss vor. Schießenden Abfluss findet man z.B. in Wildbächen und über Sohlenstufen, charakterisiert durch große Fließgeschwindigkeiten bei geringen Wassertiefen. Für einen beliebigen Querschnitt eines Gerinnes gilt die aus der allgemeinen Bewegungsgleichung von Bernoulli abgeleitete Energiegleichung:

$$h_E = h + \frac{v_m^2}{2g} \quad [1]$$

mit:

h_E : Energiehöhe [m]

h : Wassertiefe [m]

v_m : mittlere Geschwindigkeit [m/s]

g : Erdbeschleunigung [m/s²]

Die Energiehöhe ist eine Funktion der Wassertiefe. Bei konstantem Abfluss erreicht die Energiehöhe ein Minimum bei einer Grenztiefe (h_{gr}) und einer Grenzgeschwindigkeit (v_{gr}). Diese Wassertiefe bildet die Grenze zwischen strömendem und schießendem Abfluss. Ob ein Abfluss strömend oder schießend ist muss bei der Berechnung der Wasserspiegellinie, d.h. der Entwicklung des Wasserspiegels in Gewässerlängsrichtung beachtet werden.

Der jeweilige Fließzustand wird durch die Froude-Zahl (Fr) charakterisiert. Sie ist ein Maß für das Verhältnis zwischen der mittleren Fließgeschwindigkeit und der Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Oberflächenwelle.

$$Fr = \frac{v}{v_c} \quad [2]$$

mit:

v : charakteristische Geschwindigkeit [m/s]

v_c : Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Oberflächenwelle [m/s]

Ist $Fr < 1$ handelt es sich um einen strömenden Abfluss. Die Oberflächenwelle kann sich entgegen der Fließrichtung ausbreiten. Die Wasserspiegelberechnung muss flussaufwärts erfolgen. Ist $Fr > 1$ liegt ein schießender Abfluss vor. Hydraulische Berechnungen erfolgen in Fließrichtung. $Fr = 1$ beschreibt das Grenzverhältnis. Für verschiedene Querschnittsformen sind die jeweiligen Grenzwerte in Tabellenwerken erfasst. Der Übergang vom Strömen zum Schießen erfolgt allmählich an der Grenztiefe (h_{gr}). Der Übergang vom Schießen zum Strömen erfolgt hingegen plötzlich in einem Wechselsprung. Gründe für einen solchen Fließwechsel sind z.B.

- Einengung des Querschnitts
- Abnahme der Gerinnerauheit
- Vergrößerung des Sohlgefälles

Der Übergang vom Schießen zum Strömen erfolgt in einem Wechselsprung bei dem die überschüssige Energie in Form von Wärme und Schall frei wird.

2.2.2 Fließgeschwindigkeit

Der Abfluss eines Fließgewässers lässt sich allgemein mit Hilfe der Kontinuitätsgleichung bestimmen.

$$Q = v_m \cdot A \quad [3]$$

mit:

Q : Abfluss [m^3/s]

A : Querschnittsfläche des Profils [m^2]

Die Geschwindigkeitsverteilung in einem natürlichen Querschnitt eines Fließgewässers ist aufgrund von unterschiedlichen Ufer- und Sohlbeschaffenheiten ungleichmäßig (Abbildung 9).

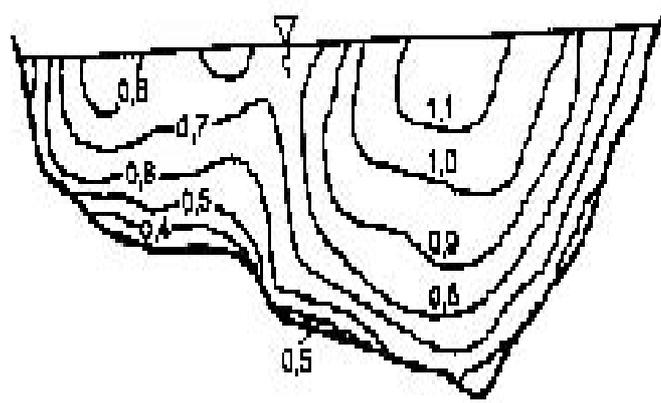


Abbildung 9: Geschwindigkeitsverteilung in einem natürlichen Fließgewässer [Patt, 1998]

Manning-Strickler Fließformel

Die Manning-Strickler Fließformel ist eine häufig verwendete Formel, mit deren Hilfe man die Leistungsfähigkeit und Lage des Wasserspiegels bestimmen kann.

$$v_m = k_{\text{Str}} * r_{\text{hy}}^{2/3} * I_s^{1/2} \quad [4]$$

mit:

k_{Str} : Geschwindigkeitsbeiwert nach Strickler [$\text{m}^{1/3}/\text{s}$]

r_{hy} : hydraulischer Radius [m]

I_s : Sohlengefälle [-]

Das Widerstandsverhalten des durchflossenen Querschnitts wird durch den Geschwindigkeitsbeiwert nach Strickler erfasst. Die k_{Str} -Werte für offene Gerinne mit natürlichen Gewässersohlen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Allerdings ist die Manning-Strickler-Beziehung für naturnahe Gerinne nur eingeschränkt anwendbar, da sie bei komplizierteren Profilformen zu ungenau wird.

Tabelle 2: Geschwindigkeitsbeiwerte für die Manning-Strickler-Gleichung [Patt, 1998]

	k_{St} -Werte		k_{St} -Werte
<i>Natürliche Wasserläufe:</i>		<i>Erdkanäle:</i>	
Fluss mit fester Sohle, ohne Unregelmäßigkeiten	40–42	Festes Material, glatt	60
Fluss m. mäßigem Geschiebe	35–38	Fester Sand m. etwas Ton und Schotter	50
Fluss, verkrautet	30–35	Sohle aus Sand und Kies, Böschung gepflastert	45–50
Fluss mit Geröll und Unregelmäßigkeiten	30	Feinkies	40
Fluss, reich an grob. Geschiebe	28–30	Grobkies	35
Vorland, je nach Bewuchs	15–20	Scholliger Lehm	30
Wildbach mit grobem Geröll	15–20	mit groben Steinen ausgelegt	26–30
Wildbach mit grobem Geröll, Geschiebe in Bewegung	10–15	Sand, Lehm, Kies, stark bewachsen	20–26
<i>Felskanäle:</i>			
mittelgrob ausgebrochen	25–30		
sorgfältig ausgesprengt	20–25		
sehr grober Ausbruch	15–20		

Berechnung nach Darcy-Weisbach

Die Berechnungsmethode nach Darcy-Weisbach wird zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit in naturnah ausgebauten Gerinnen empfohlen, da sie im Gegensatz zur Methode nach Manning-Strickler Rauheiten und die Geschwindigkeitsverteilung besser berücksichtigt.

$$v_m = \left(\frac{8g}{\lambda} \right)^{1/2} * r_{hy}^{1/2} * I_E^{1/2} \quad [5]$$

mit:

λ : Widerstandsbeiwert [-]

r_{hy} : hydraulischer Radius [m]

I_E : Energielinien- bzw. Wasserspiegelgefälle [-]

Auch bei dieser Methode werden Vereinfachungen vorgenommen. Es wird ein stationärer Abfluss angenommen, d.h. die Fließgeschwindigkeit ist in den einzelnen Querschnitten konstant. Weiterhin werden Sohlenverformungen und Sekundärströmungen nicht berücksichtigt.

2.2.3 Fließwiderstände

Um die Berechnungsansätze eines naturnahen Gerinnes möglichst genau zu halten, müssen die Fließwiderstände so exakt wie möglich bestimmt werden.

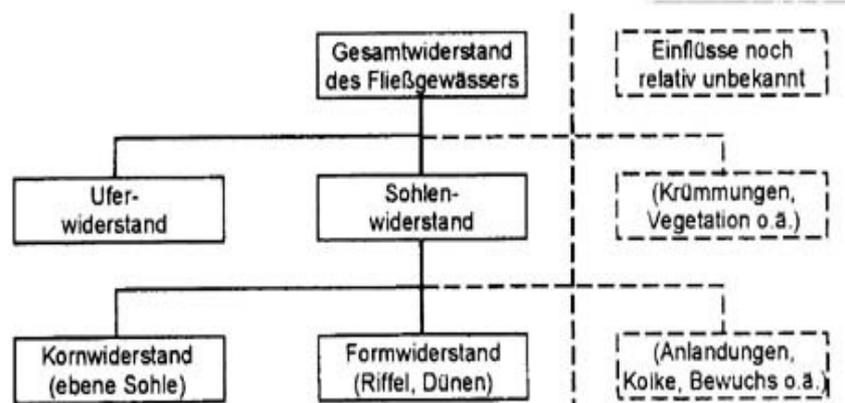


Abbildung 10: Fließwiderstände in einem offenen Gerinne [Patt, 1998]

In Abbildung 10 ist ein Überblick über die Widerstände, die in einem Fließgewässer wirken, dargestellt. Aus Vereinfachungsgründen werden in hydraulischen Berechnungen einige Fließwiderstände vernachlässigt, deren Einflüsse noch relativ unbekannt sind. Andere werden unter Annahme von Widerständen in fiktiven Trennflächen berücksichtigt.

Sohlwiderstände

Sohlwiderstände können mit Hilfe der Gleichung von Keulegan anhand der äquivalenten Sandrauheiten (k_S) bestimmt werden. Für die äquivalenten Sandrauheiten liegen je nach Korndurchmesser und Sohlform Näherungswerte vor, die in Tabellen (Tabelle 3) nachgeschlagen werden können. Für raue, offene Gerinne gilt die Gleichung von Keulegan in folgender Form:

$$\frac{1}{\lambda^{1/2}} = 2,03 * \lg \left(12,27 * \frac{r_{hy}}{k_S} \right) \quad [6]$$

mit:

k_S : Rauheitsmaß [m]

Tabelle 3: Äquivalente Sandrauheiten k_s [Patt, 1998]

Sohlenaufbau	k_s -Werte [mm]
<i>Fels:</i>	
nachgearbeitet gleichmäßig	220–350
mittelgrob	450–700
<i>Erdkanäle:</i>	
regelmäßig, je nach Ausführung	15–60
sehr guter Zustand, frei von Bewuchs	6–10
Sohle und Böschung schlammig, sehr regelmäßig	25–50
steiniger Boden, vereinzelt Pflanzen	80–140
stärker bewachsen	190–270
schlechter Zustand	300–500
bei Geschiebetrieb	100–200
stark verkrautet	500–1500
<i>Steine und Kiese (kein Transport):</i>	
Grobkies, Böschungen etwas angegriffen, Sohle mit einigen Steinen	50–54
<i>Steine und Kiese (kein Transport):</i>	
gut gerundeter Kalksteinschotter (bis 5 cm)	
Zwischenräume durch Sand und Schlamm ausgeglichen	30–40
Sand und Kies bis 6 cm, Böschungen stellenweise schlammig	20–55
gleichförmig gebrochene Steine, geschüttet, 10–20 cm groß, ebene Sohle	16–18

Widerstände von Bewuchsstrukturen

Auch Bewuchsstrukturen beeinflussen den Abfluss in einem Gerinne. Berücksichtigt man den Bewuchs eines Gewässers bei der Widerstandsbestimmung muss man die Bewuchsstrukturen zunächst klassifizieren. Man unterscheidet zwischen Klein-, Mittel- und Großbewuchs. Kleinbewuchs sind z.B. Gräser, also Formen, die gegenüber der Wassertiefe klein sind und sich in der Strömung umlegen. Zur Berechnung kann hier der Widerstand mit ausreichender Genauigkeit als äquivalente Sandrauheit erfasst werden. Mittel- und Großbewuchs sind sog. durchströmte Rauheiten, da sie größer als die Wassertiefe sind. Ihr Formwiderstand wird durch folgende Gleichung beschrieben (Abbildung 11):

$$\lambda_p = \frac{4A_p}{(a_x * a_y)} * c_{wr} \quad [7]$$

mit:

λ_p : Formwiderstand aus überströmten Rauheiten [-]

A_p : Angeströmte Fläche eines Bewuchselementes [m²]

a_x : Abstand der Bewuchselemente in Fließrichtung [m]

a_y : Abstand der Bewuchselemente quer zur Fließrichtung [m]

C_{wr} : Widerstandsbeiwert einer durchströmten Bewuchsgruppe ($0,6 < C_{wr} < 2,4$) [-]
für Überschlagsrechnungen wird $C_{wr} = 1,5$ vorgeschlagen

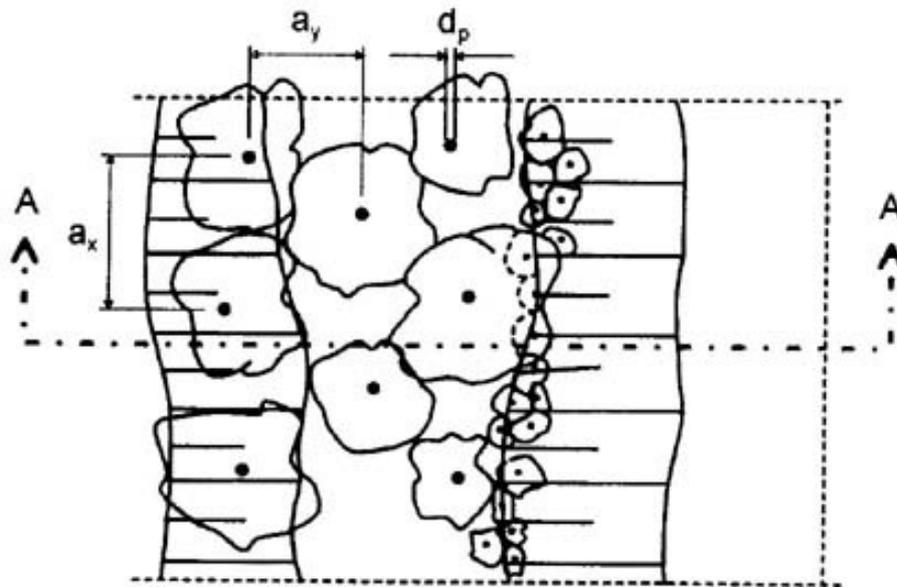


Abbildung 11: Rechnerische Erfassung von Bewuchselementen [Patt, 1998]

Tritt Bewuchs in einem Gerinne auf führt dies zu Interaktionen zwischen dem gehölzfreien Mittelquerschnitt und der Bewuchszone.

2.2.4 Durchflussberechnung

Der Gesamtwiderstand in einem Fließgewässer aus unterschiedlichen Einzelwiderständen zusammen. Der Gesamtwiderstand hingegen beeinflusst die Fließgeschwindigkeiten im Querschnitt und somit auch die Abflussleistung des Gerinnes. Um die Abflussleistung möglichst genau zu bestimmen, muss man bei der Berechnung zwischen verschiedenen Profilformen unterscheiden:

- Kompaktquerschnitte mit konstanter Rauheit
- Kompaktquerschnitte mit stark veränderlichen Wand- und Sohlenrauheiten
- Gegliederte Querschnitte mit Interaktionen

Kompaktquerschnitte mit konstanter Rauheit

Zur Berechnung der Fließgeschwindigkeit kann entweder die Methode nach Manning-Strickler oder nach Darcy-Weisbach angewendet werden. Zur Abflussbestimmung wird der errechnete Wert in die Kontinuitätsgleichung eingesetzt. Variieren die Sohlrauheiten im Querschnitt nur geringfügig, kann der Querschnitt aufgeteilt werden (Abbildung 12). Die Abflussleistung wird für jeden Teilabschnitt einzeln bestimmt und anschließend zur Gesamtabflussleistung aufsummiert.

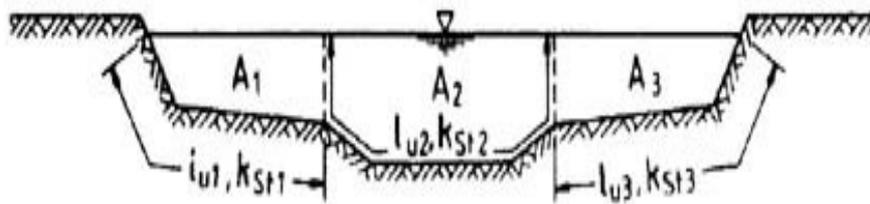


Abbildung 12: Querschnittsaufteilung bei geringfügig variiertem Sohlrauheit [Gunkel, 1996]

Kompaktquerschnitte mit stark veränderlichen Wand- und Sohlrauheiten

Die Querschnittsaufteilung erfolgt entsprechend Abbildung 12. Zur Bestimmung des Gesamtwiderstandes λ werden die Einzelwiderstände mit den jeweiligen benetzten Umfängen gewichtet.

$$\frac{1}{\lambda^{1/2}} = \left(\frac{l_{u,ges}}{\sum (i * l_{u,i})} \right)^{1/2} \quad [8]$$

mit:

$l_{u,ges}$: benetzter Gesamtumfang [m]

λ_i : Fließwiderstand der Teilfläche i

$l_{u,i}$: benetzter Umfang der Teilfläche i [m]

Gegliederte Querschnitte mit Interaktion

Unter gegliederten Querschnitten mit Interaktion versteht man Querschnitte, die sich in eine unbewachsene Hauptgerinne und bewachsene Vorländer unterteilen lassen (Abbildung 13).

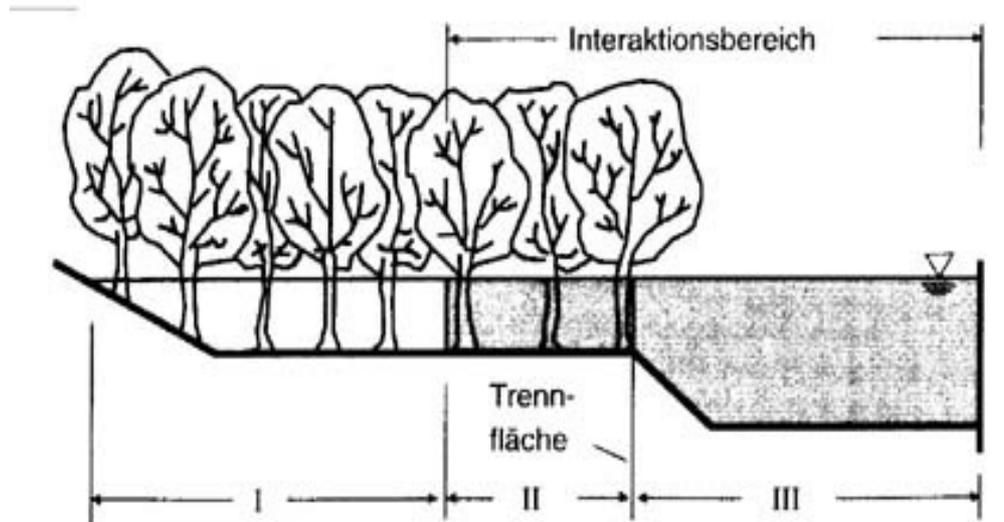


Abbildung 13: Querschnitt mit Bewuchs [Patt, 1998]

Die Fließgeschwindigkeit wird hier maßgeblich durch den Massen- und Impulsaustausch zwischen langsam fließender Strömung im bewachsenen Abschnitt und der schneller fließenden Strömung im bewuchsfreien Querschnitt bestimmt. Die Strömungsverhältnisse lassen sich in einem Gerinne mit Uferbewuchs in vier Bereiche unterteilen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Bereichseinteilung für die Berechnung gegliederter Querschnitte [Patt, 1998]

Strömungsbereich	Interaktionen	Bereich
Hauptgerinne	unbeeinflusst von Bewuchszonen	Bereich-IV
	beeinflusst von Bewuchszonen	Bereich-III
Vorländer	beeinflusst vom Hauptgerinne	Bereich-II
	unbeeinflusst vom Hauptgerinne	Bereich-I

Die Fließwiderstände werden in den jeweiligen Zonen durch unterschiedliche Parameter bestimmt:

- I : Fließwiderstände des Bewuchses und der Sohle
- II, III : Fließwiderstände des Bewuchses, der Sohle und Makroturbulenzen
- IV : Sohlenwiderstand

Zur Abflussbestimmung werden die Widerstände der einzelnen Querschnittsabschnitte als Trennflächenrauheiten (k_T) oder als Trennflächenwiderstände (λ) in die Abflussberechnung des gehölzfreien Querschnitts (III) mit einbezogen. Somit erhält man einen größeren Gesamtwiderstand des Mittelquerschnitts. In die Berechnungen der bewachsenen Abschnitte (I & II) gehen die Trennflächenwiderstände nicht mit ein.

2.2.5 Abfluss an überströmten Strukturen

Überströmte Strukturen sind zum Beispiel Steinschwellen, die einzelne Becken von Fischeaufstiegen miteinander verbinden oder Überströmstrecken an Dämmen. Beim Einbau von solchen Strukturen muss u.a. darauf geachtet werden, dass der gewünschte Abfluss nicht unterbunden wird. Bei der Berechnung muss man zwischen einem vollkommenen und einem unvollkommenem Überfall (Abbildung 14) unterscheiden. Der Abfluss bei vollkommenem Überfall kann mit Hilfe der Poleni-Formel bestimmt werden:

$$Q = 2/3 * \mu * b * (2g)^{1/2} * h_{\ddot{u}}^{2/3} \text{ [m}^3\text{/s]} \quad [9]$$

mit

Q : Abfluss [m³/s]

$h_{\ddot{u}}$: Überfallhöhe [m]

μ : Abflussbeiwert [-]

b : Länge der Überfallkrone [m]

Bei unvollkommenem Überfall wird der Abfluss durch das Unterwasser beeinflusst. Rechnerisch wird dieser Einfluss durch den Überfallbeiwert c erfasst.

$$Q = c * 2/3 * \mu * b * (2g)^{1/2} * h_{\ddot{u}}^{2/3} \text{ [m}^3\text{/s]} \quad [10]$$

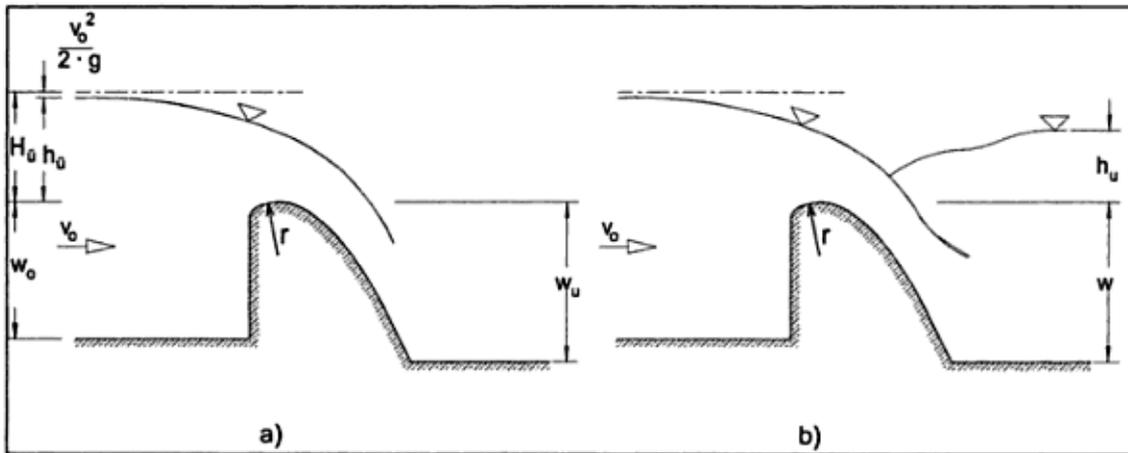


Abbildung 14: Vollkommener (a) und unvollkommener (b) Überfall [Patt, 1998]

Der Überfallsbeiwert c wurde für das Verhältnis von der Höhe des Oberwassers über der Steinkrone zu Höhe des Unterwassers über der Steinkrone für unterschiedliche Kronenformen ermittelt.

Der Abflussbeiwert μ hängt von der Höhe des Wasserstandes h_k über der Rampenkronen, der Steingröße d_s , der Geometrie der Rampenkronen, der Kronenüberhöhung gegenüber der Oberwassersohle und von der Neigung der Seitenböschung ab. Für verschiedene Verhältnisse von Wasserstand über der Rampe zur Steingröße konnten die entsprechenden Abflussbeiwerte ermittelt werden.

Im Gegensatz zu den schon besprochenen Strukturen handelt es sich hier um einen seitlich überströmten Überfall. Auch hier dient die Poleni-Formel als Berechnungsgrundlage:

$$Q_{\text{Str}} = v * 2/3 * \mu * (2g)^{1/2} * L * H_{\text{ü}}^{2/3} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad [11]$$

mit:

Q_{Str} : Abfluss über die seitliche Überfallkante $[\text{m}^3/\text{s}]$

v : Beiwert für die Schräganströmung $[-]$

μ : Überfallsbeiwert $[-]$

L : Länge der Überfallkronen $[\text{m}]$

$H_{\text{ü}}$: mittlere Überfallhöhe $[\text{m}]$

dabei ist $H_{\text{ü}}$:

$$H_{\text{ü}} = \frac{(h_u - h_o)}{2} \quad [12]$$

Der spezifische Abfluss ($\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^{-1}$) über ein Entlastungsbauwerk ergibt pro Laufmeter Überfallkrone:

$$Q_{\text{Str}} = 2,805 \cdot \mu \cdot H\ddot{u}^{2/3} \quad [13]$$

Die notwendige Länge L einer Überfallkrone errechnet sich aus:

$$L = \frac{(HQ_x - HQ_n)}{Q_{\text{Str}}} \quad [14]$$

mit:

HQ_n : Ausbaudurchfluss [m^3/s]

HQ_x : Zufluss mit größeren Jährlichkeit als das Bemessungsereignis [m^3/s]

.

2.3 Grundlagen der Fließgewässermodellierung

Das folgende Kapitel soll einen Einblick in die Fließgewässermodellierung geben. Es wird auf die mathematischen Grundlagen von numerischen Modellen eingegangen. Der Inhalt des folgenden Kapitels ist zum Teil dem Arbeitsbehelf „Fließgewässermodellierung – Hydrodynamik“ [Lebensministerium, 2007 a] entnommen.

2.3.1 Grundlagen der Hydrodynamik

Die Grundgleichungen der Hydrodynamik beruhen auf den Erhaltungsgleichungen der Physik. Diese sind Massen-, Impuls- und Energieerhaltung. Eine allgemeine Herleitung dieser Gleichungen kann anhand einer Kontrollvolumenbetrachtung geführt werden. Bei der Impulsgleichung führt eine Berücksichtigung des Zusammenhangs zwischen Spannung und Verformung auf die nachfolgende Darstellung der Gleichungen, die man auch als die Gleichungen von Navier-Stokes bezeichnet.

2.3.2 Die Gleichungen von Navier-Stokes

Die Impuls- bzw. Navier-Stokes-Gleichungen bilden zusammen mit der Kontinuitätsgleichung ein System von Gleichungen, das ausreicht, 3D-Strömungen unter Vernachlässigung thermischer Energie zu lösen.

Die Gleichungen von Navier-Stokes beinhalten keine Vereinfachungen, d. h. falls durch die numerische Lösung keine Fehler eingeführt werden, können selbst komplexeste Strömungen bis ins letzte Detail korrekt berechnet werden. Außer für sehr kleine Rechengebiete und niedere Reynoldszahlen ist eine solche Lösung vom Rechenaufwand zur Zeit ausgeschlossen, weswegen Vereinfachungen vorgenommen werden müssen. Nach Reynolds werden die Strömungsgrößen in einen Mittelwert und einen Schwankungsterm unterteilt, wodurch ein symmetrischer, viskoser Spannungstensor mit zusätzlichen sechs Unbekannten entsteht. Man spricht dann von den Reynolds-Gleichungen.

Da keine neuen Gleichungen zur Lösung der zusätzlichen Unbekannten zur Verfügung stehen, kann keine geschlossene Lösung gefunden werden. Das ist der Grund für die sogenannte Turbulenzmodellierung, bei der die unbekannt Komponenten des viskosen Spannungstensors mit den primären Variablen korreliert werden. Je

nach Komplexität der entsprechenden Korrelationen spricht man von Null-, Ein- oder Zweigleichungsmodellen bzw. von Reynoldsspannungsmodellen, bei denen jeder der sechs Terme über eine zusätzliche partielle Differenzialgleichung mit den primären Unbekannten modelliert wird.

Vereinfachungen der Gleichungen von Navier-Stokes

Die vollständigen Ausgangsgleichungen (Reynolds-Gleichungen) stellen ein komplexes System nicht-linearer, partieller Differenzialgleichungen dar, welches nur durch numerische Verfahren näherungsweise gelöst werden kann. Die numerische Lösung ist umso besser, je feiner das Rechengebiet in Teilgebiete (Zellen/Elemente) unterteilt wird. Diesen Schritt nennt man Diskretisierung [Lebensministerium, 2007 a].

Die Gleichungen von Navier-Stokes bzw. die Reynolds-Gleichungen können auf verschiedene Art und Weise vereinfacht werden, nämlich durch eine Reduktion der Dimensionalität, bzw. durch die Vernachlässigung oder Vereinfachung von Termen der Ausgangsgleichungen [Lebensministerium, 2007].

2.3.3 Die Flachwassergleichungen

2.3.3.1 Die eindimensionalen Flachwassergleichungen

Den Flachwassergleichungen liegen die nachfolgenden, vereinfachenden Annahmen zugrunde [aus Lebensministerium, 2007 a]:

1. Die Wellenlänge ist sehr viel größer als die Wellenhöhe (Flachwasserannahme).
2. Die Geschwindigkeiten und damit der Impuls in der vertikalen Richtung können deshalb vernachlässigt werden.
3. Der Druck kann als hydrostatisch angenommen werden, da die Stromlinienkrümmungen gering sind.
4. Die Geschwindigkeiten in Querrichtung sind klein verglichen mit denjenigen in Hauptströmungsrichtung. Sie können deshalb vernachlässigt werden.
5. Die Strömungsgrößen verändern sich im betrachteten Querschnitt nicht.

Mit diesen Annahmen können die 1D-Flachwassergleichungen aus den allgemeinen Gleichungen von Navier-Stokes hergeleitet werden. Eine Schwierigkeit der Flach-

wassergleichungen besteht darin, dass es sehr wichtig ist, mit den richtigen Variablen zu arbeiten.

2.3.3.2 Die zweidimensionalen Flachwassergleichungen

Die im obigen Abschnitt dargestellten Vereinfachungen 1 bis 3 gelten auch für die 2D-Flachwassergleichungen. Anstelle von 4 und 5 tritt die Annahme, dass:

1. Die Geschwindigkeiten in x- und y-Richtung werden berücksichtigt.
2. Die Geschwindigkeiten werden über die Wassertiefe gemittelt.

2.3.3.3 Anwendbarkeit vereinfachter Gleichungen

Die 1D-Flachwassergleichungen gehen vereinfachend davon aus, dass nur Geschwindigkeiten und Impuls in Hauptströmungsrichtung berücksichtigt werden müssen, und dass die Geschwindigkeit in Hauptströmungsrichtung über den Querschnitt gemittelt wird. Im Falle von Überflutungsrechnungen sind beide Annahmen verletzt. Strömung tritt aus einem Gerinne in seitliche Überflutungsflächen aus, d. h. es existiert eine nicht zu vernachlässigende laterale Strömungsgeschwindigkeit. Zudem sind die Geschwindigkeiten im überfluteten Bereich infolge der kleinen Abflusstiefe gering, d. h. es existiert ein beträchtlicher Unterschied zwischen querschnittsgemittelter Geschwindigkeit und wirklicher Geschwindigkeit.

In einem 2D Flachwassermodell werden die Geschwindigkeiten in der Vertikalen vernachlässigt, außerdem werden die Geschwindigkeiten über die Abflusstiefe gemittelt und ein hydrostatischer Druck angenommen. Diese Vereinfachungen sind lokal nicht zutreffend, wenn sich infolge der Strömung die Sohle verändert. Beim Erodieren der Sohle können Kolke entstehen, wo die Geschwindigkeit eine große Komponente in der Vertikalen aufweist. Die Stromlinien sind gekrümmt, die hydrostatische Druckannahme deshalb nicht mehr zutreffend und der Transport von Sohlenmaterial ist nicht eine Funktion der mittleren, sondern einer lokal an der Sohle wirkenden Geschwindigkeit [Lebensministerium, 2007 a].

2.3.4 Die Raumdiskretisierung

Damit eine partielle Differenzialgleichung (PDG) numerisch gelöst werden kann, muss in einem ersten Schritt das Berechnungsgebiet in Untergebiete unterteilt wer-

den. Diesen Vorgang nennt man diskretisieren. Er dient dazu, dass auf kleinen Teilgebieten die PDG näherungsweise gelöst werden kann. Je feiner die Unterteilung des Berechnungsgebiets ist, desto geringer fallen die Näherungen auf den Untergebieten ins Gewicht. Es gibt verschiedene Wege, um ein Rechengebiet zu diskretisieren. Nicht notwendigerweise, aber oft ist dies der Fall, sind bestimmte Diskretisierungsmethoden auch eng mit den Lösungsverfahren verknüpft. Eine Hauptunterteilung ist die Unterteilung in strukturierte und unstrukturierte Netze [Lebensministerium, 2007 a].

2.3.4.1 Strukturierte Netze

Strukturierte Netze sind die einfachsten Netze, die zur Unterteilung eines Rechengebiets verwendet werden können. Sie können dadurch charakterisiert werden, dass die Anzahl von Unterteilungen in eine Raumdimension immer konstant ist, d. h. ein 2D-Netz hat eine bestimmte Anzahl Zellen n_x bzw. n_y in x - bzw. y -Richtung. Damit kann jede Zelle im Berechnungsgitter oder jeder Berechnungsknoten eindeutig mit zwei Zählern (für ein 2D-Netz) identifiziert werden. Strukturierte Netze können weiter unterteilt werden in:

- Reguläre Netze
- Orthogonale Netze
- Krummlinige Netze

Ein großer Vorteil der strukturierten Netze besteht darin, dass der Speicherbedarf auf dem Computer gering ist, da die zu einer Zelle gehörigen Knoten und die Nachbarzellen aufgrund der Zellenidentifikation bekannt sind. Dadurch ergibt sich eine einfachere Struktur der zu lösenden Matrix und speziell schnelle Gleichungslöser können verwendet werden. Der größte Nachteil von strukturierten Gittern besteht darin, dass sie geometrisch unflexibel sind. Es ist schwierig bis unmöglich komplizierte Gebiete abzubilden.

2.3.4.2 Unstrukturierte Gitter

Unstrukturierte Netze sind am komplexesten zu generieren, weisen demgegenüber aber die höchste, geometrische Flexibilität auf. Ein unstrukturiertes Netz kann so

charakterisiert werden, dass die Anzahl der Nachbarn einer Zelle nicht definiert ist. Ein unstrukturiertes Netz muss mindestens zweierlei Informationen beinhalten:

- Sämtliche Knoten und deren Koordinaten
- Sämtliche Zellen und die Information, welche Knoten Bestandteil dieser Zelle sind.

Unstrukturierte Netze werden vor allem bei finiten Elementen verwendet (siehe Kapitel 2.3.6.4). Auch für die Methode der finiten Volumen (FV, Kapitel 2.3.6.3) werden teilweise unstrukturierte Gitter gebraucht, allerdings verbunden mit dem Nachteil, dass Rechengeschwindigkeit verloren geht.

2.3.5 Rand- und Anfangsbedingungen

Wenn ein Problem numerisch angegangen wird, so muss das Gebiet zuerst diskretisiert werden. Auf dem diskretisierten Teilgebiet wird anschließend eine PDG mit einem numerischen Verfahren gelöst. Eine eindeutige Lösung der PDG ist aber nur möglich, wenn Randbedingungen definiert werden. Im Falle eines instationären Problems müssen zusätzlich die Randbedingungen in Zeitrichtung, die sogenannten Anfangsbedingungen vorgegeben werden.

Die numerische Lösung eines Problems wird durch die Rand- und Anfangsbedingungen maßgeblich beeinflusst. Der beste numerische Algorithmus hilft nicht, wenn die Randbedingungen schlecht gesetzt wurden, da diese die Lösung unmittelbar am Rand und fallweise bis weit ins Rechengebiet hinein, beeinflussen.

2.3.6 Numerische Verfahren

2.3.6.1 Grundlagen

Numerische Methoden zur Berechnung von Strömungen können mit experimentellen Untersuchungen einer Strömung verglichen werden. In beiden Methoden können nur eine begrenzte Anzahl von Strömungsgrößen zur Beschreibung der Strömung gemessen oder berechnet werden. Da die verwendeten algebraischen Verteilungen üblicherweise einfache Ausdrücke darstellen, ist deren Gültigkeit nur auf ein kleines Teilgebiet eingeschränkt. Ein solches Teilgebiet nennt man Element, die Unterteilung die zu solchen Elementen führt, die Raumdiskretisierung.

2.3.6.2 Methode der finiten Differenzen

Die Methode der finiten Differenzen (FD) geht von der Differenzialform der Gleichung aus. Bei den FD gehen erste und zweite Ableitungen der unbekanntem Strömungsgrößen aus einer Taylor-Reihenentwicklung um einen betrachteten Punkt P hervor. Je nach Genauigkeitsansprüchen werden deren Glieder höherer Ableitungen vernachlässigt. Falls die Terme bis zu den Quadratischen berücksichtigt werden, so spricht man von einer Genauigkeit zweiter Ordnung. Erste bzw. höhere Ableitungen lassen sich so als Differenzenquotienten benachbarter Knotenwerte darstellen. Die partielle Differenzialgleichung wird folglich durch eine Reihe von Differenzenquotienten approximiert [Lebensministerium, 2007 a].

2.3.6.3 Methode der finiten Volumen

Für die Methode der finiten Volumen (FV) transformiert man die partielle, differenzielle Ausgangsgleichung in eine geringfügig andere Form, indem man sie über das betrachtete Gebiet integriert. In jeder Zelle werden die Flüsse, die Quellen/Senken bzw. die zeitlichen Änderungen der betrachteten Größe bilanziert, das auf ein ähnliches Gleichungssystem mit Differenzenquotienten führt wie bei den FD. Ein gewichtiger Vorteil der finiten Volumen-Methode ergibt sich aus der Verwendung der Integralform, nämlich die unbedingte Erhaltung von Masse, Impuls und Energie, das bei FD nicht der Fall ist [Lebensministerium, 2007 a].

Die Bilanzierung der Flüsse für jedes Volumen ist im Prinzip unabhängig von der Form des Elements, d. h. dass die finite Volumen Methode geometrisch sehr viel flexibler ist, als die Methode der FD.

2.3.6.4 Methode der finiten Elemente

Die finite Element (FE) Methode verwendet weder die Differenzialform noch die Integralform der Gleichung, sondern die sogenannte schwache Integralform. Dies geschieht dadurch, dass auf die Ausgangsgleichung die Methode der gewichteten Residuen angewendet wird. Bei jeder Diskretisierung tritt ein Fehler auf, d. h. dass die Lösung des diskreten Systems von der effektiven Lösung der Ausgangsgleichung verschieden ist. Die Methode der gewichteten Residuen verlangt nun, dass der Fehler, der mit einer Gewichtsfunktion versehenen Ausgangsgleichung, verschwindet, sofern wir über das Gebiet integrieren. Die bei FV verwendete Bilanzgleichung wird

nicht mehr streng in jedem einzelnen Element erfüllt, sondern nur mehr über das Gesamtgebiet. Das heißt, daß in einzelnen Elementen die Bilanz geringfügig verletzt werden kann. Während bei den FV die unbekanntes Strömungsgrößen durch einen konstanten Wert pro Zelle dargestellt werden, so wird bei den FE eine Änderung derselben im Element durch einen linearen oder höherwertigen polynomialen Ansatz berücksichtigt. Es entsteht schlussendlich ein Gleichungssystem analog zu den FV oder FD, das aufzulösen ist. Lineare, finite Elemente, welche die einfachste Form von Elementen darstellen, weisen eine höhere Genauigkeit auf, als entsprechende, finite Volumenelemente. Der geringere Rechenaufwand von FV gegenüber FE bei einem identischen Netz führt zu einem Genauigkeitsverlust, der bei einem Vergleich der Rechengeschwindigkeiten berücksichtigt werden sollte [Lebensministerium, 2007 a].

2.3.7 Numerische Modelle

Damit ein Modell für die Konsolidierung von Daten hilfreich ist, muss es die relevanten Vorgänge in Hinblick auf die Aufgabenstellung ausreichend abbilden. Bei Hochwässern müssen Ausuferungen und Retentionsvorgänge berücksichtigt und mit den Einflüssen von Managementmaßnahmen überlagert werden können [Lebensministerium, 2007 a].

Die für die Abflussmodellierung verfügbaren Modelle lassen sich in drei Gruppen einteilen:

- Numerische 1D-Modelle
- Numerische 2D-Modelle
- Numerische 3D-Modelle

2.3.7.1 Numerische 1D-Modelle

Numerische 1D-Modelle bilden Gewässer als „Linien in der Landschaft“ ab, wobei in der Regel verzweigte Strukturen möglich sind. Der Vorteil der 1D-Modelle liegt darin, dass sie bei hoher Performance die physikalischen Vorgänge besser und direkter abbilden als konzeptive Modelle.

Numerische 1D-Modelle können überall dort mit Erfolg angewendet werden, wo die Fließwege im Vorhinein bekannt sind, bzw. wo die Abweichungen von den angenommenen Fließwegen vernachlässigbar sind.

Dieser Modelltyp basiert auf den St. Venant'schen Gleichungen, denen die St. Venant'schen Hypothesen zugrunde liegen:

- Fluss wird als Stromröhre aufgefasst, Strömungsgeschwindigkeit ist über den Querschnitt konstant, Wasserspiegel horizontal.
- Krümmung der Stromlinien ist klein, vertikale Beschleunigungen sind vernachlässigbar, Druck stellt sich hydrostatisch ein.
- Einfluss von Wandreibung und Turbulenz sind durch Widerstandsgesetze quantifizierbar.
- Durchschnittliches Gefälle im Gerinne ist sehr klein.

Direkte Konsequenzen daraus sind:

- Variation der Profilgeometrien ist erlaubt, jedoch durch die geringe Krümmung der Stromlinien limitiert.
- Konstante Dichte des Mediums wird vorausgesetzt.
- Instationäre Fließvorgänge müssen sich in jedem Querschnitt durch zwei abhängige Variablen ausdrücken lassen: Wasserspiegel h , Durchfluss Q .

Beispiele für 1D-Modelle:

- *FLUX/FLORIS* (VAW/ETH Zürich, Schweiz und SCIETEC, Österreich)
- *HEC-RAS* (US Army Corps of Engineers, USA)
- *WASPI* (Hydroconsult, Österreich)

2.3.7.2 Numerische 2D-Modelle

2D-Modelle werden in den letzten Jahren verstärkt für die Ermittlung von Überflutungsflächen und für die Analyse von Vorlandüberflutungen verwendet. Der zentrale Vorteil ist, dass die Fließwege vom Modell ohne Zutun des Anwenders erkannt, respektive berechnet werden.

2D-Modelle sind zu bevorzugen, wenn die Fließwege stark verzweigt sind und wenn das für die gesuchten Aussagen von Bedeutung ist. Nachteile der 2D-Modelle sind die wesentlich größere Rechenzeit sowie der meist wesentlich größere Aufwand für Modellerstellung und Modellpflege. Diesem Modelltyp liegen die so genannten Flachwassergleichungen zugrunde (siehe Kapitel 2.3.3).

Erforderliche Datengrundlagen für 2D Modelle:

- Digitales Geländemodell in hoher Genauigkeit inklusive Abbildung der Gewässersohle.
- Strukturkanten als Polygonzüge (z. B. Dammkronen, Verkehrswege).
- Abmessungen und hydraulische Parameter von Flussbauwerken.
- Detaillierte Kenntnis über Bewuchs und räumliche Rauheitsverteilungen (z. B. Strickler-Beiwert) im Strömungsquerschnitt (Sohle u. Böschung) sowie in den Vorländern.

- Örtliche Lage der Zuflussränder sowie die dort vorliegenden Zuflussganglinie.
- Örtliche Lage des Abflussrands und dortige Wasserstandsganglinie.
- Bei Anwendung eines Turbulenzmodells höherer Ordnung sind außerdem Messwerte für die turbulente kinetische Energie k an den Modellrändern zum Ansatz zu bringen.

Beispiele für 2D-Modelle:

- AquaDyn (Hydrosoft Energie Inc.)
- CCHE - 2D (Nat. Center for Comp. Hydroscience and Engineering)
- FLO – 2D (FLO – 2D Software Inc., USA)
- Flumen (Beffa Hydrodynamik, Schweiz)
- Hydro_As-2D (Dr. Nujic, Deutschland)
- MIKE21 (DHI Water and Environment, Dänemark)
- SMS (BOSS Intl., USA) [reiner Pre- und Postprocessing-Modul]
- TELEMAC-2D (Electricité de France, Frankreich)

2.3.7.3 Numerische 3D-Modelle

3D-Modelle werden zurzeit wegen der großen Anforderungen bezüglich Modellerstellung und Rechenleistung im Wesentlichen nur für Detailuntersuchungen verwendet. Als Stand der Forschung können sie bei der Analyse von Vorgängen an Bauwerken (Brücken, Wehre, Turbinen, ...), von Sekundärströmungen in Flusskrümmungen und in Sonderfällen für die Modellierung von Dammbrüchen u.ä. angesehen werden.

Diesem Modelltyp liegen die vollständig dreidimensional formulierten Reynolds-gleichungen zugrunde, Vereinfachungen werden lediglich bei der Diskretisierung und Implementierung der Gleichungen zum Ansatz gebracht und sind daher vom jeweiligen Hersteller abhängig. Somit sind prinzipiell alle Fließphänomene abbildbar, Einschränkungen jedoch durch das jeweilige Turbulenzmodell gegeben.

Erforderliche Datengrundlagen für 3D Modelle:

Die erforderlichen Datengrundlagen entsprechen jenen der 2D-Modellierung, jedoch ist für eine gute Aussagekraft der Modellrechnungen insbesondere eine hohe Qualität des digitalen Geländemodells und der Flusssohlenaufnahme erforderlich.

Beispiele für 3D-Modelle

- Delft3D (WL | Delft Hydraulics, Niederlande)
- FLOW-3D (Flow Science Inc., USA)
- FLUENT (Fluent Inc., USA)
- RSim-3D (BOKU Wien / TU Wien, Österreich)
- SSIIM (Norwegian University of Science and Technology, Norwegen)
- STAR-CD (CD adapco group, UK/USA)
- SWIFT (AVL List GmbH, Österreich)
- TELEMAC-3D (Electricité de France & HR Wallingford, Frankreich/UK)

2.3.7.4 Entscheidungskriterien und Entscheidungsfindung

Die folgenden Punkte sollen als Unterstützung bei der Auswahl des geeigneten Modells dienen. Eine eindeutige Abgrenzung zwischen der Anwendbarkeit einzelner Modelle kann nicht getroffen werden.

Auswahlkriterien für Berechnungsmodelle:

- Kosten eines Modells
- Aufgabenstellung – Fragestellung
- Stationäre – instationäre Betrachtungen
- Größe des Untersuchungsgebiets
- Verfügbare Datengrundlage
- Benötigte Ergebnisse

2.4 Grundlagen der konstruktiven Gestaltung

2.4.1 Deiche

Ein **Deich** (engl. levee, franz. levée) ist ein Bauwerk, welches als künstlich aufgeschütteter Damm längs eines Fluss- oder Meerufers liegt. In Österreich wird auch die Bezeichnung Hochwasserschutzdamm (HWS-Damm) verwendet.

Ein **Damm** ist normgemäß ein zur Fließrichtung quergestelltes künstlich aufgeschüttetes Bauwerk (oder natürlich entstanden), das den Abfluss mehr oder minder behindert und zumeist stauend wirkt.

Im technischen Sprachgebrauch befindet sich der Deich an einem natürlichen Gewässer (z.B. Fluss oder Meer) und dient der Abwehr von vorübergehenden Gefahren (Hochwasserschutz). Hingegen befindet sich der Damm sowohl an natürlichen wie mitunter an künstlichen Gewässern (z.B. Stauanlage). Er kann aber auch der dauerhaften Lenkung des Wassers in einem natürlichen Gewässer (Leitdamm) dienen [Lebensministerium, 2007].

2.4.1.1 Trassierung

Die Trassenführung eines Hochwasserschutzdammes wird durch verschiedenste Randbedingungen definiert, wie:

- Fluss- und Talverlauf
- Hydraulische Randbedingungen
- Nutzungsansprüche, ökologische und raumordnungsmäßig Anforderungen
- Geohydrologie und Untergrund
- Rechtliche Bedingungen, Grundgrenzen etc.

Die hydraulische optimierte Linienführung fordert einen möglichst gestreckten Verlauf in Richtung des Hochwasserabflusses. Plötzliche Erweiterungen und Verengungen, scharfe Krümmungen sind möglichst zu vermeiden. Für das wasserseitige Vorland sind auch bei Uferdeichen breite Vorlandstreifen anzustreben. Dadurch wird die hydraulisch-mechanische Belastung für den Deich geringer, und Uferanbrüche müssen nicht unmittelbar zu Deichschäden führen [Lebensministerium, 2007].

2.4.1.2 Deichhöhe

Die Höhe eines Hochwasserschutzdammes wird bestimmt aus:

- Bemessungshochwasser und zugehörigem Wasserspiegel
- Freibord

Im Flussbau hat sich in Österreich die Festlegung auf ein HQ_{100} für den Schutz von Siedlungsgebieten etabliert. Abweichungen sind möglich. Für die Planungen ist weiters noch von wesentlicher Bedeutung, welche Auswirkungen ein über den Bemessungshochwasserwert hinausgehender Abfluss hat. Die (Rest)Risikobetrachtung untersucht Schadensabläufe und –ausmaß für größere Hochwasserereignisse und gibt mögliche Maßnahmen und Vorkehrungen für diesen Fall vor. So sind etwa Maßnahmen zu kontrollierter Flutung von Poldern vorzusehen (siehe Kapitel 2.5.3). Eine Festlegung auf einen definierten Schutzgrad ist in Kenia nicht üblich. Das Bemessungshochwasser wird immer individuell festgelegt.

2.4.1.3 Deichquerschnitt

Die Querschnittsform eines Hochwasserschutzdammes wird hauptsächlich durch folgende Vorgaben bestimmt:

- Kronenbreite
- Deichhöhe
- Böschungsneigungen
- Anordnung von Bermen

Die Formgebung ist abhängig von den Aspekten der Deicherhaltung und der Deichverteidigung, von der sekundären Nutzung als Weg und von der Integration in das Landschaftsbild. Die Anordnung und die Gestaltung über diese Grundelemente richtet sich nach den Beanspruchungen, denen Deiche aufgrund ihrer Lage und Höhe ausgesetzt ist, nach den Baumaterialien und dem inneren Aufbau sowie den Untergrundverhältnissen [Lebensministerium, 2007].

Das Grundmuster eines ideellen Hochwasserschutzdammes ist in folgende 3 Zonen gegliedert:

- Stützkörper
- Dichtung
- Filter und Drainage

Der Deich besteht aus einem Erddamm. Konstruktiv kommen dafür verschiedene Lösungsmöglichkeiten in Betracht, wobei im allgemeinen folgenden Grundelemente zu unterscheiden sind (Abbildung 15):

- Stützkörper (1)
- mineralische Dichtung (2)
- Filter (3)
- Untergrundabdichtung (4)
- Schutzschicht (5)
- durchlässiger Untergrund (6)
- Dichtungsteppich (7)
- Freibord (8)
- Dammkrone (9)
- luftseitige Böschung (10)
- Dränagekeil (11)

Der Stützkörper leitet den Wasserdruck in den Untergrund ab und erreicht damit die Standsicherheit des HWS-Dammes. Bei den Dichtungselementen im Dammquerschnitt sind wasserseitige Oberflächendichtungen (Außendichtungen) und zentrale oder schräg liegende Innendichtungen zu unterscheiden.

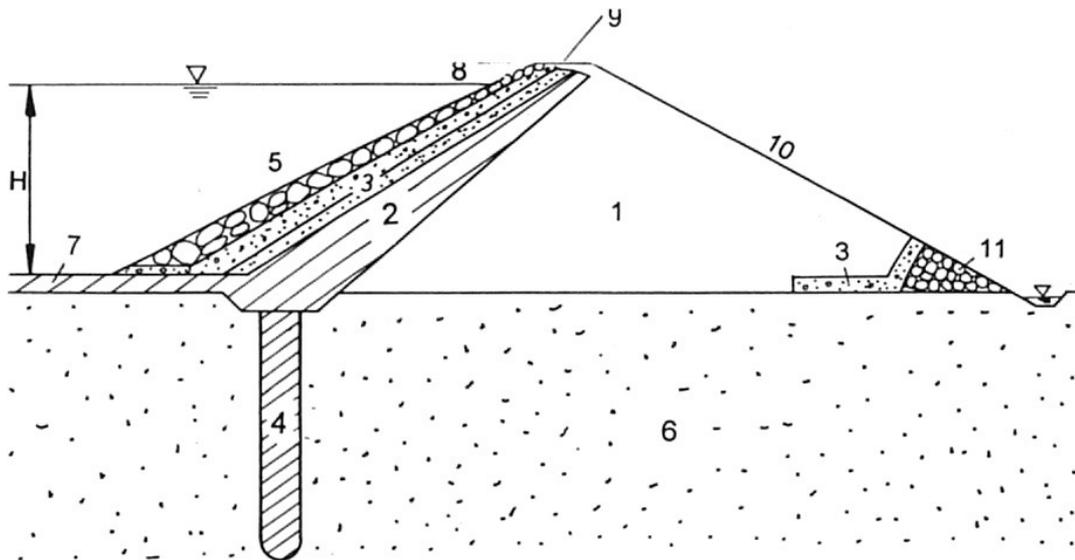


Abbildung 15: Hauptkonstruktionselemente eines Deiches [Lattermann, 1999]

Im einfachsten Fall werden Deiche als **Homogendeiche** aus einem einheitlichen Schüttmaterial ausgeführt, erforderlichenfalls mit einem Drainagekeil am luftseitigen Deichfuß und einer Böschungssicherung auf der wasserseitigen Böschung (Abbildung 19). Ein Vorteil der Homogendeiche liegt in der einfachen Technologie der Deichherstellung; sie sind besonders bei geringen Deichhöhen geeignet.

Homogene Deiche werden aus mittel bis schwach durchlässigen Böden hergestellt ($k \leq 10^{-5} \text{ m/s}$). Geeignete Materialien sind schluffige Kiese, schluffige Sande, Schluffe und Tone. Bei geringer Scherfestigkeit des Bodens weisen diese Dämme flache Böschungsneigungen auf. Es bildet sich eine hochliegende Sickerlinie aus, so dass ein großer Teil des Dammkörpers unter Auftriebswirkung steht. Die Sickerlinie ist daher durch entsprechenden Drainagekörper abzusenken. Homogene Dämme kommen in Frage, wenn in der Nähe der Dammbaustelle bzw. im Beckenbereich genügend geeignetes Material zur Verfügung steht.

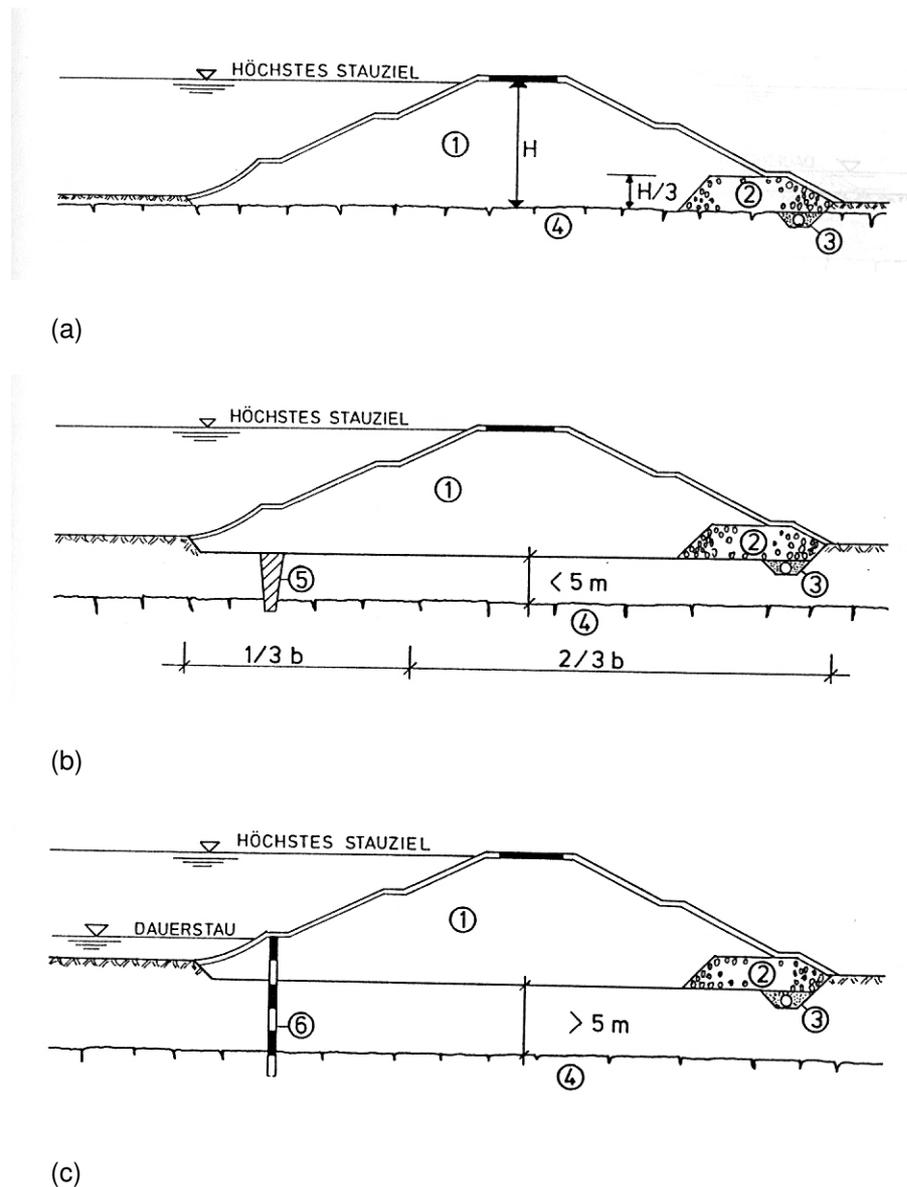


Abbildung 16: Beispiele für homogene Dämme ohne eigenes Dichtungselement mit:
 1 Stützkörper, 2 Steinfuß mit Filter, 3 Sickerleitung, 4 Dichter Untergrund, 5 Dichtungssporn, 6 Dichtungsschürze [Muth, 2001]

Bei **Zonendeichen** (gegliederte Deiche, inhomogene Deiche, Abbildung 17) soll die Durchlässigkeit der einzelnen Körper vom Dichtungskörper nach den Böschungen hin immer größer werden. Je stärker die Dammgliederung, um so größer ist der technologische Nachteil, dass die unterschiedlichen Schüttmaterialien verschiedenartige Einbau- und Verdichtungsverfahren verlangen.

Zur Verminderung der Sickerwasserverluste durch den Untergrund und um die unter dem luftseitigen Dammkörper auftretenden Porenwasserdrücke herabzusetzen sowie zur Erhöhung der Standsicherheit des Staudammes sind gegebene

nenfalls Abdichtungsmassnahmen im Untergrund und in den Talflanken erforderlich (Abbildung 16b und Abbildung 16c).

Als Abdichtungen des Untergrundes kommen Injektionsschleier oder Dichtwände (z.B. Schlitzwände, Schmalwände oder Stahlspundwände) in Betracht. Dadurch wird eine Verlängerung des Sickerweges und damit ein Druckabbau mit niedrigerem hydraulischen Gradienten und geringem Sickerwasserabfluss erreicht.

Zu Sondermaßnahmen zählen die Verlängerung des Sickerweges durch einen Dichtungsteppich auf der Wasserseite, die Errichtung einer Druckbank bzw. Brunnen am luftseitigen Dammfuss.

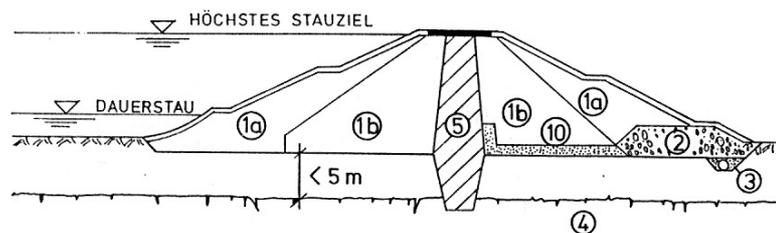


Abbildung 17: Zonendeich mit Kerndichtung mit: 1 Stützkörper, 1a Stützkörper durchlässig, 1b Stützkörper undurchlässig, 2 Steinfuss mit Filter, 3 Sickerleitung, 4 Dichter Untergrund, 5 Dichtungskern [Muth, 2001]

2.4.1.4 Dichtungskörper

Kerndichtungen mit breitem Dichtungskern (Abbildung 18) werden meist aus natürlichen Dichtungstoffen (Lehm) hergestellt.

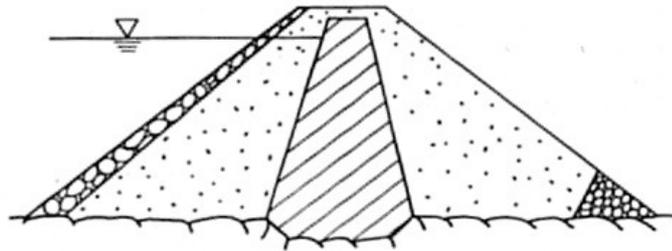


Abbildung 18: Deich mit Kerndichtung [Lattermann, 1999]

Kerndichtungen mit schmalen Dichtungskern werden grundsätzlich aus Asphaltbeton, oder aus Zementbeton bzw. als Dichtwände (Schmalwand, Dichtschlitzwände, Stahlspundwand) hergestellt.

Geneigte Innendichtungen erfordern wegen der meist geringen Scherfestigkeit des Dichtungsmaterials geringere wasserseitige Böschungsneigungen. Geneigte Innendichtungen sind gegenüber Verformungen empfindlicher als Kerndichtungen.

Eine **Aussendichtung** ist ein Dichtungselement, das als relativ dünne, auf der wasserseitigen Böschungsoberfläche angeordnete zugängliche Decke aus Asphaltbeton, aus Zementbeton oder aus einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) aufgebracht wird. Dadurch, dass der gesamte Dammquerschnitt als Stützkörper wirkt, können außerdem durch Verringerung der Dammkubaturen wirtschaftliche Querschnitte erzielt werden. Bei Aussendichtungen sind Instandsetzungsarbeiten leicht möglich. Ein Nachteil ist die höhere Empfindlichkeit gegenüber Dammbewegungen und es besteht die Gefahr der Zerstörung der Dichtung durch äußere Einwirkungen.

Ein Nachteil der KDB als Außendichtung ist die wegen des geringen Reibungswertes zwischen Dichtung und Schüttmaterial erforderliche flache Neigung der

wasserseitigen Böschung und die damit verbundene Vergrößerung des Dammvolumens und der zu dichtenden Flächen.

Als Innendichtung kann eine KDB vertikal oder zur Wasserseite geneigt ausgeführt werden. Eine vertikale Dichtung ist aus verletechnischen Gründen nur in Ausnahmefällen, z.B. bei kleinen Dämmen, denkbar. Durch die Innenlage ist die Dichtungsbahn sehr gut gegen Witterungseinflüsse und Beschädigungen geschützt.

Ein Nachteil der Innendichtung ist das Fehlen der Zugänglichkeit. Eine Kontrolle kann nur über Drainagen erfolgen.

2.4.2 Freibord

2.4.2.1 Definition

Der Freibord (Abbildung 19) ist als Abstand zwischen dem Bemessungswasserstand und der Oberkante des Bauwerkes (HWS–Damm) definiert und berücksichtigt die hydraulischen Unsicherheiten bei der Bemessung der Schutz-einrichtung. Die Höhen des Freibordes liegt, in Abhängigkeit von der Deichhöhe bzw. des Wasserstandes über Gelände, meist zwischen 0,5 m und 1,0 m [Lebensministerium, 2006].

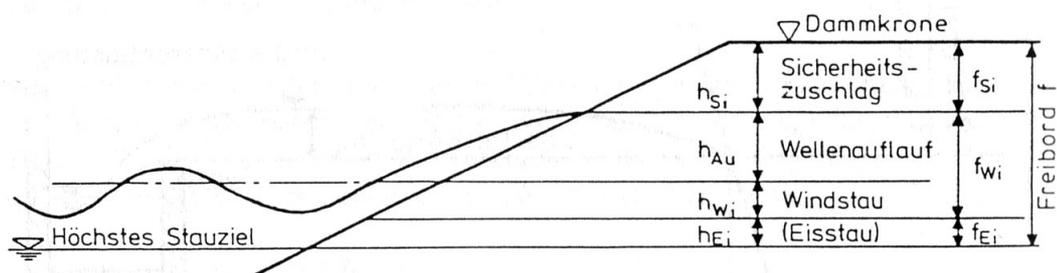


Abbildung 19: Bemessungselemente für den Freibord [Vischer, 1992]

2.4.2.1 Faktoren

Der Windstau ist die nach oben gerichtete vertikale Auslenkung des Wasserspiegels vor der Dammböschung aufgrund der windverursachten Neigung des Wasserspiegels. Der Windstau wird vom höchsten Stauziel aus gemessen. Generell ist der Windeinfluss bei großen Wasserflächen und bei Flüssen mit geringem Gefälle von Bedeutung, bei den Fließgewässern aber in der Regel eher gering.

Der Wellenaufbau ist ein vertikales Maß für das Auflaufen von Wellen an der geneigten Dammböschung. Dieser Welleneffekt ist speziell in Gewässerabschnitten mit hoher Turbulenz und mit möglichen Änderungen des Fließwechsels zu berücksichtigen.

Turbulente Abflussvorgänge bedingt durch starkes Gefälle, große Felsblöcke, Felsschwellen, kleinere Abstürze oder Einengungen und Fließwechsel können ebenfalls Wellen und Deckwalzen verursachen.

Ist die Geschiebezufuhr größer als das Transportvermögen kommt es zu Geschiebeablagerungen. Ist die Geschiebezufuhr kleiner als das Transportvermögen dann wird zur Deckung des Defizits zusätzlich Material aus der Sohle aufgenommen, das heißt, der Fluss tieft sich ein (Sohlerosion). Durch diese Vorgänge kann es während eines Hochwasserereignisses zu beträchtlichen Änderungen der Sohlage kommen.

Größere Treibholzteile oder ganze Bäume (Wildholz) können zu Verklausungen bei Brücken, Pfeilern oder Engstellen führen. Kommt es zu einem schlagartigen Durchbruch, können auch Schwallscheinungen bei Flüssen auftreten.

Bei engen Bögen, speziell in Außenbögen, stellt sich eine „Überhöhung“ der Anschlaglinie ein. Infolge starker Querströmungen entstehen hohe Beanspruchungen am Außenufer, die neben einer höheren Anschlaglinie als im Innenbogen auch Auskolkungen am Außenbogen bewirken und damit das Sohlprofil verändern können. Für die Ermittlung der Überhöhung am Außenbogen sind die Geschwindigkeitshöhe und die daraus resultierenden Zentrifugalkräfte zu berücksichtigen.

Oft wird die wasserseitige Böschung eines Deiches durch ingenieurbio-logische Maßnahmen begründet um eine möglichst naturnahe Verbauung zu erzielen. Diese Begrünungsmaßnahmen können jedoch bei mangelhafter Pflege eine querschnittsreduzierende Wirkung hervorrufen. Um sowohl die ökologischen Anforderungen als auch den Zielen des Hochwasserschutzes gerecht zu werden sind entsprechende Abflussquerschnitte unter Berücksichtigung der Vegetationswirkung zu entwerfen. Dort, wo sich Ufervegetation entwickelt hat, der konsensmäßige Zustand aber von einem vegetationsfreien Profil ausgeht, sind ehestens Massnahmen zur Vergrößerung der Abflussquerschnitte vorzusehen.

2.4.3 Überströmstrecken

2.4.3.1 Definition

Ziel einer Überströmstrecke ist es, im Falle des Überschreitens der Bemessungswassermenge, das Wasser an der Stelle mit möglichst geringem Schadenspotenzial „kontrolliert“ über einen abgesenkten Abschnitt des Deiches ausufern zu lassen. Dadurch sollen Verluste von Menschenleben verhindert und der Sachschaden möglichst begrenzt werden [Lebensministerium, 2006].

2.4.3.2 Kriterien für die räumliche Situierung von Überströmstrecken

Die Situierung von Überströmstrecken hängt grundsätzlich von hydrologischen, topografischen, nutzungsbezogenen Eigenschaften und von ökologischen Gesichtspunkten ab. Für die Situierung von Überströmstrecken ist der im Hinterland vorhandene Retentionsraum maßgebend. Überall, wo größere Retentionsräume vorhanden sind, kann eine Entlastung vorgesehen werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass im Anschluss an die Überströmstrecke die Rückführung in das Gewässer oder in einen anderen Vorfluter möglich ist. Im speziellen Falle des Nzoia Rivers kann die Abfuhr nur in den Lake Victoria erfolgen da das Uferbord des Nzoia Rivers über dem des umliegenden Vorlandes liegt.

Des weitern sollte bei der Anordnung der Überströmstrecken am Nzoia River auf landwirtschaftliche Gesichtspunkte geachtet werden. Für die ansässigen Reisbauern ist ein relativ häufiges Ausufern wünschenswert.

2.4.3.3 Dimensionierung von Überströmstrecken

Als wesentliche Bemessungsgröße ist die Förderfähigkeit der Entlastungseinrichtung festzulegen. Diese hängt wesentlich von der Länge der Überströmstrecke, der Profilform des Deiches und der Rauhgigkeit der Böschung ab. Weiters ist noch die Anströmung der Entlastungseinrichtung zu berücksichtigen. Alle genannten Größen hängen von der Abflusscharakteristik, der Häufigkeit und Dauer der Beanspruchung und der Höhe der Spiegellage über dem Hinterland ab.

Der Abfluss im Kronenbereich entspricht dem Abfluss über ein Streichwehr, da die Deichkrone meist parallel oder nahezu parallel zur Hauptströmungsrichtung des Gerinnes verläuft. Meist wird die Transportformel für ein breitkroniges Streichwehr zu wählen sein. Die Förderfähigkeit von Überströmstrecken kann dann näherungsweise mit Hilfe der Formel von Poleni zur Berechnung der sekundlichen Überfallmenge Q_{str} von Streichwehren mit einer mittleren Überfallhöhe $H_{\text{ü}}$ berechnet werden. In Abbildung 20 ist der mögliche Aufbau einer Dammscharte dargestellt.

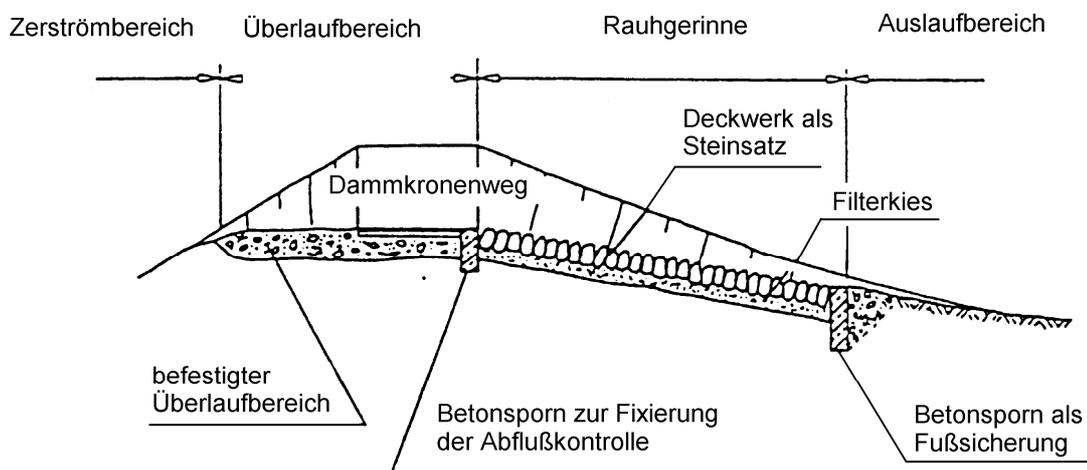


Abbildung 20: Längsschnitt einer Dammscharte in Lockerbauweise [Daucher, 1999]

2.5 Grundlagen der Deichsicherheit

2.5.1 Allgemeines

Der Deichkörper ist wasser- und landseitigen Angriffen unterschiedlicher Art ausgesetzt [aus Lebensministerium, 2007]:

- Starkregen
- Wellen und Wasserströmung
- Überströmungen
- Wühltiere
- Befahren
- Huftiere

Für die Resistenz gegenüber diesen Angriffen ist die Ausbildung der Deichoberfläche von wesentlicher Bedeutung. Die Erosionswirkung von überströmenden Wassermassen an der landseitigen Deichböschung kann die Standfestigkeit des HWS-Dammes verringern und lokal zu einem fortschreitenden Dambruch führen. Grundsätzlich soll ein HWS-Damm nur an den dafür vorgesehenen Dammscharten überströmt werden.

2.5.2 Schutz der Deichoberfläche

Der wirtschaftlichste, natürlichste und nützlichste Schutz für den Deichkörper ist eine dauerhafte, geschlossene und dichte Grasnarbe auf der Deichböschung. Sollte die Ausbildung einer Grasnarbe nicht möglich sein, ist eine unregelmäßige Überschüttung zweckmäßig. Die Überschüttungen können zur Ermöglichung einer Bewirtschaftung und als allmählicher Übergang von der Deichkrone in das bestehende Gelände auch als sehr flache Böschungen ausgebildet werden [Lebensministerium, 2007].

Böschungen auf der Wasserseite, welche aufgrund der Abflussverhältnisse großen Schleppspannungen ausgesetzt sind, die steiler als 2:3 ausgebildet sind und bei welchen mit ungewöhnlichen äußeren Angriffen gerechnet werden

muss, sind durch spezielle Sicherungsmaßnahmen wie Steinsatz oder Sicherungsmatten zu verstärken.

2.5.3 *Standicherheit von Deichen*

Um einen möglichen Dammbbruch zu verhindern muss der projektierte Deich für sämtliche Lastfälle und die vorhandenen Untergrundverhältnisse standsicher sein. Je nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Lastgrößen und Lastkombinationen und deren Dauer kann man dabei Lastfälle wie normaler Betrieb, Ausnahmebelastungen und Sonderbelastungen unterscheiden. Wesentlich für die Standicherheit eines HWS-Dammes ist die Durchsickerung des Dammkörpers. Ein möglicher Dammbbruch kann dabei folgende Ursachen haben:

- Suffosion: bezeichnet die Umlagerung von feineren Bodenteilen in den Poren der gröberen Bodenteilchen durch die Sickerströmung.
- Kontakterosion: an der Schichtgrenze von fein- zu grobkörnigen Böden kann es zur Auswaschung der Feinteile und zur Einlagerung von Grobteilen kommen.
- Erosionsgrundbruch: entsteht, wenn an der Landseite durch das Austreten von Sickerwasser an der Böschung und am Böschungsfuß Bodenteile ausgeschwemmt werden.

2.5.4 *Verbesserung der Standicherheit von Deichen*

Die Verbesserung der Standicherheit an bestehenden HWS-Dämmen ist nach dem Einzelfall durch verschiedenste Maßnahmen möglich. Grundsätzlich sind folgende Sanierungsansätze möglich:

- Verbesserung der Lagerungsdichte und der Scherfestigkeit
- Verringerung des Porenwasserüberdruckes durch Drainagemaßnahmen
- Böschungsabflachung und Überschüttung
- Auflastschüttungen im Vorland, Bermen
- Abdichtungsmaßnahmen
- Einlegen von Geotextilien („bewehrte Erde“)
- Untergrundsanie rung

2.6 Grundlagen der Sanierung von Deichen

2.6.1 Allgemeines

Mit der Errichtung eines Hochwasserschutzdammes und der damit verbundenen Bewilligung wird gleichzeitig auch die Verpflichtung der Erhaltung des Deiches erteilt. Dazu gehören neben einer regelmäßigen Pflege auch die Kontrolle und gegebenenfalls auch die Sanierung von Deichen.

2.6.2 Beurteilung bestehender Deiche

Zur Bestandsaufnahme bestehender Deiche und zur Beurteilung ihrer Standsicherheit sollen folgende Aspekte und Grundlagen untersucht werden:

- Deichaufbau und Kennwerte der Bodenarten des Deiches und des Untergrundes durch Bodenaufschlüsse
- Bemessungshochwasser und Grundwasserstände
- Deichdurchsickerung und Unterströmung des Deiches durch Durchsickerungsberechnungen
- Einbauten und Objekte

Die Untersuchungen sind grundsätzlich vor Ort durchzuführen. Veränderungen und Schäden am Deichquerschnitt sind zu dokumentieren und Sanierungsmaßnahmen sind umgehend in die Wege zu leiten.

2.6.3 Sanierung bestehender Deiche

Die jeweiligen Sanierungsmöglichkeiten ergeben sich aus den vorliegenden Defiziten des HWS-Dammes und können für einzelne Dammabschnitte unterschiedlich sein.

2.6.3.1 Sanierung durch Aufhöhung, Verbreiterung und Verstärkung

Aufgrund von geänderten hydrologischen Gegebenheiten und durch geänderte hydraulische Bedingungen kann das Bemessungshochwasser sich nach oben

hin ändern. Die damit verbundene, erforderliche Deichaufhöhung wird im Regelfall durch die Verlängerung der wasserseitigen Böschung und eine landseitige Verbreiterung des Dammkörpers erreicht.

Bei wasserseitigen Dichtschichten wird die Böschungsneigung beibehalten und die Dichtung entsprechend zur Deichkrone verlängert. Die landseitige Böschung wird bei Verbreiterungen parallel verschoben oder steiler ausgeführt. Als Verstärkung eines Deiches kann die Verbreiterung an der Deichaufstandsfläche und eine Böschungsverflachung bezeichnet werden. Für die Verstärkung verwendete Bodenarten müssen den Erfordernissen für steilere Böschung und höhere Querschnitte entsprechen.

2.6.3.2 Sanierung durch Abdichtungsmaßnahmen am Deich

Zur Verringerung der Durchlässigkeit und zur Verbesserung der Standsicherheit durch Verlängerung des Sickerweges im Deichquerschnitt sind nachträglich eingebrachte Dichtungen (Innendichtungen) im Deichquerschnitt möglich. Diese Maßnahme ist darauf ausgerichtet, die Durchsickerung soweit zu behindern, dass die Sickerlinie nicht an der landseitigen Böschung bzw. Böschungsfuß austreten kann.

2.6.3.3 Sanierung durch Druckentlastung

Durch den Austritt von Sickerwasser am Deichfuß können dort Aufweichungen entstehen, die den Bestand der Böschung und des Deichkörpers gefährden. Die Sanierung dieser Aufweichungen erfolgt nachträglich durch Einbau von Filterschichten und Filtergräben mit Drainagerohrleitungen oder Drainagegräben.

3. Methodik

Dieses Kapitel solle als erstes einen Überblick über das Bearbeitungsgebiet schaffen und die Charakteristik des Flusses beschreiben. Weiters sollen die verwendeten Datengrundlagen und die für die Berechnungen benutzte Software beschreiben werden. Darauf aufbauend wird näher auf die Modellerstellung und die Durchgeführten Berechnungen eingegangen.



Abbildung 21: Übersichtskarte Kenia [NBCBN, 2005]

3.1 Einzugsgebietsbeschreibung

Der Nzoia River ist einer der größten und längsten Flüsse Westkenias. Das Einzugsgebiet des Nzoia Rivers liegt im nördlichen Teil des Lake Victoria Beckens in Kenia (Abbildung 24). Das Lake Victoria Becken in Kenia erstreckt sich über eine Fläche von 47709 km². Dieses Gebiet wird durch die 7 Flüsse Sio, Nzoia, Yala, Nyando, Sundu, Kuja und entwässert, die alle in den Lake Victoria münden. Innerhalb des Lake Victoria Beckens ist der Nzoia River mit einem Einzugsgebiet von 12843 km² und einem Anteil von fast 30 % der größte dieser Flüsse. Dabei sind ca. 11667 km² (90%) dicht bewachsenes Flach- bis Hügel-land mit zum Teil sehr fruchtbaren Böden. Ein Anteil von 691 km² (6%) besteht aus permanenten Sumpf und die restlichen 485 km² (4%) sind felsiges Gebirge [Lake Basin Development Authority, 1998].

Im Einzugsgebiet des Nzoia Rivers leben nach Schätzungen der Regierung von Kenia 4,3 Mio. Menschen. Die Bewohner leben hauptsächlich von Landwirtschaft und Fischfang.

Der Nzoia River entspringt am Mount Elgon auf einer Seehöhe von ca. 3950 m.a.s.l (meters above see level) und mündet auf einer Seehöhe von ca. 1134 m.a.s.l in den Lake Victoria. Die Gesamtlänge des Flusses vom Ursprung bis zur Mündung beträgt ca. 275 km. Die Richtung verläuft von nord - ost nach süd – west.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag im *Lake Basin* liegt bei 1410 mm. Er unterscheidet sich jedoch innerhalb des Einzugsgebietes recht deutlich. So liegt der durchschnittliche Jahresniederschlag an der Mündung bei 1000 mm und im Bereich des Ursprunges bei 2100 mm. Das Klima im Einzugsgebiet ist generell mild und die durchschnittlichen Tagestemperaturen schwanken zwischen 15 Grad und 23 Grad Celsius.

Administrativ gesehen fließt der Nzoia River durch die Provinzen Riftvalley, Western und Nyanza. Die zuständige Behörde ist die Lake Basin Development Authority.

3.1.1 Beschreibung des Istzustandes

Wie bereits in Kapitel 1.3 erwähnt, begann die Regierung von Kenia im Jahr 1976 mit der Errichtung von Hochwasserschutzdämmen am Unterlauf des Nzoia Rivers. Es wurden auf einer Länge von ca. 16,5 km abgesetzte HWS – Dämme im rechten und linken Vorland errichtet. Die Höhe der Schutzdämme wurde durchgehend mit 2,50 m gewählt und auf ein HQ_{50} als Bemessungshochwasser ausgelegt.

Die 1976 angesetzte Bemessungswassermenge von $HQ_{50} = 840 \text{ m}^3/\text{s}$ hat sich als viel zu gering herausgestellt (siehe Kapitel 3.2). Weiters wurden keine Entlastungseinrichtungen für Hochwässer über dem Bemessungsereignis vorgesehen. Dadurch kommt es zu häufigen Damnbrüchen an den Hochwasserschutzdämmen. Diese werden überströmt und durch die Erosion kommt es zum Dambruch. Die bestehenden Schutzdämme wurden als Homogenerddämme errichtet. Dabei wurde das anstehende Material mit Schubraupen zu Dämmen aufgeschoben und verdichtet. Diese Vorgehensweise wird auch heute noch bei der Sanierung von Hochwasserschutzdämmen angewendet (Abbildung 22).



Abbildung 22: Errichtung eines HWS - Schutzdammes am Nzoia River [Lake Basin Development Authority, 2003]

3.2 Hydrologie

Auf Grund seiner Größe ist das Einzugsgebiet des Nzoia Rivers in 4 Regionen unterteilt (Abbildung 23):

- 1B – Upper Nzoia (5446 km²)
- 1C – Kipkarren (3095 km²)
- 1D – Middle Nzoia (2083 km²)
- 1E – Lower Nzoia (2593 km²)

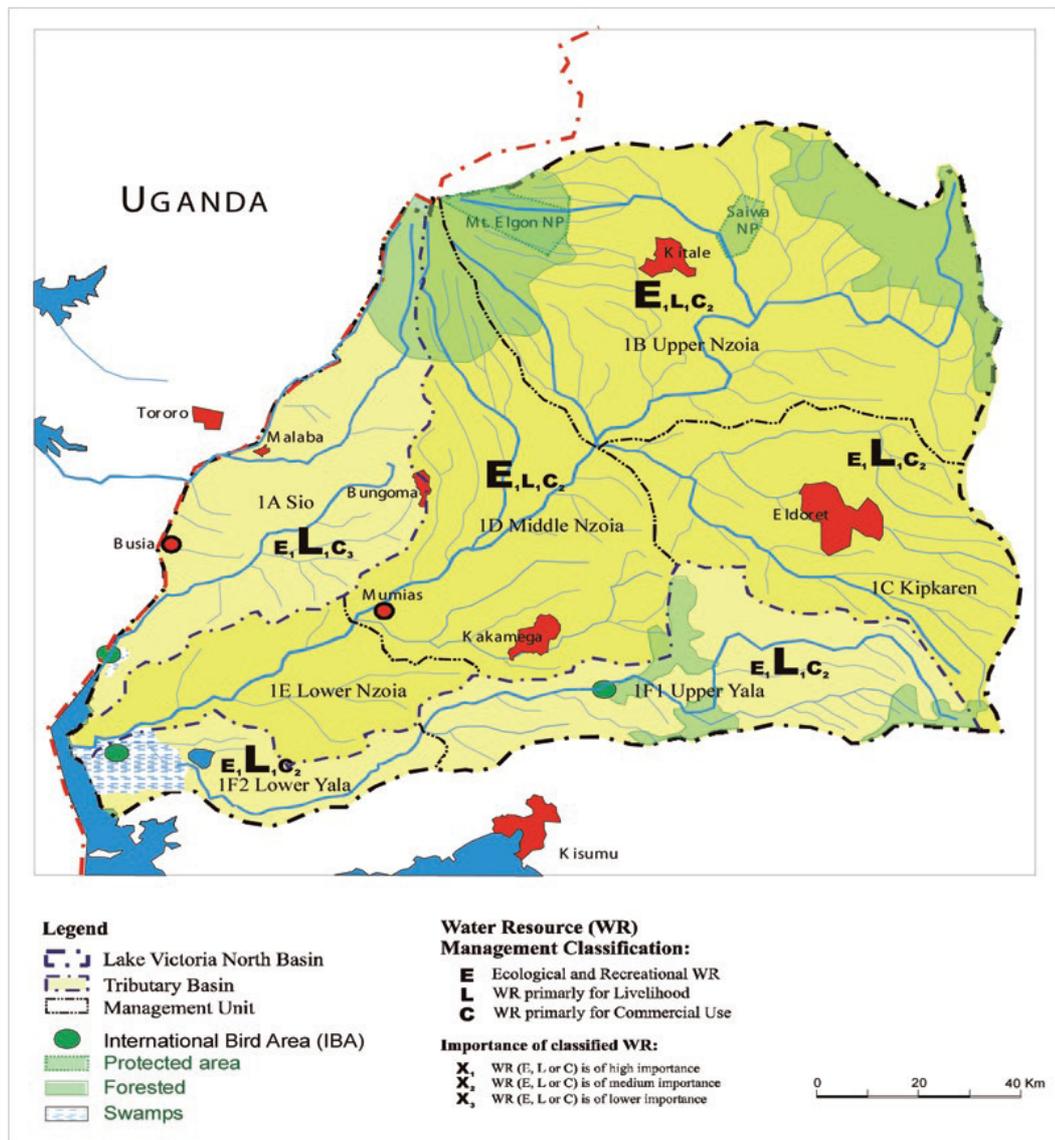


Abbildung 23: Unterteilung des Nzoia River [NRBMI, 2002]

Am Nzoia River werden von der Lake Basin Development Authority mehrere Pegel und Niederschlagsmessstationen betrieben (Abbildung 24). Diese Pegel besitzen jedoch keine automatischen Datenlogger. Die Ablesung erfolgt durch Pegelwärter. Die Daten werden anschließend in einem hydrologischen Jahrbuch zusammengefasst. Für den Bereich der Schutzdämme ist der Pegel 1EF01 der aussagekräftigste. Dieser Pegel liegt unmittelbar am Beginn der bestehenden Hochwasserschutzdämme und hat ein Einzugsgebiet von 12126 km². Die Pegel wurde im Jahre 1999 von der Lake Basin Development Authority mit einem automatischen Datenlogger (Abbildung 29) ausgestattet. Betrieben wird der Pegel seit dem Jahre 1963. Für den Zeitraum von 1963 bis 1999 wurden die Daten, wie bereits erwähnt, von einem Pegelwärter in dem Pegelbuch niedergeschrieben. Eine Auswertung der Daten erfolgte nicht. Zusätzlich wurde für diesen Pegel von den Behörden ein gültiger Pegelschlüssel übermittelt (Abbildung 25).

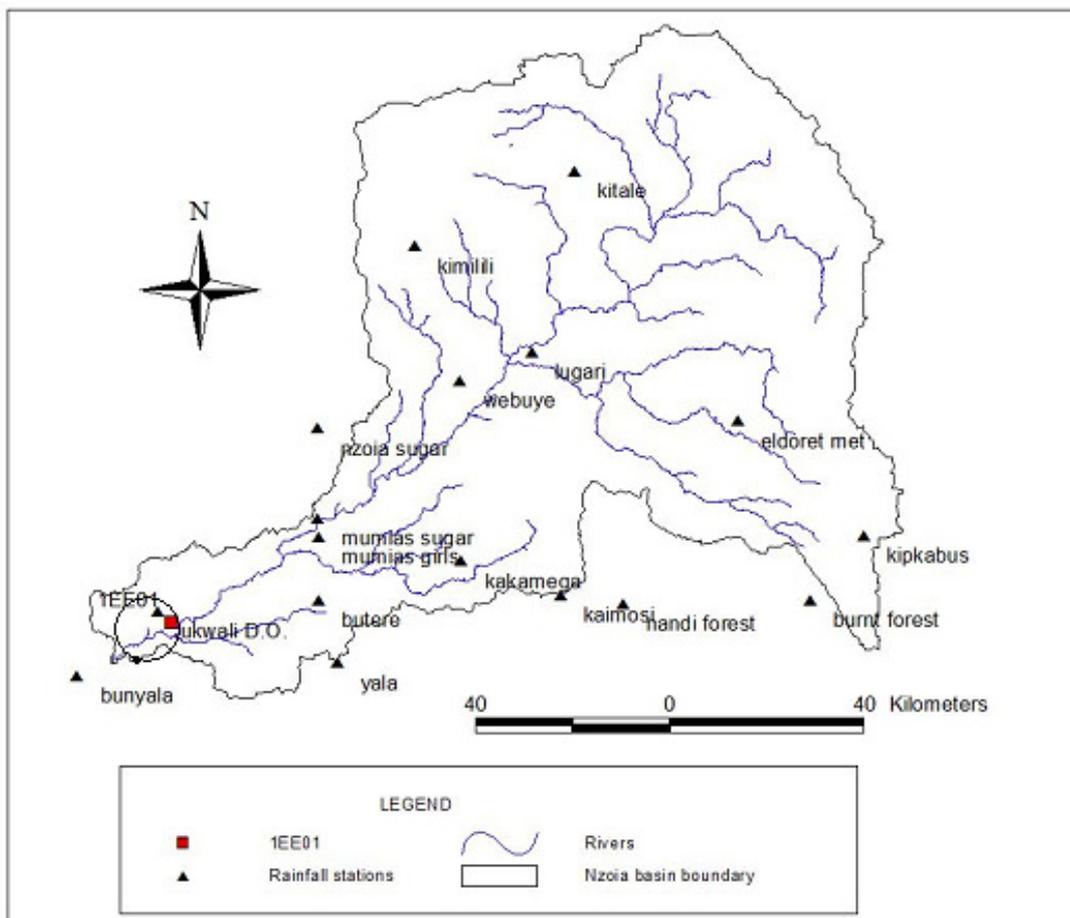


Abbildung 24: Pegel und Niederschlagsmessstationen im Einzugsgebiet des Nzoia Rivers
[NRBMI, 2002]

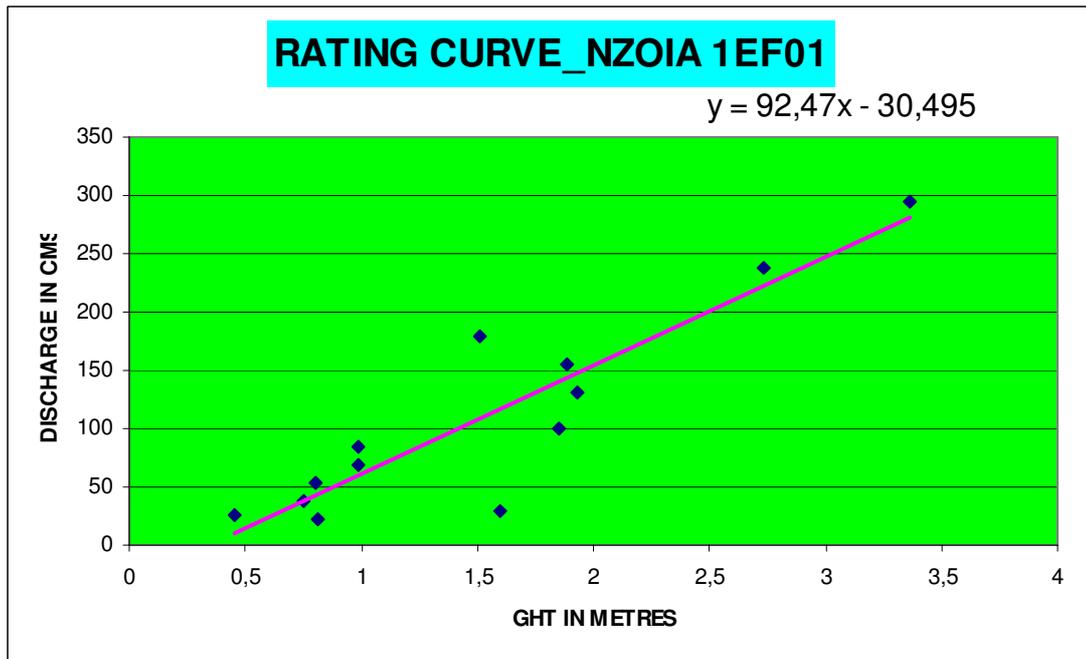


Abbildung 25: Pegelschlüssel 1EF01 [NRBMI, 2002]

Für die Errichtung der Hochwasserschutzdämme wurden von der Regierung Kenias im Jahre 1976 die Bemessungshochwässer für den Bereich 1EF01 wie folgt angenommen [Republic of Kenya, 1985]:

- $HQ_{10} = 610 \text{ m}^3/\text{s}$
- $HQ_{25} = 750 \text{ m}^3/\text{s}$
- $HQ_{50} = 840 \text{ m}^3/\text{s}$
- $HQ_{100} = 930 \text{ m}^3/\text{s}$

In einer umfassenden Studie über mögliche Rückhalteräume am Nzoia River durch Italconsult, wurden folgende Bemessungsereignisse für den Unterlauf berechnet [Italconsult, 1981]:

- $HQ_{25} = 1100 \text{ m}^3/\text{s}$
- $HQ_{50} = 1360 \text{ m}^3/\text{s}$

Diese Werte wurden nachträglich von der Regierung Kenias anerkannt und sind für die weiteren Betrachtungen am Nzoia River heranzuziehen.

Da die vorhanden Pegeldata am Nzoia River nicht digitalisiert waren und auch keiner Auswertung unterzogen wurden, war es in einem ersten Schritt notwendig, diese Pegeldata einer Analyse zu unterziehen. Dafür wurden die Daten des Pegelbuches (1963 - 1999) und der digital übermittelten Abflussreihe (1999 – 2003) zusammengefasst und ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Pegelanalyse sind in Kapitel 4.1 näher beschrieben.

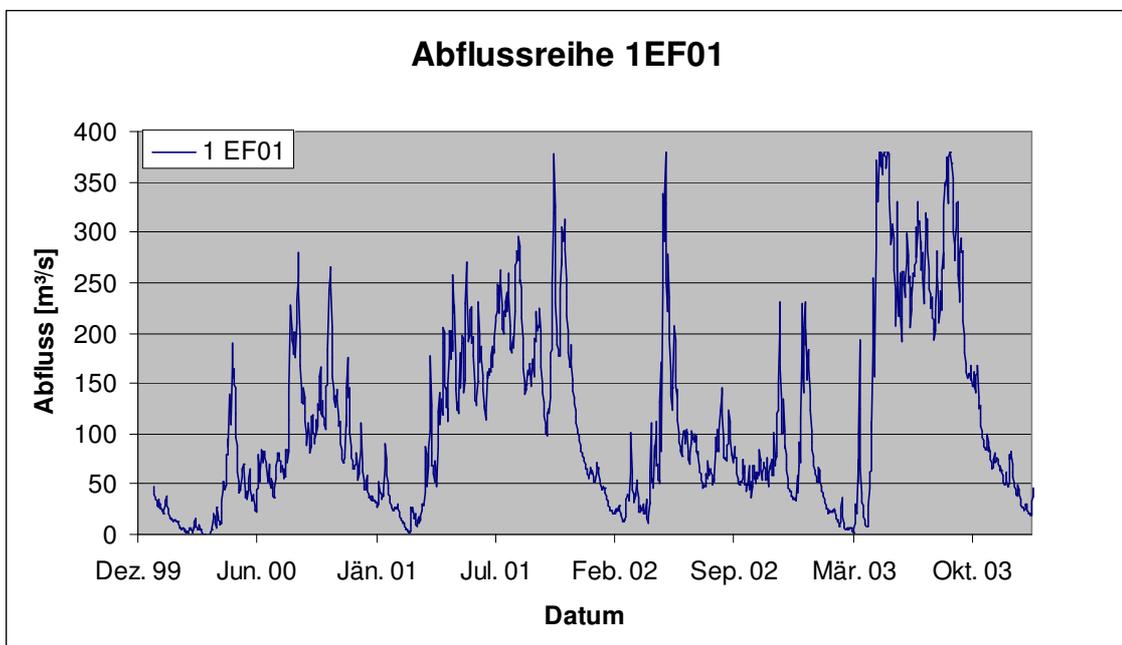


Abbildung 26: Abflussreihe Nzoia River 1999 - 2003 am Pegel 1EF01

3.3 Software – WaspiHec2

Dieser Abschnitt erläutert in Kürze die wichtigsten Bedienungselemente von WaspiHec2, die für die Berechnung des bordvollen Abflusses und der Wasserspiegellagen unbedingt definiert werden müssen. Weiters werden einige zur Problemlösung wichtige Anhaltspunkte und Lösungsvorschläge für spezielle Anforderungen dargestellt. Diese Beschreibung bezieht sich auf die verwendete Version 3.4. Wesentliche Teile dieses Kapitels sind dem Benutzerhandbuch [Sackl, 2000] der Software entnommen

3.3.1 Geländeprofile Erstellen

Die Eingabe eines Geländeprofiles erfolgt über das Koordinatenfenster (Abbildung 27). Dieses wird bei der Standard-Bildschirmzusammenstellung angezeigt, bzw. wenn das Symbol aktiviert ist. Ein Profil kann maximal 400 Punkte enthalten. Das Einlesen von Profilen aus ASCII-Dateien ist auch über das Importieren aus einem ASCII-File möglich.

Abbildung 27: Ansichtsfenster Neues Profil

3.3.2 Punkteingabe

Die Eingabe im X- und Z-Editierfeld wird mit der Eingabetaste abgeschlossen. Als Dezimalzeichen ist Punkt und Beistrich möglich. Die Markierung springt in der Liste automatisch auf „Neuer Punkt“, wenn fortlaufend eingegeben wird. Die Anzeige in der Grafik erfolgt nach der Eingabe von mindestens 2 Punkten und

wird nach jedem neuen Punkt (Eingabetaste im Z-Editierfeld) aktualisiert. Es sind keine Rücksprünge in der X-Stationierung erlaubt. Senkrechte Bereiche sind möglich. Brücken müssen, wenn sie koordinatenmäßig eingegeben werden, mit Geländepunkten an das Profil anschließen. Punkte können nachträglich geändert, eingefügt, gelöscht oder interpoliert werden.

3.3.3 Uferbord

Jedes Profil muss einen linken und rechten Uferbord enthalten, wodurch der Flussschlauch und die beiden Vorländer definiert werden. Uferborde können „durchlässig“ oder „undurchlässig“ gesetzt werden. Bei einem Überschreiten der Uferbordhöhe wird der gesamte – auch tiefer liegende – Querschnitt außerhalb des Uferbordes abflusswirksam. Im Gegensatz dazu wird bei einer hydraulischen Grenze nur der Bereich, der über der hydraulischen Grenze liegt, abflusswirksam. Die Lage der Uferborde bestimmt bei der Rauigkeitsart „links–mitte–rechts“ die Rauigkeitsbereiche. Bei der Rauigkeitsart „horizontale Variation“ ist die Lage nicht relevant.

Die Eingabe erfolgt durch Anklicken des gewünschten Punktes in der Grafik und dem Button „Uferbord links“ oder „Uferbord rechts“ rechts unten im Koordinatenfenster. Wird eine X-Stationierung eingegeben, die keinem Geländepunkt entspricht, wird automatisch ein Punkt eingefügt.

3.3.4 Profilabstände

Profilabstände müssen für das Vorland links, für den Flussschlauch und das Vorland rechts definiert werden. Bei der Eingabe eines Profils oder beim Importieren werden die Abstände automatisch nach der Längs-Stationierung des Profils gesetzt, können nachträglich jedoch jederzeit geändert werden. Die Spiegellinienberechnung wird immer mit den Abständen, nicht mit der Stationierung durchgeführt. Diese muss also auch im Flussschlauch nicht mit dem Abstand übereinstimmen.

3.3.5 Rauigkeiten

Die Eingabe der Rauigkeiten kann auf folgende Arten erfolgen:

- links - Mitte - rechts
- Horizontale k_s -Variation
- Vertikale k_s -Variation

Eingabe von bis zu 20 vertikalen Rauigkeitsbereichen im Flussschlauch (k_s nach Manning-Strickler). In diesem Fall ist im linken und rechten Vorland nur je ein Rauigkeitsbeiwert definierbar. Definierte horizontale Rauigkeitsbeiwerte werden am oberen Rand der Querprofilgrafik angezeigt.

3.3.6 Durchflusseingabe

In der Durchflusstabelle kann der Durchfluss für alle Profile eingegeben bzw. geändert werden. Bis zu 19 „Durchflussspalten“ können eingegeben und davon können bis zu 14 in einem gemeinsamen Rechenlauf durchgerechnet werden.

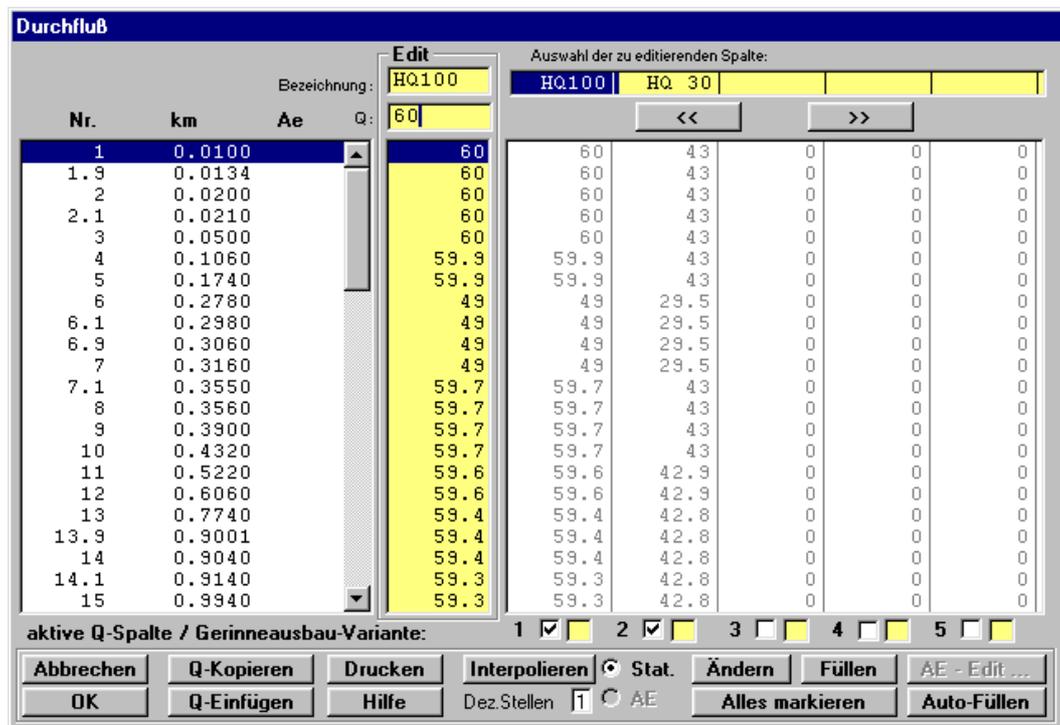


Abbildung 28: Ansichtsfenster Durchflusstabelle

Die Auswahl einer Spalte, in der Durchflüsse eingegeben oder geändert werden (Abbildung 28) sollen, geschieht durch Anklicken des entsprechenden Feldes in der oberen Leiste „Auswahl der zu editierenden Durchflussspalte“. Editiert wird die Durchflussbezeichnung im obersten Feld „Bezeichnung“ der Durchfluss im zweiten Feld von oben „Q“. Sollen mehrere Durchflüsse geändert werden, werden die Durchflüsse im markierten Profilbereich durch lineares Interpolieren nach der Stationierung zwischen dem 1. und letzten markierten Durchfluss berechnet. Die erste und letzte Profilzeile muss einen definierten Durchfluss enthalten.

3.3.7 Hydraulische Grenzen

Hydraulische Grenzen definieren den effektiven Abflussraum und können auf mehrere Arten eingegeben werden. Die Grenzen müssen außerhalb der Uferborde liegen, je eine Grenze kann im linken und rechten Vorland eingegeben werden und ist durch die X-Stationierung, optional durch eine Höhe definiert. Weiters kann die Grenze temporär für eine Rechenlaufvariante inaktiv gesetzt werden. Die Anzeige in der Bildschirmgrafik erfolgt durch eine senkrechte rote Linie mit einer waagrechten Linie in der Höhe der hydraulischen Grenze.

Die Eingabe erfolgt durch Markieren des gewünschten Punktes in der Querprofilgrafik oder Koordinatenliste und Anklicken des Buttons „hydr. Grenze“ links oder rechts im Hauptfenster (Abbildung 29).

The image shows a dialog box titled "Hydraulische Grenzen". It is divided into two main sections: "links" and "rechts".

- links section:**
 - X: 15.84 (dropdown menu)
 - Uferbord:
 - Z: 467.98 (text input)
 - unendlich:
 - Radio buttons: aktiv, nicht aktiv, nicht definiert
- rechts section:**
 - X: 31.2 (dropdown menu)
 - Uferbord:
 - Z: 467.95 (text input)
 - unendlich:
 - Radio buttons: aktiv, nicht aktiv, nicht definiert

At the bottom of the dialog box, there are three buttons: "OK", "Abbrechen", and "Hilfe".

Abbildung 29: Hydraulische Grenzen

Bei einem Mausklick auf der hydr. Grenze in der Bildschirmgrafik kann im Menü die Höhe geändert werden (Defaulteinstellung „unendlich“, entspricht senkrechter Wand). Bei Eingabe einer bestimmten Höhe wird durch die hydraulische Grenze eine Aufschüttung Vorland simuliert. Liegt der Wasserspiegel höher als der äußerst linke oder rechte Geländepunkt, so wird dort automatisch eine hydr. Grenze angenommen.

3.3.8 Bordvoller Abfluss

Die Berechnung des „bordvollen Abflusses“ wird im Menü „Berechnen / Bordvoller Abfluss“ aktiviert. Mit der Einstellung „EIN“ (Abbildung 30) wird beim nächsten Rechenlauf die Abfuhrfähigkeit im Flussschlauch bis zu den Uferborden und die Schlüsselkurve für alle Querprofile berechnet. Während der Einstellung „EIN“ erfolgt die Berechnung über die Zwischendatei „QBORD“. Erst nach Wahl der Einstellung „AUS“ und „OK“ werden wieder die ursprünglichen Daten geladen.



Abbildung 30: Eingabe Bordvoller Abfluss

Das Ergebnis wird in der Ergebnisdatei gespeichert und kann jederzeit abgerufen werden. Wird eine neuerliche Berechnung mit anderen Durchflussstufen durchgeführt, so erfolgt eine Abfrage, ob die vorhandenen Daten gelöscht oder ergänzt werden sollen. Dadurch ist es möglich, mehrere Bereiche der Schlüs-

selkurve getrennt zu rechnen, um z.B. verschiedene Projekteingaben in Abhängigkeit vom Durchflussbereich zu berücksichtigen.

3.4 Hydraulische Berechnungen am Nzoia River

Das Gebiet mit den größten Hochwasserproblemen am Nzoia River sind die letzten 30 km bevor der Fluss in den Lake Victoria mündet (Abbildung 31). Auf diesen 30 km wurden, wie bereits mehrfach erwähnt, von der Regierung Kenias Hochwasserschutzdämme errichtet, die sich im Nachhinein als zu niedrig erwiesen. Auf Grund des Umfangs dieses HWS – Projektes wurde in Abstimmung mit der Lake Basin Development Authority besprochen, anhand von 10 charakteristischen Querprofilen hydraulische Berechnungen durchzuführen.

Die Auswahl der Talprofile wurde von der Lake Basin Development Authority getroffen und als Kopie übergeben (Abbildung 32). Anschließend wurden die gewünschten Ergebnisse wie folgt formuliert:

- Welches Abfuhrvermögen hat der Flussschlauch in den einzelnen Abschnitten bevor es zu den ersten Überflutungen kommt?
- Wie hoch müssten die HWS Dämme in den einzelnen Abschnitten sein, um das Bemessungshochwasser von $HQ_{50} = 1360 \text{ m}^3/\text{s}$ schadlos abführen zu können?

Für die Lösung dieser Fragestellungen wurde die Software WaspiHec2 ausgewählt, da es sich um profilbezogene Fragestellungen handelt. Die wesentlichen Funktionen für die Lösung dieser Fragen wurden in Kapitel 3.3 beschrieben.

Die Übernahme der Profile in das Programm Waspi-Hec2 erfolgte händisch. Die Profile standen nicht in digitaler Form zur Verfügung. Die Profilpunkte wurden einzeln über das Profilfenster eingegeben. Die Profilbezeichnung erfolgte entsprechend den Vorgaben des Programms aufsteigend von der Mündung zum Ursprung. Die Stationierung wurde aus den übermittelten Profilen entnommen. Die Rauigkeiten wurden für den Flussschlauch mit $k_{\text{Str}} = 22$ und für das Vorland mit $k_{\text{Str}} = 15$ nach Strickler gewählt. Die Dämme wurden als hydraulische Grenzen in das Modell übernommen. Die Lage der Dämme wurde den Profilen

entnommen. Für die Berechnung der Abfuhrfähigkeit wurde ein eigenes Modell zur Berechnung des Bordvollen Abflusses erstellt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Kapitel 4.2 beschrieben und zur Gänze im Anhang (Kapitel 6.2) enthalten.

MAIN DRAIN ON RIGHT OF NZOIA RIVER

SCALE 1:100,000

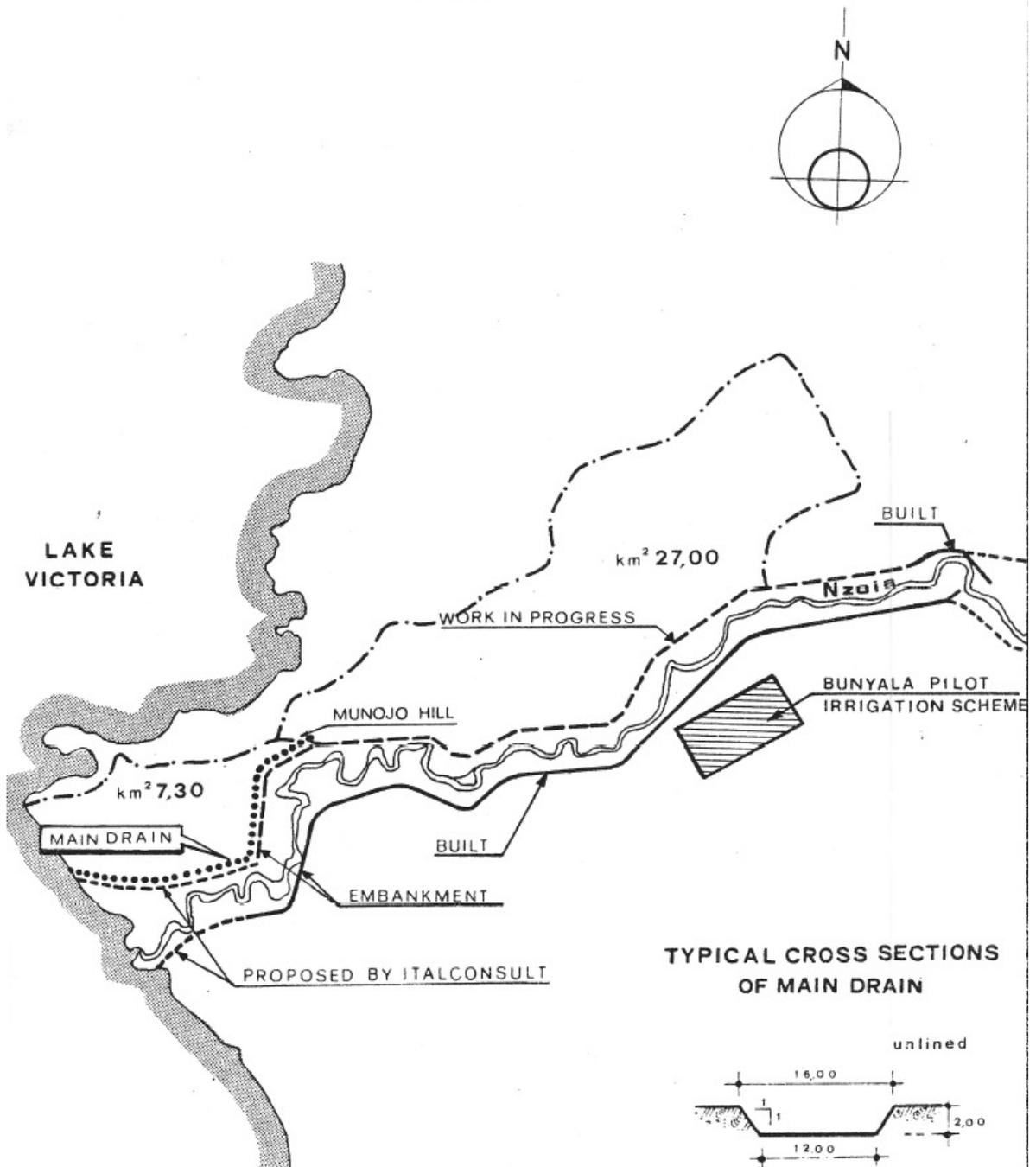
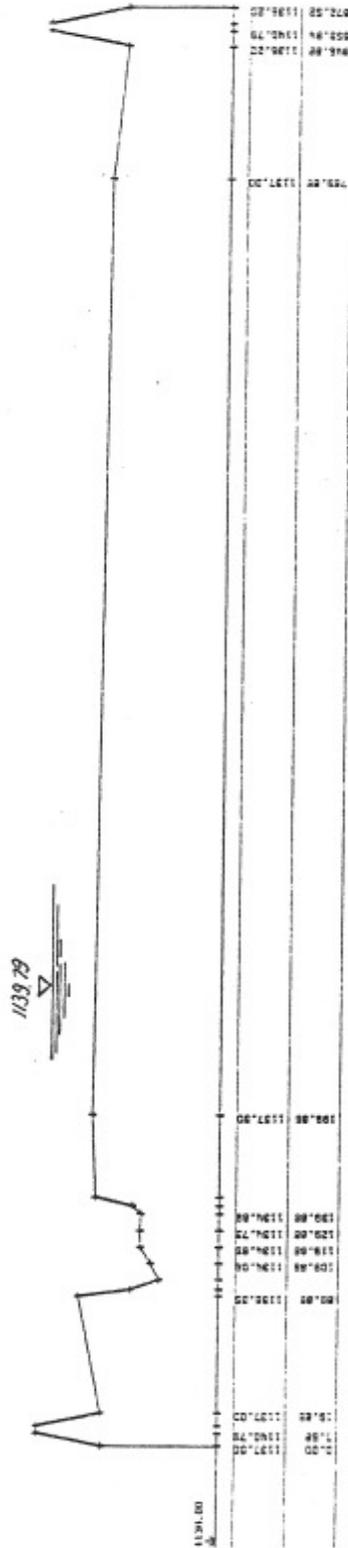


Abbildung 31: Übersichtskarte Hochwasserschutzmaßnahmen

**NZOIA RIVER
CROSS - SECTIONS
WITH EMBANKMENTS**

scales
1:4000 1:400



SECTION No. 9	K	A m ²	C m	R m	i	V m/s	Q m ³ /sec
RIVER CHANNEL	30	158.16	50.42	2.62	0.00132	2.07	327.43
FLOOD PLAIN	20	2100.10	344.56	2.49	0.00018	0.49	1034.22
TOT.							1361.65

Abbildung 32: Übermitteltes Talquerprofil Nzoia River

4. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse dieser Arbeit näher behandelt. Zuerst wird auf die Auswertung der Pegeldaten eingegangen. Diese Daten sind als Basis für sämtliche weitere Berechnungen und Untersuchungen heranzuziehen und wesentliche Grundlage für jedes Hochwasserschutzprojekt. Im zweiten Teil wird auf die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen eingegangen. Darin enthalten sind die Abfuhrfähigkeit des Flussschlauches und die Abschätzung der erforderlichen Dammhöhe. Diese Ergebnisse fließen wiederum in den dritten Teil dieses Kapitels ein. Darin wird näher auf die konstruktiven Details des Hochwasserschutzsystems eingegangen.

4.1 Ergebnisse Hydrologie

Wesentliche Basis jedes Hochwasserschutzprojektes ist die intensive Betrachtung der vorhandenen Abflusswerte. Da diese Daten am Nzoia River für den Pegel 1EF01 nicht ausgewertet vorlagen, war diese Pegelauswertung ein wesentlicher Teil dieser Arbeit. Zu diesem Zweck wurden sämtliche Daten elektronisch erfasst und separat für jedes Jahr aufbereitet.

In einem ersten Schritt wurde für die Jahre 1963 bis 1999 der mittlere Tagesabfluss am Pegel erfasst und für jedes Jahr getrennt ausgewertet. In Tabelle 5 ist der mittlere Tagesabfluss [m^3/s] für das Jahr 1971 dargestellt. Tage an denen keine Aufzeichnungen vorhanden waren wurden in den Tabellen mit *no data* (n.d.) ausgefüllt. Ebenfalls den Tabellen ausgewertet wurde der mittlere, minimale und maximale Tagesabfluss für jeden Monat der Jahresreihe von 1963 bis 1999. Die gesammelten Daten dieser Jahresauswertung sind im Anhang (Kapitel 6.1) dargestellt.

Betrachtet man den mittleren Monatsabfluss der einzelnen Jahre, so spiegelt sich darin recht deutlich das Abflussverhalten des Flusses wieder. Die größten Spitzen werden immer zu den zwei Regenzeiten erreicht. Die erste Regenzeit hat ihren Höhepunkt in den Monaten Mai und Juni. Die Regenzeit kann allerdings schon im April beginnen und bis in den Juli dauern. Die zweite, kürzere Regenzeit hat ihren Höhepunkt im November. Die Dauer kann sich auch bei der

2. Regenzeit von Oktober bis Dezember über drei Monate erstrecken. Die schlimmsten Ereignisse fanden jedoch jeweils in den Jahren statt, in denen die erste lange Regenzeit ohne Trockenzeit direkt in die zweite Regenzeit übergang.

Tabelle 5: Pegelauswertung Nzoia River 1EF01

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1971	1	38,67	29,95	31,99	45,70	103,73	145,13	131,72	189,42	241,99	149,21	183,77	60,30
	2	38,91	29,16	31,16	46,77	91,37	111,27	119,18	n.d.	263,77	n.d.	115,18	55,33
	3	38,67	32,41	30,35	47,31	91,37	137,20	105,58	n.d.	292,34	n.d.	101,90	55,33
	4	37,97	31,57	29,55	48,14	81,60	129,57	107,46	n.d.	320,95	n.d.	95,67	55,33
	5	38,20	31,57	28,77	50,36	83,18	132,81	106,52	n.d.	297,92	n.d.	91,37	55,33
	6	37,04	31,16	28,77	48,68	86,40	137,20	104,66	n.d.	268,98	n.d.	90,53	50,08
	7	36,35	30,35	28,77	49,52	93,93	154,56	111,27	n.d.	219,92	n.d.	98,31	49,52
	8	35,23	28,77	28,77	50,36	76,99	156,98	120,19	n.d.	192,19	n.d.	100,09	48,41
	9	33,92	27,62	29,16	54,17	103,73	154,56	138,32	n.d.	186,67	n.d.	93,08	47,31
	10	33,69	27,62	30,75	57,78	124,30	126,39	130,65	n.d.	206,47	148,62	92,22	48,41
	11	32,63	26,87	36,81	59,66	123,27	128,51	105,58	n.d.	197,82	n.d.	106,52	44,65
	12	30,76	26,50	38,67	60,00	139,44	131,72	96,54	190,80	200,68	n.d.	97,42	41,59
	13	32,00	25,05	35,90	47,31	97,42	124,30	100,99	n.d.	200,68	n.d.	100,09	43,61
	14	33,26	24,70	33,69	61,59	94,80	113,22	110,31	n.d.	183,95	n.d.	111,27	42,09
	15	31,79	24,35	26,13	70,41	124,30	106,52	95,67	n.d.	174,64	n.d.	104,66	42,09
	16	33,91	25,05	22,00	70,41	97,42	109,36	99,20	n.d.	156,98	n.d.	92,22	42,59
	17	35,00	25,05	21,04	60,30	93,93	153,36	100,99	n.d.	152,17	n.d.	84,78	40,11
	18	35,45	24,01	20,11	59,66	137,20	114,19	110,31	n.d.	145,13	n.d.	89,69	45,70
	19	34,79	22,99	20,11	57,16	124,30	112,24	125,35	n.d.	149,80	n.d.	76,99	47,86
	20	33,26	22,99	19,51	71,84	109,36	136,10	152,17	n.d.	146,29	n.d.	73,29	45,70
	21	32,62	23,33	19,21	74,02	131,72	113,22	183,95	n.d.	133,90	148,04	76,24	41,09
	22	31,16	26,87	19,51	90,53	172,04	138,32	160,66	n.d.	133,90	n.d.	71,84	36,35
	23	31,16	34,12	19,21	80,82	186,67	146,29	165,65	n.d.	127,45	n.d.	65,56	39,63
	24	31,57	35,45	18,92	72,56	182,60	133,90	156,98	192,89	128,51	n.d.	62,89	42,59
	25	31,79	35,00	18,34	72,56	156,98	116,17	145,13	198,53	128,51	n.d.	62,24	46,77
	26	36,35	33,26	18,34	72,56	125,35	112,24	146,88	204,17	122,23	n.d.	57,78	50,65
	27	33,26	33,26	18,05	87,21	120,19	108,40	168,89	209,80	146,88	n.d.	58,40	51,79
	28	32,41	32,83	18,34	85,58	127,45	111,27	175,96	215,44	156,38	n.d.	62,89	56,55
	29	32,41		18,64	66,24	133,90	113,22	183,98	221,08	155,77	n.d.	66,92	69,00
	30	31,57		17,91	58,40	140,57	149,80	188,73	226,72	149,21	n.d.	65,56	55,33
	31	31,16		31,81		153,36		188,75	232,35		181,26		51,79
mean		34,10	28,64	25,49	62,59	119,64	128,60	133,49	208,12	186,07	156,78	88,31	48,48
max.		38,91	35,45	38,67	90,53	186,67	156,98	188,75	232,35	320,95	181,26	183,77	69,00
min.		30,76	22,99	17,91	45,70	76,99	106,52	95,67	189,42	122,23	148,04	57,78	36,35

Der Wechsel von Regenzeit und Trockenzeit spiegelt sich auch in der Abflussreihe des Nzoia Rivers für 1977 recht gut wieder (Abbildung 33). Die Trockenperiode für die Monate Jänner bis März ist sehr stark ausgeprägt. Auch die Spitzen der beiden Regenzeiten im Mai und im November sind deutlich zu erkennen. Die Abflüsse für die Monate zwischen Mai und November variieren in den einzelnen Jahren recht stark.

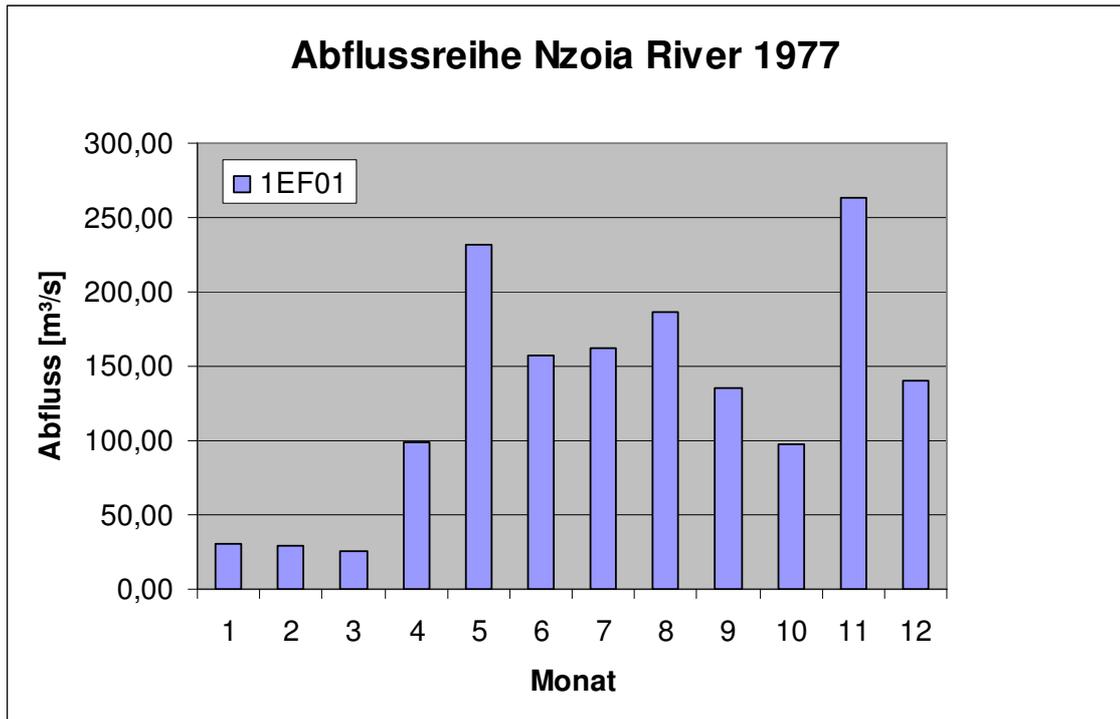


Abbildung 33: mittlerer Monatsabfluss Nzoia River 1977

Der mittlere Monatsabfluss für den betrachteten Zeitraum ist in Tabelle 6 dargestellt. Aus den einzelnen mittleren Jahresabflüssen wurde letztlich der gesamte mittlere Abfluss für die Zeitreihe von 1963 bis 1999 berechnet und kann wie folgt zusammengefasst werden:

$$MQ = 88 \text{ m}^3/\text{s}$$

In einem nächsten Schritt wurden die minimalen und maximalen mittleren Tagesabflüsse für den Pegel ausgewertet. Zuerst wurden die Extremwerte für jedes Jahr getrennt ausgewertet und in der jeweiligen Jahrestabelle erfasst. Anschließend wurden diese Extremwerte in eigenen Tabellen zusammengefasst (Tabelle 7 und Tabelle 8). Daraus können die für den Zeitraum 1963 bis 1999 minimalen und maximalen mittleren Durchflüsse wie folgt abgelesen werden:

$$MQ_{\min} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$MQ_{\max} = 596 \text{ m}^3/\text{s}$$

Der maximale Wert wurde im Mai 1963 aufgezeichnet, während der minimale Wert aus dem März 1985 stammt.

Die Interpretation bzw. Information dieser Tabellen kann für die Situation am Nzoia River in mehrer Hinsicht nützlich sein. Für die Errichtung oder Sanierung von Hochwasserschutzdämmen sollte man die Zeiten der Niederwasserführung wählen. Ebenso für die Errichtung der Ufersicherungen. Weiters besteht die Möglichkeit, dass sich die Bevölkerung mit der Bestellung der Felder besser nach Trockenzeit und Überflutungsperiode richten kann.

Tabelle 6: Mittlerer Monatsabfluss Pegel 1EF01 (m³/s)

1EF01	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1963	0,00	0,00	0,00	181,89	366,25	165,53	127,98	173,05	78,57	59,45	69,80	153,3773
1964	61,87	32,20	48,54	100,24	110,25	103,60	126,45	248,38	229,94	185,55	83,29	67,85752
1965	50,65	32,73	24,80	41,45	72,74	39,80	40,43	42,67	30,45	45,11	75,48	49,76
1966	28,72	35,44	51,45	106,98	85,60	53,14	62,12	87,91	128,22	70,68	60,73	26,75
1967	19,34	18,79	17,54	39,65	167,50	123,29	194,27	205,05	143,22	112,12	126,59	90,53
1968	41,82	52,84	0,00	94,93	217,50	145,90	119,47	198,49	98,71	62,79	60,28	64,17
1969	38,54	70,37	44,85	36,92	92,77	59,76	59,68	79,02	81,12	43,09	38,72	35,80
1970	48,38	42,99	61,74	105,54	135,86	117,53	116,66	246,19	202,59	158,56	110,69	47,22
1971	34,10	28,64	25,49	62,59	119,64	128,60	133,49	208,12	186,07	156,78	88,31	48,48
1972	34,66	40,36	0,00	23,31	67,38	85,59	141,91	169,70	93,99	84,52	169,15	70,97
1973	59,28	40,13	34,10	36,48	70,98	81,94	88,70	130,55	148,96	99,72	109,80	45,08
1974	32,85	22,25	27,67	89,10	83,42	72,39	126,60	97,73	140,59	87,42	49,77	30,93
1975	22,23	18,33	24,30	67,32	78,45	108,08	112,77	247,79	255,13	187,40	86,07	51,28
1976	35,76	29,65	23,85	37,81	91,98	99,75	112,25	102,34	122,36	53,26	40,20	34,12
1977	30,76	29,26	25,17	98,27	232,13	157,67	162,48	186,94	134,79	97,28	263,60	140,85
1978	75,06	74,23	144,84	103,02	188,96	118,93	177,62	210,28	188,80	130,40	94,60	67,41
1979	48,55	88,44	64,41	83,72	95,47	130,57	104,83	119,51	68,09	52,75	40,09	29,23
1980	25,51	22,06	23,70	37,01	99,18	85,81	91,22	72,62	78,43	39,87	41,34	26,67
1981	19,60	16,69	45,06	186,28	132,95	70,87	97,72	180,66	192,55	111,44	71,65	40,52
1982	33,86	27,68	20,93	50,29	129,61	136,28	91,26	159,37	99,48	90,43	185,36	157,24
1983	61,88	46,08	32,41	55,29	99,16	74,80	73,45	168,58	240,03	202,87	123,19	66,52
1984	46,59	30,07	19,87	37,61	54,26	57,74	53,99	62,37	43,77	30,28	27,99	25,11
1985	15,37	17,15	18,53	95,75	140,72	91,29	105,36	0,00	0,00	50,57	54,47	28,50
1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	22,82	15,13	19,80	80,27	123,59	0,00	0,00	0,00	157,46	143,31	75,56	0,00
1989	0,00	0,00	0,00	99,63	104,28	87,32	0,00	80,14	82,86	81,44	0,00	70,75
1990	91,21	76,80	122,29	102,97	121,41	91,89	102,71	166,66	162,61	72,78	75,67	0,00
1991	0,00	0,00	0,00	0,00	121,63	79,24	89,74	115,02	140,35	89,06	73,09	0,00
1992	0,00	0,00	0,00	0,00	93,11	82,89	109,01	135,04	114,90	109,55	82,88	0,00
1993	0,00	63,62	0,00	0,00	90,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	0,00	0,00	0,00	74,98	87,40	103,00	0,00	139,01	81,49	62,34	88,61	57,50
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89,11	78,22	92,61	77,02	79,63	0,00
1996	56,43	95,00	0,00	115,44	94,38	1349,51	92,45	135,09	118,37	62,60	79,83	0,00
1997	0,00	0,00	0,00	89,80	85,81	82,62	73,29	123,28	0,00	0,00	121,13	113,73
1998	114,28	63,53	63,89	0,00	74,96	60,02	114,18	128,86	77,09	0,00	115,39	0,00
1999	0,00	33,58	83,39	103,59	100,56	92,75	89,17	89,55	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle 7: Maximaler mittlerer Tagesabfluss Pegel 1EF01 (m³/s)

1EE01	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MAX
1963	0,00	0,00	0,00	517,90	596,27	274,31	166,29	229,21	90,11	65,23	192,89	331,90	596,27
1964	79,66	58,19	107,94	234,24	163,87	180,00	227,87	365,17	325,16	339,49	110,31	122,75	365,17
1965	104,66	46,23	45,17	100,99	108,40	45,17	57,78	52,95	43,61	88,86	128,51	75,50	128,51
1966	33,26	64,89	122,23	274,25	169,47	83,18	122,23	192,19	209,41	117,17	121,21	34,56	274,25
1967	22,99	24,01	20,11	60,30	288,83	192,19	260,33	265,50	173,34	163,14	216,88	152,17	288,83
1968	56,55	141,70	0,00	188,97	283,20	199,24	158,20	308,69	128,51	95,67	117,17	95,67	308,69
1969	90,98	107,46	116,17	72,93	193,59	113,22	123,78	103,73	147,45	64,22	63,55	41,85	193,59
1970	77,75	61,59	169,47	199,24	193,59	174,64	137,20	408,64	270,73	255,42	171,69	80,94	408,64
1971	38,91	35,45	38,67	90,53	186,87	156,98	188,75	232,35	320,95	181,26	183,77	69,00	320,95
1972	50,65	50,85	0,00	33,27	121,21	192,89	188,04	253,56	145,13	134,99	335,62	93,08	335,62
1973	163,17	60,30	52,37	67,61	74,02	97,42	94,80	186,67	235,54	158,99	183,32	66,24	235,54
1974	42,59	30,35	77,75	130,65	111,27	137,20	167,57	125,35	186,70	124,30	74,76	40,60	186,70
1975	26,13	21,36	46,77	174,64	169,47	161,90	212,46	475,82	394,91	272,49	135,00	87,25	475,82
1976	44,92	35,23	39,66	75,51	186,70	150,98	175,95	148,62	200,68	84,78	57,78	60,30	200,68
1977	41,59	43,10	39,15	173,34	399,45	236,41	203,56	256,93	186,00	161,90	578,68	229,20	578,68
1978	98,31	193,59	251,88	138,96	347,22	199,24	238,88	288,66	285,01	188,04	129,57	94,80	347,22
1979	68,30	130,65	100,09	158,20	139,44	196,40	137,20	205,01	79,28	69,70	61,59	39,63	205,01
1980	31,16	33,26	36,81	69,70	158,20	119,18	149,80	117,17	98,31	46,77	76,24	34,12	158,20
1981	30,75	24,70	145,13	326,89	178,59	92,22	152,17	299,80	357,70	220,75	94,90	48,41	357,70
1982	55,94	33,69	25,77	115,18	192,19	250,21	120,19	210,89	142,84	145,13	381,49	328,89	381,49
1983	81,60	58,40	41,59	90,53	133,90	104,66	115,18	338,99	318,99	255,24	161,90	83,98	338,99
1984	59,03	40,80	25,57	81,79	77,38	78,10	74,52	79,56	60,03	40,94	48,02	38,59	81,79
1985	29,47	24,69	59,84	181,40	219,00	136,06	183,03	0,00	0,00	66,37	121,06	36,77	219,00
1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	34,59	21,39	27,95	228,29	231,20	0,00	180,53	169,54	203,85	272,10	97,66	0,00	272,10
1989	0,00	0,00	0,00	133,01	150,00	137,63	0,00	95,21	104,85	96,84	0,00	93,52	150,00
1990	117,24	101,05	196,56	169,43	174,44	164,14	168,95	220,41	186,89	74,45	96,82	0,00	220,41
1991	0,00	0,00	0,00	0,00	234,86	110,34	119,18	181,40	199,90	106,27	79,95	0,00	234,86
1992	0,00	0,00	0,00	0,00	177,59	124,95	177,45	158,43	192,61	156,15	90,69	0,00	192,61
1993	0,00	74,52	0,00	0,00	115,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	115,84
1994	0,00	0,00	0,00	81,04	106,27	113,51	0,00	193,25	97,65	65,55	135,03	79,56	193,25
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,16	93,57	140,32	97,88	101,96	0,00	140,32
1996	57,02	140,32	0,00	242,38	115,84	82,01	136,59	158,43	193,91	85,64	90,69	0,00	242,38
1997	0,00	0,00	0,00	136,06	115,84	98,92	93,57	148,89	0,00	0,00	250,21	250,21	250,21
1998	274,31	67,39	68,52	0,00	115,61	78,59	235,16	325,33	140,32	0,00	186,89	0,00	325,33
1999	0,00	64,89	140,32	227,63	214,06	129,99	140,32	151,16	0,00	0,00	0,00	0,00	227,63
MAX	274,31	193,59	251,88	517,90	596,27	274,31	260,33	475,82	394,91	339,49	578,68	331,90	596,27

Tabelle 8: Minimaler mittlerer Tagesabfluss Pegel 1EF01 (m³/s)

1EE01	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MIN
1963	0,00	0,00	0,00	38,67	178,59	67,27	96,49	114,69	64,55	53,84	49,24	50,36	38,67
1964	43,36	13,76	33,69	39,41	69,70	73,66	77,76	149,80	172,04	91,37	62,89	50,65	13,76
1965	34,12	26,13	18,92	20,11	41,59	34,56	32,83	34,56	24,70	23,67	44,65	33,69	18,92
1966	25,77	26,13	29,16	27,62	51,22	42,59	40,60	53,54	66,24	52,37	34,12	21,04	21,04
1967	17,49	16,94	16,67	25,41	57,16	76,99	158,98	153,36	112,24	90,53	75,50	59,86	16,67
1968	31,16	30,35	0,00	60,30	159,89	115,18	91,37	72,93	76,99	36,35	39,63	40,11	30,35
1969	23,00	49,52	26,50	24,01	42,59	41,59	41,09	60,94	44,65	33,69	29,16	29,55	23,00
1970	32,41	36,35	42,19	60,30	98,31	84,78	93,93	131,72	148,62	120,19	85,07	40,80	32,41
1971	30,76	22,99	17,91	45,70	76,99	106,52	95,67	189,42	122,23	148,04	57,78	36,35	17,91
1972	25,77	26,50	0,00	17,91	44,65	58,40	115,18	128,51	70,06	52,37	91,37	50,08	17,91
1973	36,35	28,85	24,01	18,92	64,89	66,24	61,59	61,59	111,27	69,00	64,89	35,00	18,92
1974	24,70	16,67	16,94	88,30	57,78	53,54	74,37	76,24	100,09	65,56	39,15	26,13	16,67
1975	18,05	15,36	15,61	21,04	32,83	81,60	59,03	141,70	163,14	112,76	57,48	38,67	15,36
1976	28,00	26,87	20,11	20,42	31,78	69,00	62,24	81,60	66,24	40,11	33,26	25,77	20,11
1977	25,77	21,36	18,62	30,35	136,11	99,20	121,21	122,23	89,69	69,00	113,22	95,67	18,62
1978	52,95	42,09	90,53	70,77	117,17	90,53	134,99	164,39	136,10	100,09	62,89	53,84	42,09
1979	40,11	69,00	48,41	59,03	70,41	99,20	80,82	79,28	59,66	34,12	31,16	25,77	25,77
1980	22,99	16,13	16,13	18,34	25,41	63,55	50,08	55,33	47,86	30,75	27,24	21,36	16,13
1981	15,87	14,98	14,36	90,53	87,21	50,65	59,66	108,41	125,88	83,98	44,13	35,00	14,36
1982	26,50	24,01	18,34	27,62	61,59	100,09	76,99	88,03	71,84	69,70	100,99	83,18	18,34
1983	48,96	37,73	28,77	29,95	66,92	59,66	56,55	72,56	174,64	154,56	88,86	57,16	28,77
1984	37,73	19,99	16,57	16,57	32,06	44,39	40,47	45,92	29,66	22,18	19,69	15,52	15,52
1985	12,40	11,85	8,82	44,46	71,74	66,37	67,69	0,00	0,00	35,01	28,50	22,67	8,82
1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	17,11	10,54	10,90	13,02	67,03	0,00	71,74	169,54	129,50	86,36	61,89	0,00	10,54
1989	0,00	0,00	0,00	76,32	66,38	69,03	0,00	69,37	69,71	74,52	0,00	60,65	60,65
1990	65,72	66,71	58,88	56,13	57,64	58,26	57,95	118,02	140,32	71,10	58,84	0,00	56,13
1991	0,00	0,00	0,00	0,00	68,60	56,43	58,26	84,53	60,96	62,85	59,43	0,00	56,43
1992	0,00	0,00	0,00	0,00	56,42	57,95	77,78	108,64	55,54	83,69	71,46	0,00	55,54
1993	0,00	55,25	0,00	0,00	56,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,25
1994	0,00	0,00	0,00	61,27	67,69	97,65	0,00	97,65	67,69	61,27	61,27	0,00	61,27
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,89	64,48	58,26	64,48	58,26	0,00	58,26
1996	55,54	64,48	0,00	55,25	56,73	55,25	58,26	108,64	61,47	55,54	58,26	0,00	55,25
1997	0,00	0,00	0,00	64,89	55,54	55,25	55,54	68,52	0,00	0,00	59,84	55,25	55,25
1998	55,25	58,26	58,26	0,00	55,25	55,25	56,73	55,25	55,25	0,00	55,25	0,00	55,25
1999	0,00	15,40	40,99	55,25	56,73	56,73	55,25	47,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MIN	12,40	10,54	8,62	13,02	25,41	34,56	32,83	34,56	24,70	22,18	19,69	15,52	8,62

4.2 Ergebnisse Hydraulik

Für die hydraulischen Berechnungen am Nzoia River waren 2 Fragenstellungen von Bedeutung. Zum einen sollte die Abfuhrfähigkeit des Flussschlauches geprüft werden und zum anderen die notwendige Höhe des Schutzdammes abgeschätzt werden. Diese Fragestellungen wurden anhand von 10 ausgewählten Referenzprofilen behandelt. In Abbildung 35 sind die Profile nochmals lagemäßig dargestellt.

4.2.1 Bordvoller Abfluss

Die Berechnung des bordvollen Abflusses soll eine erste Aussage über die Abfuhrfähigkeit des Flusses in den betrachteten Referenzprofilen liefern. Dafür wurde für jedes der 10 Profile der bordvolle Abfluss und die Schlüsselkurve berechnet. Die Schlüsselkurve sagt dabei aus, wie sich der Wasserspiegel im Verhältnis zum Durchfluss verändert. In Abbildung 34 ist die Schlüsselkurve für das Profil 5 dargestellt.

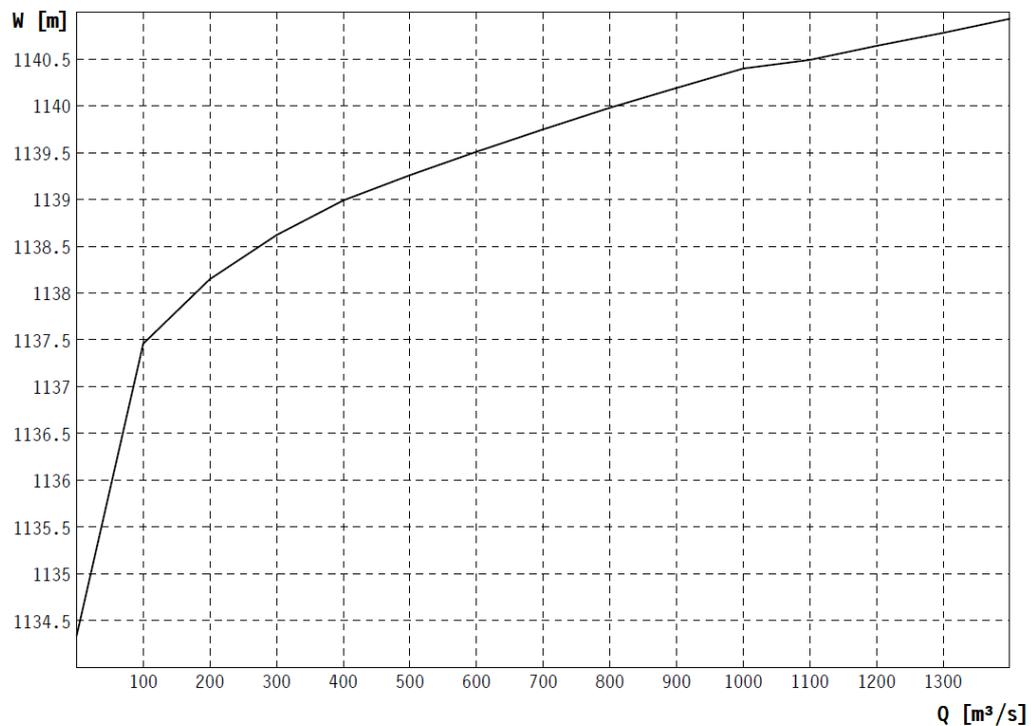


Abbildung 34: Schlüsselkurve Profil 5

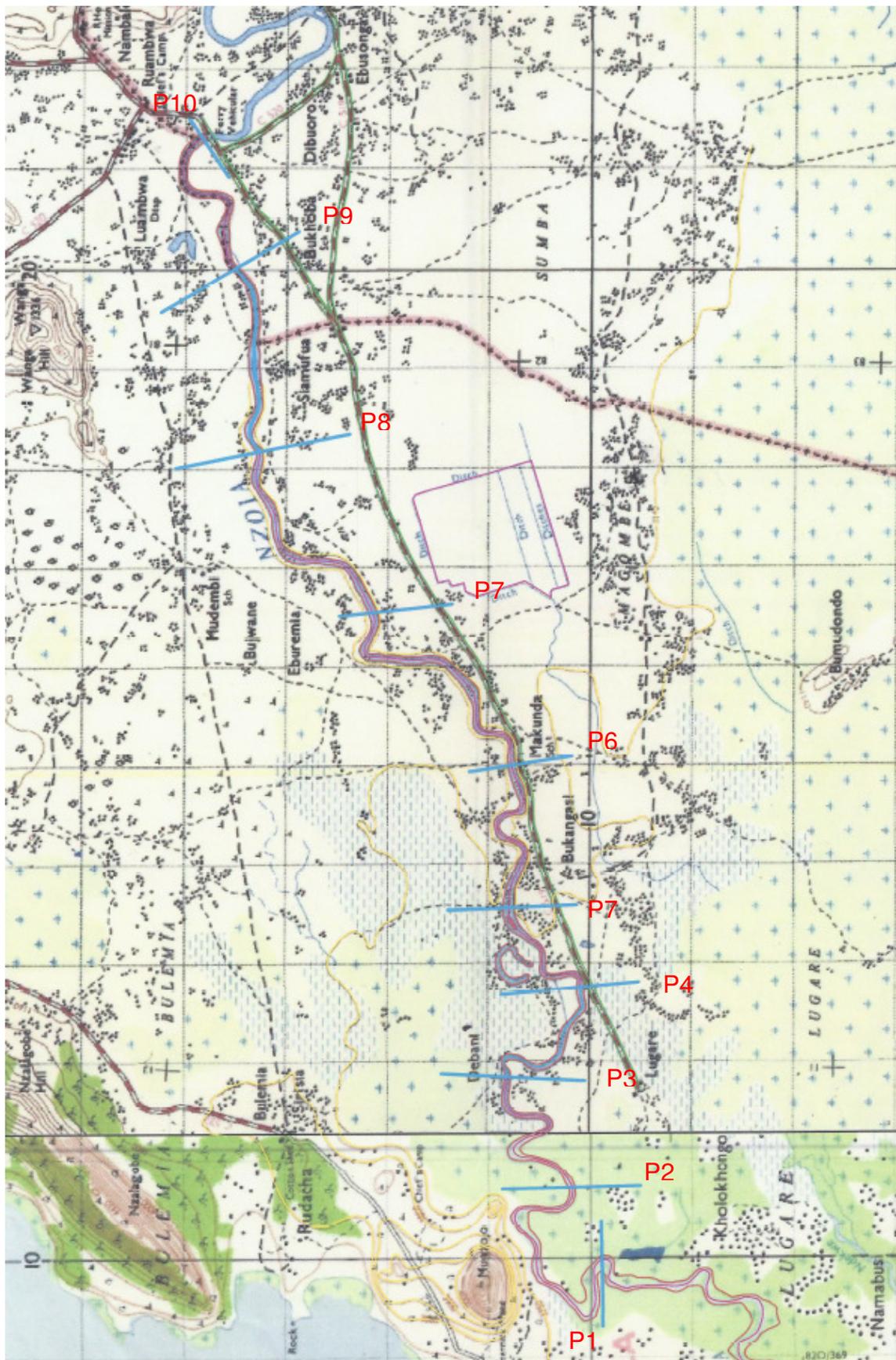


Abbildung 35: Lage der ausgewählten Profile

Sämtliche Schlüsselkurven sind im Anhang (Kapitel 6.2.3) enthalten. Weiters wurde in der bordvollen Berechnung für jedes Profil jener Durchfluss berechnet, an dem es zu den ersten Ausuferungen kommt.

Tabelle 9: Auswertung des bordvollen Abflusses

Hydraulischer Längenschnitt							
Profil Nr.	km	AP-li [müA]	Q-li [m ³ /s]	Code	AP-re [müA]	Q-re [m ³ /s]	Code
1	10	1137.30	432.2	0	1137.26	431.5	0
2	12.75	1138.35	241.8	0	1137.40	143.3	0
3	14.5	1137.40	115.8	0	1136.70	69.35	0
4	16	1137.19	92.33	0	1137.70	127.1	0
5	17.5	1137.76	122	0	1139.00	223.3	0
6	19	1138.70	184.1	0	1138.06	134.2	0
7	21.5	1139.68	237.2	0	1140.00	269.3	0
8	24	1140.00	217.4	0	1140.40	254.7	0
9	25.5	1142.78	481	0	1142.00	387.2	0
10	27.5	1141.50	273.8	0	1141.15	239	0

Die Auswertung des bordvollen Abflusses (Tabelle 9) ergibt, dass es ab einer Wassermenge von ca. 70 m³/s zu Überflutungen des rechten Vorlandes bei Profil 3 kommt. Der Ausuferungsbeginn in das linke Vorland liegt bei Profil 4 mit ca. 92 m³/s. Durchschnittlich liegt die Abfuhrfähigkeit des Flussschlauches bei ca. 150 m³/s bis 200 m³/s.

Verbunden mit Abflusspegeln im Oberlauf des Flusses ließe sich auf Basis des bordvollen Abflusses auch ein Hochwasserwarnsystem am Nzoia River umsetzen

4.2.2 Abschätzung der erforderlichen Dammhöhen

Der zweite wesentliche Aussagepunkt dieser Arbeit war, eine Aussage über die erforderliche Dammhöhe zu treffen. Dafür wurde mit den vorhandenen Profilen ein eigenes Modell im WaspiHec2 erstellt. Dieses Modell rechnet im Gegensatz zum bordvollen Abfluss auch die Vorländer mit. Die bestehenden Dämme wurden als hydraulische Grenze in das Modell eingebaut.

In Abbildung 36 ist ein solches Abflussprofil mit den hydraulisch gesetzten Grenzen abgebildet.

Berechnet wurde jeweils der Durchfluss für:

$$HQ_{25} = 1100 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$HQ_{50} = 1360 \text{ m}^3/\text{s}$$

Die Auswertung der Berechnungen erfolgte sowohl in tabellarischer Form als auch in der Darstellung der Profile mit Gelände, hydraulischen Grenzen und Bemessungswasserspiegel.

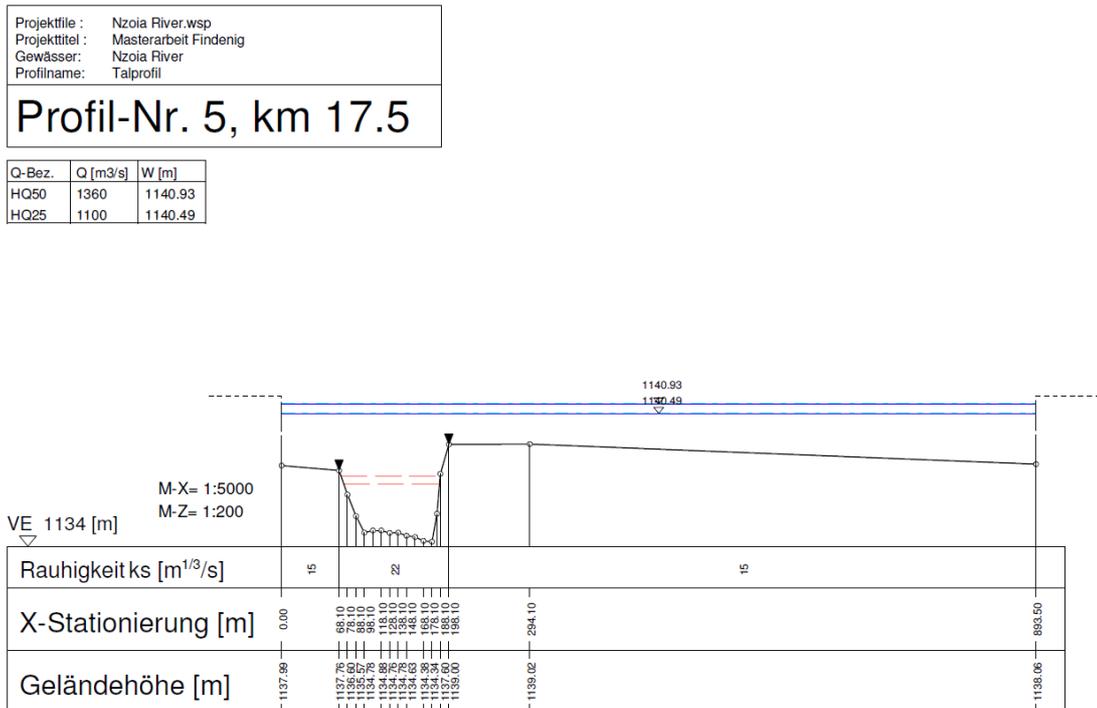


Abbildung 36: Berechnungsprofil P5 am Nzoia River

Betrachtet man die einzelnen Profile so ergeben sich stark ändernde Dammhöhen entlang des Flusses. Dies hat einerseits mit der unterschiedlichen Breite des Abflusskorridors zu tun, andererseits mit dem sich ändernden Gefälle. Die größte erforderliche Höhe eines Deiches wurde in Profil 4 mit 4,2 m ohne Freibord berechnet. Die berechneten Wasserspiegellagen sind im Anhang (Kapitel 6.2.1 und 6.2.2) in tabellarischer Form und als Querprofil dargestellt.

Ergebnisse konstruktiver Maßnahmen

Bei den konstruktiven Ergebnissen können nur Vorschläge zur Gestaltung gegeben werden. Eine Festlegung ist v. a. auf Grund der fehlenden Grundlagen wie Kenntnisse über Untergrundverhältnisse oder Grundwasserspiegel nicht möglich.

4.2.3 HWS – Damm

Der Hochwasserschutzdamm wird als lagenweise geschütteter und verdichteter Erddamm empfohlen. Die Höhe des Dammes beträgt bis zu ca. 4,2 m ohne Freibord. Die Krone sollte mit einer Breite von 4,0 m ausgeführt werden. Die Böschungsneigung an beiden Seiten sollte 1:2 oder flacher sein. Der Freibord bei HWS - Dämmen beträgt gegenüber der hydraulischen 1D-Berechnung des HQ_{100} mind. 50 cm betragen.

Bei einer Überströmung der Dämme besteht die Gefahr des unkontrollierten Bruches durch rückschreitende Erosion. Um ein unkontrolliertes Überströmen der HWS - Dämme zu verhindern, sind entlang der gesamten Dammtrasse „Überströmbereiche“ eine sinnvolle Alternative, deren hydraulisch maßgebliche Kronenhöhe auf Höhe der 1D-Berechnung des HQ_{100} liegt (kein Freibord) und deren Dammkrone und luftseitige Böschung durch Steinschichtungen gesichert sind. Die maßgebliche Konstruktionshöhe entspricht der Oberkante der Steinsicherung im Bereich der Dammkrone. Durch das kontrollierte Fluten des geschützten Bereiches bei Hochwässern wird einem unkontrollierten Dambruch durch Überströmung und dadurch auftretender rückschreitender Erosion vorgebeugt.

Der Hochwasserschutzdamm besteht üblicherweise aus einem wasserseitigen Dichtkörper und einem Stützkörper. Der Dichtkörper wird mind. 1,5 m tief in das bestehende Gelände eingebunden. Die wasserseitige Neigung ergibt sich aus der luftseitigen Neigung von 1:1 und der Basisbreite von 1,5 m des Dichtkörpers. Die Durchlässigkeit des Dichtkörpers sollte kleiner $1 \cdot 10^{-8}$ m/s bei $D_{pr} > 95$ %, die des Stützkörpers kleiner $5 \cdot 10^{-5}$ m/s $D_{pr} > 95$ % sein.

Zusätzliche Untergrundabdichtungen in Form einer Schmalwand oder Spundwand sind aus Kostengründen nicht vorgesehen. Am luftseitigen Dammfuß wird ein Drainagekörper mit Filterkies und Vliesummantelung angeordnet.

Bei einer Bepflanzung des Dammes ist grundsätzlich darauf zu achten, dass es sich um keine hochstämmigen und keine tiefwurzelnden Pflanzen handelt. Grundsätzlich stellt aus technischer Sicht eine über eine reine Begrünung hinausgehende Bepflanzung mit Büschen oder Bäumen ein Risiko dar. Die luftseitigen Böschungen sollten nämlich bei einem längeren Einstau der Dämme einer visuellen Beobachtung zugänglich sein, um bei beginnenden unkontrollierten Wasseraustritten sofort reagieren zu können.

Weiters sind speziell in diesem Gebiet an den HWS- Dämmen eigenen Abschnitte vorzusehen an denen die Bauern ihre Rinder zum Fluss treiben können. Geschieht dies ständig über den Dammkörper, kommt es zu Beschädigungen am Dammaufbau.

In Abbildung 37 ist ein möglicher Aufbau eines HWS – Dammes, wie er am Nzoia River ausgeführt werden könnte, dargestellt.

Systemskizze HWS - Damm

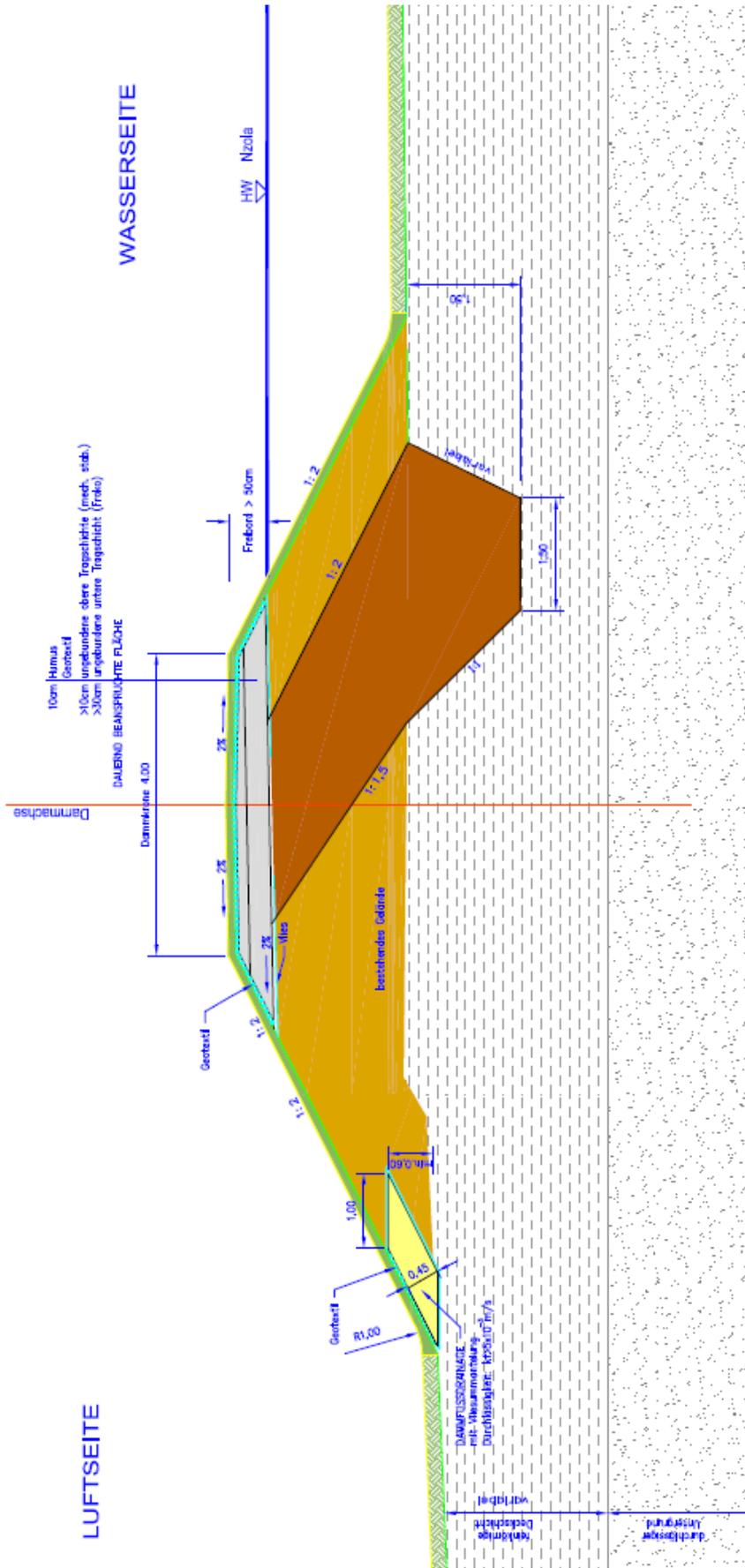


Abbildung 37: HWS Damm mit Dichtung und Sporn

4.2.4 Freibord

Der Freibord ist als Abstand zwischen dem Bemessungswasserstand und der Oberkante des Bauwerkes (HWS – Damm) definiert und berücksichtigt die hydraulischen Unsicherheiten bei der Bemessung der Schutzeinrichtung. Die Höhen des Freibordes liegt, in Abhängigkeit von der Dammhöhe bzw. des Wasserstandes über Gelände, meist zwischen 0,5 m und 1,0 m.

Auf Grund der immer wieder abrutschenden Böschungen ist dieser Faktor ein sehr wesentlicher bei der Bemessung des Freibords am Nzoia River.

Größere Treibholzteile oder ganze Bäume (Wildholz) können zu Verklausungen bei Brücken oder Engstellen führen. Kommt es zu einem schlagartigen Durchbruch, können auch Schwallerscheinungen auftreten. Am Nzoia River kann zwar mit Treibholz gerechnet werden, es fehlen jedoch die Bauwerke an denen es zu Verklausungen kommen kann.

4.2.5 Überströmstrecken

Da es am Nzoia River zu Hochwasserereignissen kommen kann, die den endgültigen Bemessungsabfluss überschreiten, ist die Planung von Entlastungseinrichtungen vorzusehen. Auf Grund der technischen Machbarkeit wird eine Errichtung von Überströmstrecken für den Nzoia River als Entlastungseinrichtung ausgegangen.

In Zuge dieser Arbeit wird auf die allgemeinen Anforderungen einer Überströmstrecke eingegangen, nicht jedoch auf die detailliert Ausführung. Dies kann Nur nach genauer Untersuchung der Gegebenheiten vor Ort erfolgen.

Die konstruktive Ausführung einer Überströmstrecke hängt von den Randbedingungen und von den hydraulischen Anforderungen ab. Die Art der Erosionssicherung ist von den möglichen maximalen Abflüssen und der Ausgestaltung der Böschungen und des Dammfußes abhängig. In Abbildung 38 ist der mögliche Aufbau einer Überströmstrecke dargestellt.

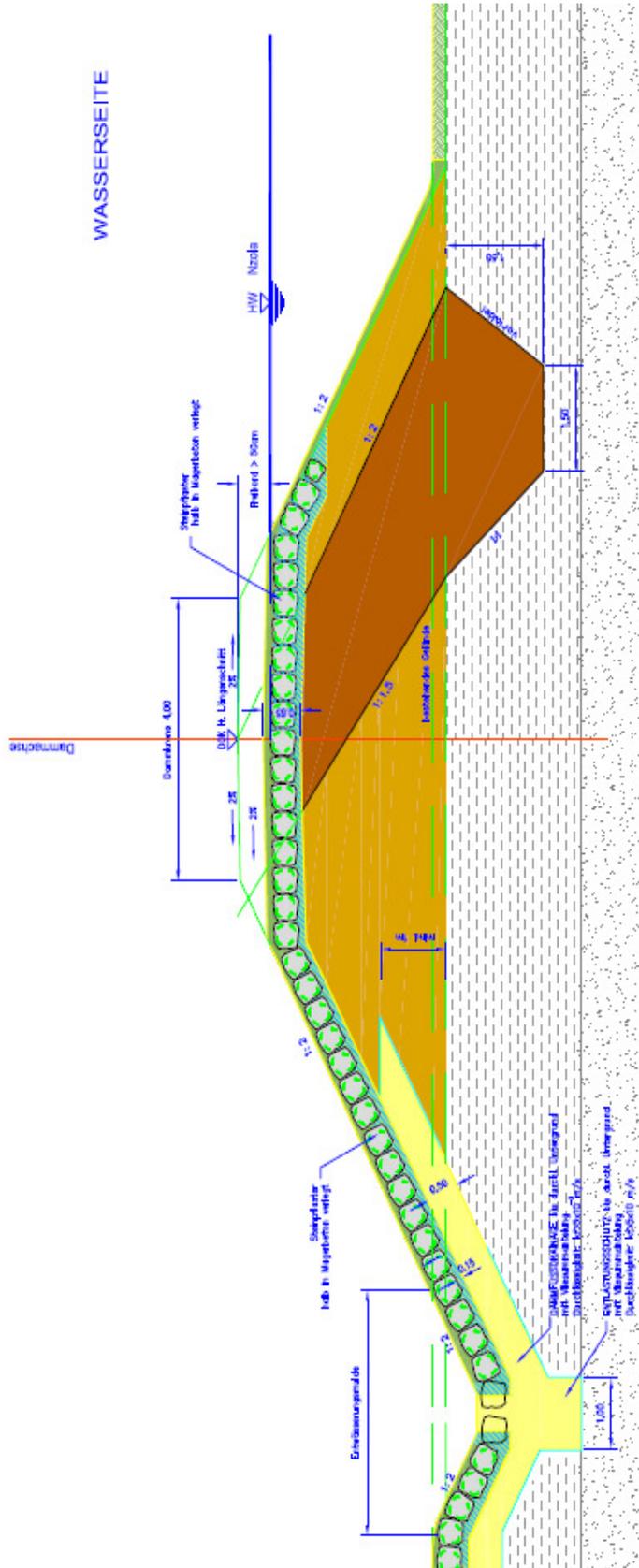


Abbildung 38: Systemskizze Überströmstrecke

Der wirtschaftlichste und natürlichste Schutz für den Deichkörper ist eine gute, dauerhafte, geschlossene und dichte Grasnarbe auf den Böschungen. Bei Überströmstrecken mit geringer hydraulischer Beanspruchung sind Grasböschungen geeignet, um einer begrenzten Sohlbeanspruchung Stand zu halten.

Geotextile sind wegen ihren verschiedenartigen Ausführungen und weitgehenden Unempfindlichkeit gegenüber der Überflutungsdauer eine gute Alternative zur natürlichen Grasnarbe.

Oberflächensicherungen mittels Steinschichtungen müssen so bemessen werden, dass die einzelnen Elemente nicht von der Strömung herausgelöst werden können. Zudem sollte zwischen Steinschichtung und Dammböschungsuntergrund eine Kieslage als Drainageschicht vorgesehen werden, um Fugenerosionen zwischen den Steinen zu verhindern. Bei starker Beanspruchung ist eine Verlegung der Steinschichtung in Magerbeton vorteilhaft.

Auf Grund der extremen klimatischen Bedingungen (Regenzeiten – Trockenzeiten) am Nzoia River ist von einer Sicherung der Überströmstrecken durch eine natürliche Grasnarbe oder ein Geotextil abzuraten. Ob eine Verlegung in Magerbeton notwendig ist, kann erst nach Festlegung aller Rahmenbedingungen beurteilt werden.

4.3 Ufersicherung

Für ein gesamt funktionierendes Hochwasserschutzsystem ist eine Ufersicherung ein wesentlicher Faktor. Die Ufersicherung soll die Erosion der Böschungen verhindern. Eingesetzt soll sie jedoch nur dort werden, wo sich das Flussbett nahe am Hochwasserschutzdamm befindet. Dort besteht die Gefahr, dass der Damm unterspült wird. Im Speziellen werden hier naturnahe Sicherungsmethoden vorgeschlagen.

4.3.1 Faschinenwand am Gewässer

Die Faschinenwand besteht aus zwei bis vier Weidenfaschinen mit einem Durchmesser von jeweils ca. 30 cm und einer Länge von ca. 4,0 m. Diese Faschinen werden vertikal übereinander gelegt (Abbildung 39).

Wasserseitig werden sie mit Holzpiloten mit einem Durchmesser von ca. 15 - 20 cm und einer Länge von ca. 2,5 - 4,0 m in ihrer Lage gesichert. Der Längsabstand richtet sich nach der Länge der Faschinen. Bei einer Faschinenlänge von 4,0 m sollte ein Längsabstand von 2,0 m für die Piloten gewählt werden. Böschungsseitig werden sie so mit Mutterbodenmaterial eingeschüttet, dass ein guter Kontakt zwischen den austriebsfähigen Weidenruten der Faschinenbündel und dem Boden gegeben ist. Andernfalls würde es zu einem Austrocknen der Faschinen kommen. Bei großen Bächen und Flüssen sind unterhalb der Faschinen Flussbausteine (Durchmesser ca. 30 - 40 cm) einzulegen, und zwar je nach Lage in der Bogenfolge 50 cm unter Sohle (in der Geraden oder im Innenbogen) oder 1,0 m unter Sohle (im Außenbogen).

Die Faschinenwände sollten vor allem dort eingesetzt werden, wo die Gerinne schmal sind. Mit ihrer Hilfe kann eine gewisse Breitenvarianz erreicht werden. Die Weidenfaschinen sind unter Berücksichtigung der Regen- und Trockenzeiten auszuführen.

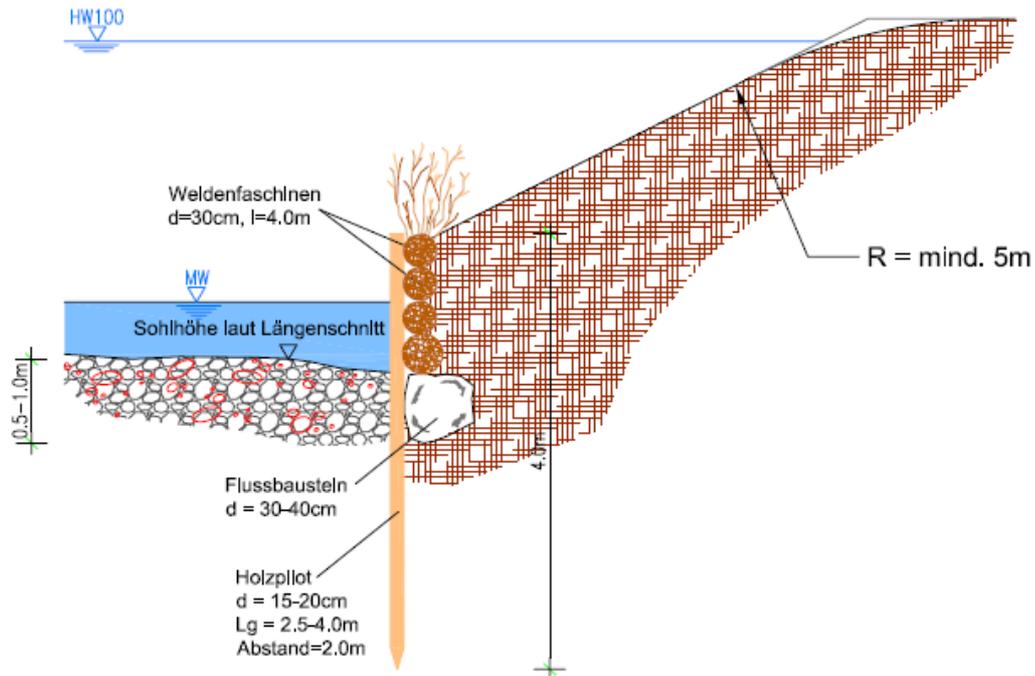


Abbildung 39: Systemskizze Weidenfaschinenwand

4.3.2 Biogene maschinelle Ufersicherung

Eine Biogene Maschinelle Ufersicherung (BMU) setzt sich aus bewurzelten und unbewurzelten Gehölzen (Bäume, Sträucher, Astwerk), Wurzelstöcken, Totholz sowie einer Auflastschicht zusammen (Abbildung 40).

Grundlegende Wirkungsweise dieser Ufersicherung ist die Schaffung einer entsprechenden Rauigkeit der Böschungsoberfläche durch die überstehenden Äste. Dadurch kann sich eine Trennschicht zwischen laminarer Strömung im Fluss und der leicht turbulenten Strömung zwischen den Ästen ausbilden. Entlang dieser Trennschicht gleitet Wasser auf Wasser, womit die Böschungsoberfläche geschützt wird.

Die biogene maschinelle Ufersicherung muss mindestens 2,5 – 3,0 m in die Böschung eingebunden werden. Die Gehölzteile und das Astwerk werden kreuzweise eingebaut. Es wird eine rd. 0,5 m starke Schicht aus Gehölzmaterial eingelegt.

Wichtig ist eine enge Verzahnung der einzelnen Komponenten. Je nach Anforderung hervorgerufen durch die Schleppspannung kann der Anteil des Steinmaterials am Auflastmaterial erhöht werden.

4.3.3 *Offenes Uferdeckwerk*

Unter einem „offenen Uferdeckwerk“ ist eine Steinschichtung aus Flussbausteinen zu verstehen (Abbildung 41). Der Sicherungstyp kommt bei den höchsten berechneten Schleppspannungen zum Einsatz. Die Böschungsneigung beträgt in der Regel maximal 2:3, flachere Neigungen werden bevorzugt. Für die Ansatzsteine sind Durchmesser von rd. 80 cm zu verwenden, für das Deckwerk selbst Durchmesser zwischen 50 - 60 cm.

4.3.4 *Übererdetes Uferdeckwerk*

Ein normales Uferdeckwerk (=Steinschichtung) wird mit rd. 20 cm Mutterbodenmaterial überdeckt und bei Bedarf (Neigung > 2:3) gegen Oberflächenerosion mit einem verrottbarem Geotextil überspannt. Die Befestigung des Gewebes erfolgt mittels Holzpflocken oder austriebfähigen Steckhölzern. Nach einigen Monaten hat die Grasnarbe mit ihrem Wurzelkörper die Funktion des Erosionsschutzes übernommen.

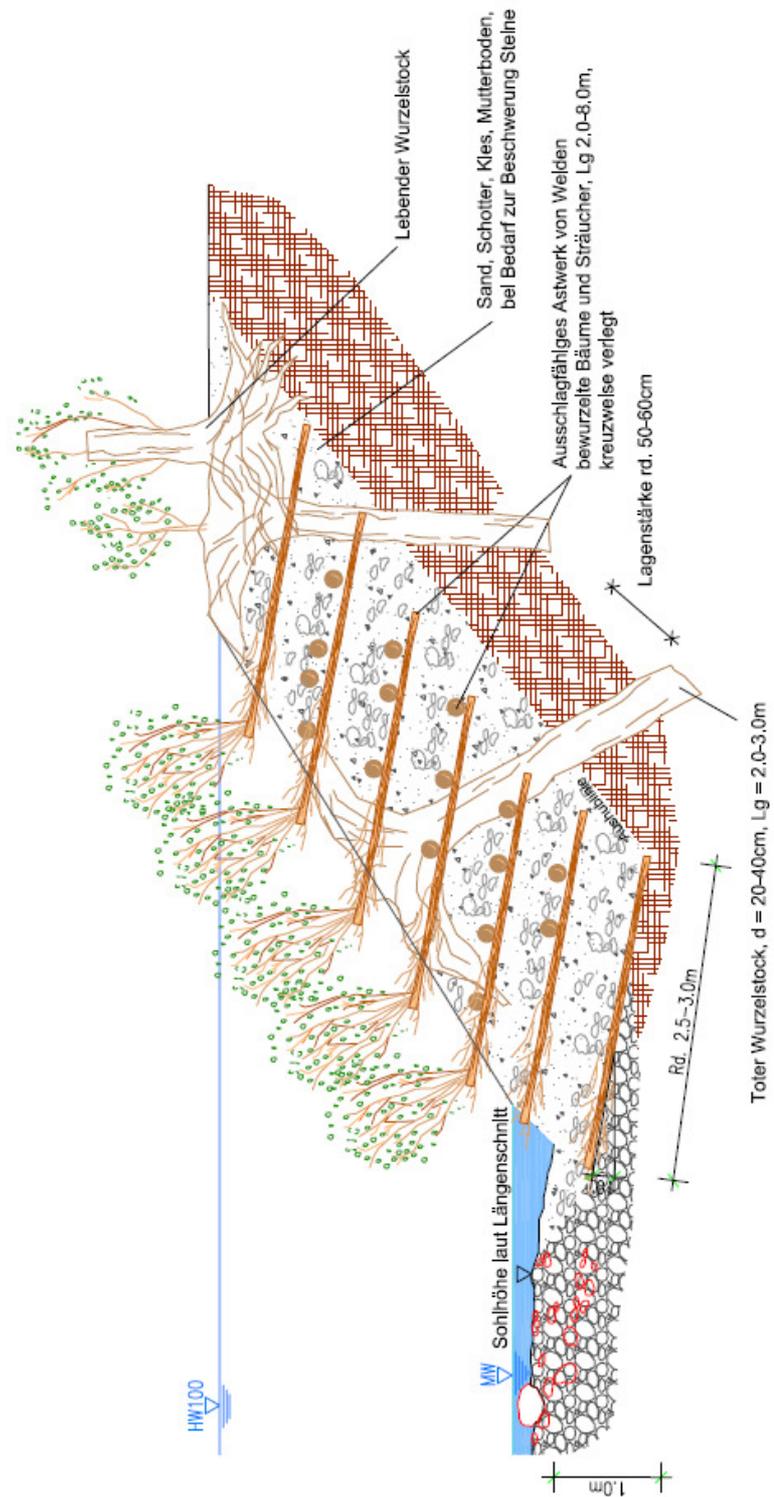


Abbildung 40: Systemskizze biogene maschinelle Ufersicherung

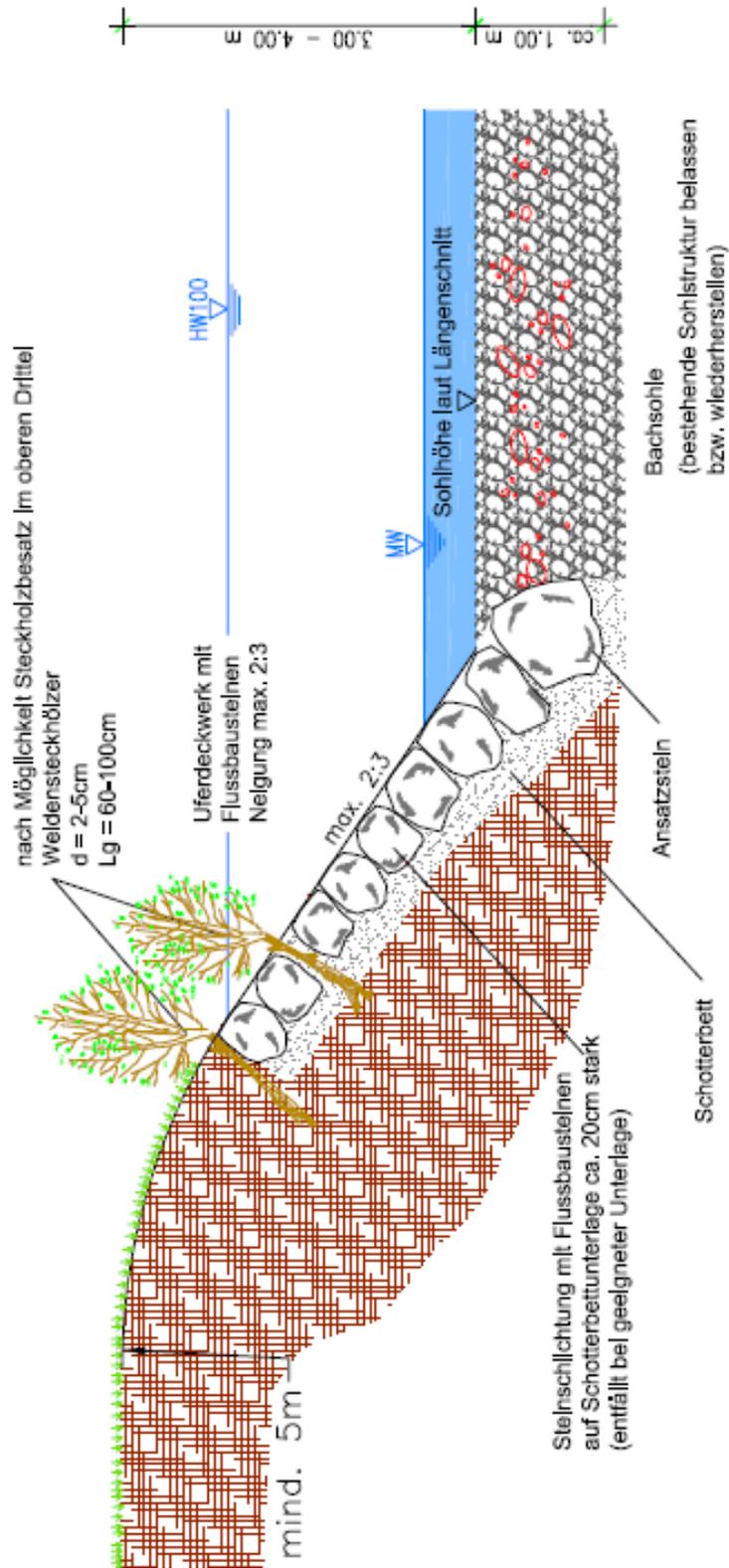


Abbildung 41: Systemskizze offenes Uferdeckwerk

Gleichzeitig wird man aber versuchen müssen, die dichten Siedlungsgebiete aus den Überflutungsflächen abzusiedeln bzw. die Bevölkerungsdichte zu verringern und die Abholzung der Wälder im Oberlauf des Flusses zu stoppen. (Abbildung 43)

Die Bevölkerung hat sich zum Teil sehr gut auf die Überflutungen eingestellt. Zum Teil wurde von den Landwirten begonnen, an den häufiger überfluteten Bereichen Reis anzupflanzen. Für diese Bauern sind die regelmäßigen Überflutungen lebenswichtig. Hier gilt es sicherlich eine geeignete Lösung für die unterschiedlichen Interessen zu finden.



Abbildung 43: Bodenerosion im Oberlauf des Nzoia Rivers [NRBMI, 2002]

Abschließend kann auf Grund der Erfahrungen, die vor Ort gemacht wurden, festgehalten werden, dass für die Umsetzung einer funktionierenden und am Stand der Technik orientierten Lösung sicherlich die Hilfe anderer Nationen erforderlich sein wird. Das Interesse der Regierung in dieser doch eher abgelegenen Region Geld für Hochwasserschutz auszugeben ist begrenzt. Für die Bewohner hoffe ich jedoch dass sie eine Zukunft ohne Angst, Hunger und Leid vor sich haben.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Überflutungen in Budalangi	9
Abbildung 2: Dambruch am Nzoia River I.	10
Abbildung 3: Obdachlose Familien in Budalang’I.....	11
Abbildung 4: Dambruch Nzoia River II	12
Abbildung 5: Überflutete Schule in Budalang’i	12
Abbildung 6: Einzugsgebiet Nil.....	15
Abbildung 7: Abweichung vom langjährigen durchschnittlichen Wasserspiegel	16
Abbildung 8: Häufigkeitslinie, Ganglinie und Dauerlinie	21
Abbildung 9: Geschwindigkeitsverteilung in einem natürlichen Fließgewässer	24
Abbildung 10: Fließwiderstände in einem offenen Gerinne	26
Abbildung 11: Rechnerische Erfassung von Bewuchselementen	28
Abbildung 12: Querschnittsaufteilung bei geringfügig variiertes Sohlenrauheit	29
Abbildung 13: Querschnitt mit Bewuchs.....	30
Abbildung 14: Vollkommener (a) und unvollkommener (b) Überfall	32
Abbildung 15: Hauptkonstruktionselemente eines Deiches	48
Abbildung 16: Beispiele für homogene Dämme ohne eigenes Dichtungselement	49
Abbildung 17: Zonendeich mit Kerndichtung	50
Abbildung 18: Deich mit Kerndichtung	51
Abbildung 19: Bemessungselemente für den Freibord	52
Abbildung 20: Längsschnitt einer Dammscharte in Lockerbauweise	55
Abbildung 21: Übersichtskarte Kenia	60
Abbildung 22: Errichtung eines HWS - Schutzdammes am Nzoia River e.....	62
Abbildung 23: Unterteilung des Nzoia River.....	63

Abbildung 24: Pegel und Niederschlagsmessstationen im Einzugsgebiet des Nzoia Rivers	64
Abbildung 25: Pegelschlüssel 1EF01	65
Abbildung 26: Abflussreihe Nzoia River 1999 - 2003 am Pegel 1EF01	66
Abbildung 27: Ansichtsfenster Neues Profil	67
Abbildung 28: Ansichtsfenster Durchflusstabelle	69
Abbildung 29: Hydraulische Grenzen.....	70
Abbildung 30: Eingabe Bordvoller Abfluss	71
Abbildung 31: Übersichtskarte Hochwasserschutzmaßnahmen	73
Abbildung 32: Übermitteltes Talquerprofil Nzoia River.....	74
Abbildung 33: mittlerer Monatsabfluss Nzoia River 1977.....	77
Abbildung 34: Schlüsselkurve Profil 5.....	81
Abbildung 35: Lage der ausgewählten Profile.....	82
Abbildung 36: Berechnungsprofil P5 am Nzoia River.....	84
Abbildung 37: HWS Damm mit Dichtung und Sporn.....	87
Abbildung 38: Systemskizze Überströmstrecke	89
Abbildung 39: Systemskizze Weidenfaschinenwand	92
Abbildung 40: Systemskizze biogene maschinelle Ufersicherung.....	94
Abbildung 41: Systemskizze offenes Uferdeckwerk.....	95
Abbildung 42: Übersichtskarte möglicher Rückhaltestandorte im Einzugsgebiet des Nzoia River	96
Abbildung 43: Bodenerosion im Oberlauf des Nzoia Rivers.....	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bereichseinteilung für die Berechnung gegliederter Querschnitte ...	20
Tabelle 2: Geschwindigkeitsbeiwerte für die Manning-Strickler-Gleichung	25
Tabelle 3: Äquivalente Sandrauheiten k_s	27
Tabelle 4: Bereichseinteilung für die Berechnung gegliederter Querschnitte ...	30
Tabelle 5: Pegelauswertung Nzoia River 1EF01	76
Tabelle 6: Mittlerer Monatsabfluss Pegel 1EF01 (m^3/s)	78
Tabelle 7: Maximaler mittlerer Tagesabfluss Pegel 1EF01 (m^3/s).....	79
Tabelle 8: Minimaler mittlerer Tagesabfluss Pegel 1EF01 (m^3/s).....	80
Tabelle 9: Auswertung des bordvollen Abflusses.....	83

Literaturverzeichnis

Daucher, Heinz: Überströmbare Erddämme und Dammscharten. In: Betrieb überörtlicher Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg; 6. Erfahrungsaustausch 10. November 1999 in Schwäbisch Gmünd, Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden Württemberg, 1999.

Gunkel: G. (Hrsg.) Renaturierung kleiner Fließgewässer, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 1996.

Hochwasserrückhalteanlagen in der Steiermark: Band II; Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Fachabteilung III a, Wasserwirtschaft, Graz, Oktober 1992.

ITALCONSULT: Pre-investment Study for Water Management and Development of the Nyando and Nzoia River Basins, Preliminary Report, Rom, 1981.

Kenya Red Cross Society: Operations Update, Kenya Flood Update, Nairobi, 2006.

Kenya Red Cross Society: Information Bulletin, Kenya Flood Update, Nairobi, 2007.

Lake Basin Development Authority: flood control and management efforts in River Nzoia, Kisumu – Kenya, 1998.

Lake Basin Development Authority: flood control proposal for the River Nzoia, Kisums – Kenya, 2003.

Lattermann: E.: Wasserbau – Praxis, Band 1. 1. Auflage, Bauwerk Verlag GmbH, Berlin 1999.

Lebensministerium: Freibord Überströmstrecken, Empfehlung für die Ausbildung, Wien, 2006.

Lebensministerium und ÖWAV: Fließgewässermodellierung – Arbeitsbehelf Hydrodynamik, Wien, 2007 a.

Lebensministerium: Hochwasserschutzdämme, Empfehlung für die Ausbildung, Wien, 2007.

Muth, Wilfried: Hochwasserrückhaltebecken, Planung, Bau und Betrieb, 3., durchgesehene Auflage, expert verlag, Renningen – Malsheim 2001.

Nile Basin Capacity Building Network (NBCBN): Flood Management Research Cluster, Flood an catchment management, Kisumu, 2005.

Nzoia River Basin Management Initiative (NRBMI): The water act, Kakamega, 2002.

Österreichisches Normungsinstitut: ÖNORM B 2400, Hydrologie – Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen, Wien 2003.

Patt: H. Naturnaher Wasserbau Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1998.

Republic of Kenya: Lake Basin River Catchment Development River Profile Studies, Nairobi, 1985.

Rössert: R. Hydraulik im Wasserbau, 6. Aufl., R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1984.

Sackl Bernhard: Handbuch WaspiHec2, Graz, 2000.

Vischer, Daniel und Hager, Willi H.: Hochwasserrückhaltebecken, vdf Verlag der Fachvereine an den schweizerischen Hochschulen und Techniken AG, Zürich 1992.

Internetrecherchen

<http://www.irinnews.org/Report/61669/KENYA-Red-Cross-estimates-723-000-people-affected-by-floods>, 28.11.2006

<http://www.irinnews.org/Report/73782/KENYA-Families-stranded-after-river-floods-in-western-Kenya>, 17.07.2007

<http://www.irinnews.org/Report/74212/KENYA-Trapped-in-Budalangi-flood-plain>, 10.09.2007

<http://www.irinnews.org/Report/81471/KENYA-Heavy-rains-to-affect-hundreds-of-thousands>, 14.11.2008

6. Anhang

6.1 Ergebnisse Hydrologie

In diesem Kapitel sind die ausgewerteten Abflüsse [m³/s] für den Pegel 1EF01 am Nzoia River für die Jahre 1963 bis 1999 dargestellt. Tagen an denen kein Abfluss aufgezeichnet wurde, sind in den Tabellen mit *n.d.* gekennzeichnet.

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1963	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	357,80	219,92	166,29	124,30	n.d.	60,30	50,08	50,93
	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	452,67	215,38	161,29	162,52	n.d.	59,66	49,52	50,36
	3	n.d.	n.d.	n.d.	51,50	596,27	198,54	160,66	162,54	n.d.	59,35	50,65	288,68
	4	n.d.	n.d.	n.d.	61,61	421,51	237,17	154,57	203,56	n.d.	56,85	50,65	243,62
	5	n.d.	n.d.	n.d.	46,77	414,48	214,00	151,57	168,19	n.d.	55,03	50,93	238,75
	6	n.d.	n.d.	n.d.	45,17	473,13	274,31	148,04	166,29	n.d.	61,27	50,36	231,56
	7	n.d.	n.d.	n.d.	43,87	391,54	271,61	157,60	163,14	n.d.	60,62	50,08	228,42
	8	n.d.	n.d.	n.d.	41,09	354,54	253,57	154,57	161,28	n.d.	58,73	49,80	219,92
	9	n.d.	n.d.	n.d.	38,67	444,36	211,83	152,17	160,04	90,11	55,33	49,24	269,86
	10	n.d.	n.d.	n.d.	42,59	574,16	213,86	148,62	157,60	87,62	54,43	50,10	311,23
	11	n.d.	n.d.	n.d.	43,36	484,88	151,57	147,45	152,17	86,40	58,73	50,65	331,90
	12	n.d.	n.d.	n.d.	71,13	501,80	150,39	96,49	114,69	84,78	62,90	50,65	327,89
	13	n.d.	n.d.	n.d.	153,97	537,41	146,29	122,75	149,80	83,18	59,66	50,08	219,19
	14	n.d.	n.d.	n.d.	151,80	487,00	117,39	122,23	153,36	82,39	62,90	49,24	188,77
	15	n.d.	n.d.	n.d.	177,93	422,69	198,54	121,21	155,17	82,39	64,89	70,06	156,99
	16	n.d.	n.d.	n.d.	161,34	375,25	242,80	119,68	179,30	86,40	65,23	70,77	95,23
	17	n.d.	n.d.	n.d.	157,60	418,93	152,76	118,67	190,80	84,78	63,22	70,42	93,08
	18	n.d.	n.d.	n.d.	163,14	307,38	151,57	117,67	192,89	83,98	62,57	67,27	91,80
	19	n.d.	n.d.	n.d.	170,78	258,64	148,62	117,17	194,29	82,39	61,91	66,24	90,53
	20	n.d.	n.d.	n.d.	137,21	233,95	67,27	116,17	186,68	82,39	60,62	65,56	89,28
	21	n.d.	n.d.	n.d.	150,39	196,40	130,95	115,68	195,01	80,44	62,57	67,96	88,03
	22	n.d.	n.d.	n.d.	145,24	195,70	195,00	114,19	192,89	79,66	61,27	69,35	87,62
	23	n.d.	n.d.	n.d.	152,28	219,16	93,50	113,22	229,21	79,28	60,30	70,41	85,58
	24	n.d.	n.d.	n.d.	343,24	178,59	94,80	112,24	226,86	71,12	59,66	69,00	84,78
	25	n.d.	n.d.	n.d.	421,51	249,46	122,75	111,76	182,60	70,06	58,72	67,61	83,58
	26	n.d.	n.d.	n.d.	466,34	232,35	123,78	110,79	191,56	68,30	57,78	68,65	82,79
	27	n.d.	n.d.	n.d.	517,90	223,02	94,80	109,36	195,70	66,93	57,16	73,29	82,39
	28	n.d.	n.d.	n.d.	443,23	259,49	93,08	107,94	179,26	65,90	56,55	148,04	86,40
	29	n.d.		n.d.	319,03	268,98	90,95	106,52	177,93	65,56	55,94	192,89	85,99
	30	n.d.		n.d.	368,54	261,19	88,86	106,05	172,04	64,55	55,03	154,57	85,18
	31	n.d.		n.d.		251,05		104,66	122,75		53,84		84,38
mean	0,00	0,00	0,00	181,69	356,25	165,53	127,98	173,05	78,57	59,45	69,80	153,38	
max.	0,00	0,00	0,00	517,90	596,27	274,31	166,29	229,21	90,11	65,23	192,89	331,90	
min.	0,00	0,00	0,00	38,67	178,59	67,27	96,49	114,69	64,55	53,84	49,24	50,36	

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1964	1	79,66	26,13	49,80	39,41	86,40	116,46	77,76	225,96	219,48	210,89	110,31	65,56
	2	79,28	14,85	55,10	41,84	84,78	107,93	103,62	302,65	172,04	228,42	105,12	62,89
	3	78,89	14,36	63,56	61,33	72,93	123,27	130,00	251,05	208,72	223,07	96,99	61,59
	4	77,37	14,36	106,05	59,66	69,70	180,00	111,28	300,76	185,32	198,53	96,98	63,22
	5	76,99	13,76	68,34	45,17	75,87	113,35	109,83	323,18	173,34	255,08	93,96	69,00
	6	70,77	17,36	107,94	58,92	98,33	99,21	95,23	365,17	254,41	304,57	94,37	60,63
	7	70,06	19,06	59,11	84,34	93,29	104,44	93,52	326,90	271,61	231,57	94,80	59,66
	8	69,35	19,06	50,93	94,37	98,37	109,36	99,33	306,42	270,74	226,86	94,80	57,16
	9	67,96	18,19	46,77	125,87	163,87	92,66	227,67	288,72	235,55	214,69	94,37	55,03
	10	67,61	17,91	44,91	110,14	157,66	130,00	194,30	307,38	226,97	274,27	88,03	52,66
	11	64,89	18,63	40,85	84,38	141,95	122,84	166,29	301,69	233,95	339,49	87,21	51,79
	12	64,22	19,51	39,39	70,77	134,45	116,67	127,45	277,91	229,99	231,59	87,21	51,50
	13	62,57	19,51	37,50	54,15	143,41	84,66	151,75	262,08	220,68	236,34	86,80	51,79
	14	61,91	19,21	37,04	67,27	132,81	81,64	137,89	223,76	215,38	228,44	88,45	54,14
	15	61,27	19,06	37,27	104,62	147,60	108,88	118,68	223,02	210,89	235,54	90,11	51,50
	16	60,30	18,19	41,09	60,36	157,59	92,65	116,70	235,54	204,48	221,46	85,18	50,65
	17	59,66	50,08	43,10	56,25	112,73	93,28	120,26	244,44	217,57	208,06	87,62	54,73
	18	59,35	49,24	39,87	121,76	103,76	77,76	119,77	293,27	241,99	92,65	84,38	57,47
	19	58,72	48,68	36,12	112,76	106,07	73,66	109,36	297,94	229,71	91,37	83,58	54,43
	20	58,09	46,20	34,13	105,13	101,90	82,84	107,01	269,85	272,49	93,94	81,61	61,91
	21	57,47	45,18	33,69	122,51	100,09	85,18	99,20	209,41	325,16	126,93	80,44	83,58
	22	56,85	45,14	33,91	127,09	97,86	90,11	97,86	186,00	248,57	129,08	70,77	94,37
	23	56,24	42,85	34,78	135,36	106,62	86,81	115,18	187,35	266,36	136,71	66,24	90,95
	24	55,03	53,27	42,59	224,70	97,86	99,21	113,22	157,59	251,12	130,12	65,56	71,84
	25	54,43	50,65	39,39	234,24	94,81	110,88	106,52	190,13	189,45	123,79	65,56	84,38
	26	53,54	57,78	48,99	168,31	90,53	111,79	103,29	149,90	203,62	119,18	64,22	88,06
	27	52,37	58,19	55,66	130,75	86,33	118,18	98,31	187,35	229,21	117,67	63,22	122,75
	28	50,94	46,51	65,90	115,18	106,62	109,58	108,81	204,29	221,45	122,75	64,22	121,72
	29	44,65	50,94	40,37	100,54	111,96	95,23	201,42	213,14	235,54	155,17	63,55	83,58
	30	44,13		36,12	90,11	100,54	89,33	181,93	202,12	232,35	131,97	62,89	60,00
	31	43,36		34,56		141,15		176,62	185,15		111,76		55,03
mean		61,87	32,20	48,54	100,24	110,25	103,60	126,45	248,38	229,94	185,55	83,29	67,86
max.		79,66	58,19	107,94	234,24	163,87	180,00	227,67	365,17	325,16	339,49	110,31	122,75
min.		43,36	13,76	33,69	39,41	69,70	73,66	77,76	149,80	172,04	91,37	62,89	50,65

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
1965	1	88,50	33,69	24,35	28,38	83,98	39,63	37,73	52,95	43,61	25,05	78,51	47,31	
	2	104,66	33,26	22,00	26,87	75,50	39,15	34,56	46,77	42,09	23,67	83,98	50,65	
	3	89,70	33,69	23,33	25,77	75,50	39,63	37,27	43,10	35,90	23,67	93,08	55,33	
	4	67,61	34,12	24,01	27,27	73,29	39,63	33,69	44,65	33,69	26,13	94,80	73,29	
	5	63,79	41,59	26,13	28,77	60,30	43,10	32,83	47,31	32,41	28,77	87,21	62,24	
	6	73,30	44,65	26,87	28,00	59,03	43,10	33,26	48,96	32,83	27,62	90,53	48,41	
	7	59,98	45,70	25,77	28,00	83,98	42,59	33,69	42,09	30,35	24,35	106,52	46,77	
	8	59,35	46,23	26,13	26,13	108,40	45,17	34,56	41,59	28,77	24,01	124,30	43,10	
	9	53,84	36,35	25,77	24,70	91,37	45,17	36,81	41,59	31,99	25,05	128,51	41,59	
	10	53,25	35,45	25,77	23,67	64,89	42,59	38,67	44,13	35,45	25,05	100,99	40,60	
	11	52,08	35,45	25,41	20,11	50,08	37,73	35,45	45,17	39,63	25,41	95,67	43,61	
	12	50,93	32,41	26,87	24,35	59,66	n.d.	36,35	48,96	33,26	26,50	86,40	50,65	
	13	50,36	31,99	25,05	24,70	71,12	n.d.	35,90	46,23	31,16	26,50	73,29	54,73	
	14	49,52	31,57	25,05	31,16	62,24	n.d.	33,26	39,63	29,16	25,05	68,30	57,16	
	15	48,41	31,16	22,66	37,73	87,21	n.d.	40,11	37,27	27,62	29,16	62,24	75,50	
	16	44,91	29,95	21,04	35,90	105,58	n.d.	43,10	38,20	26,50	31,57	57,78	74,02	
	17	42,09	29,55	21,04	37,73	60,94	n.d.	38,67	34,56	25,77	30,75	60,30	59,03	
	18	41,09	29,55	21,04	40,60	66,66	n.d.	46,23	37,27	26,13	32,41	66,24	52,95	
	19	39,87	29,55	21,04	43,10	72,39	n.d.	44,65	40,11	28,00	59,66	73,29	56,55	
	20	40,36	30,35	21,36	44,13	78,11	n.d.	51,79	39,15	30,35	59,66	60,94	57,78	
	21	38,44	31,16	20,42	45,17	83,83	n.d.	55,33	40,11	30,75	54,73	60,94	52,95	
	22	37,73	29,95	19,81	66,24	89,55	n.d.	53,54	43,10	26,87	56,55	47,31	45,17	
	23	37,50	27,62	19,81	67,61	95,27	n.d.	38,67	57,78	40,60	25,05	69,70	50,08	43,10
	24	36,81	26,87	19,21	53,54	100,99	n.d.	38,20	47,86	38,67	24,70	77,75	60,30	40,11
	25	36,35	26,13	18,92	52,95	87,21	n.d.	36,35	43,61	36,35	25,05	54,13	69,00	38,67
	26	35,67	26,13	21,04	39,63	66,24	n.d.	35,45	41,59	43,10	25,05	83,18	85,58	39,15
	27	35,45	26,13	26,13	54,73	55,94	n.d.	35,45	38,20	52,95	26,13	82,39	62,24	41,59
	28	35,45	26,13	28,38	64,22	50,65	n.d.	39,63	35,00	46,77	26,13	88,86	45,17	43,61
	29	34,78		45,17	91,37	48,41	n.d.	39,15	34,56	39,63	29,16	72,56	44,65	38,20
	30	34,34		37,27	100,99	45,17	n.d.	41,09	38,20	40,60	29,95	82,39	46,23	35,00
	31	34,12		31,99		41,59	n.d.	48,96	41,09		76,24		33,69	
mean		50,65	32,73	24,80	41,45	72,74	39,80	40,43	42,67	30,45	45,11	75,48	49,76	
max.		104,66	46,23	45,17	100,99	108,40	45,17	57,78	52,95	43,61	88,86	128,51	75,50	
min.		34,12	26,13	18,92	20,11	41,59	34,56	32,83	34,56	24,70	23,67	44,65	33,69	

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1966	1	33,26	27,24	53,54	45,17	139,44	57,78	42,59	82,39	190,80	95,67	53,54	32,83
	2	32,41	27,62	50,08	41,59	138,32	60,30	41,09	69,70	169,47	79,28	51,79	31,57
	3	30,75	27,62	45,17	35,90	140,57	51,22	40,60	68,30	165,65	76,99	51,22	31,16
	4	29,16	27,62	41,09	31,99	161,90	47,31	41,93	71,12	169,47	66,24	50,08	31,16
	5	28,77	26,50	38,67	31,16	169,47	43,61	43,25	66,92	154,56	62,24	52,37	31,57
	6	28,38	26,13	41,59	29,95	155,77	44,65	44,58	63,55	156,98	66,24	68,30	34,56
	7	27,62	28,38	36,35	28,00	164,39	45,17	45,91	64,22	153,36	64,22	100,99	31,16
	8	26,50	30,35	31,57	27,62	125,35	42,59	47,24	67,61	159,43	73,29	121,21	28,77
	9	26,13	35,45	29,16	29,16	92,22	42,59	48,56	60,30	155,77	100,99	112,24	27,62
	10	29,16	39,15	29,95	35,00	71,84	45,70	49,89	54,73	205,01	99,20	64,78	26,50
	11	29,55	37,27	39,15	44,13	68,30	48,96	51,22	54,13	209,41	69,00	89,70	26,13
	12	29,16	36,35	40,11	62,89	66,24	46,23	56,55	53,54	202,11	63,55	65,56	26,87
	13	28,77	34,12	32,41	66,92	64,22	83,18	60,30	62,24	169,47	59,66	85,58	27,62
	14	28,77	33,69	35,00	74,76	60,30	67,61	55,94	83,98	138,32	55,33	70,41	28,00
	15	28,38	31,16	32,83	128,51	55,33	63,55	48,96	82,39	127,45	52,37	64,22	30,75
	16	28,00	29,16	31,16	132,81	55,33	61,59	50,08	74,76	119,18	54,13	63,55	30,75
	17	29,55	29,16	39,63	90,53	53,54	64,89	53,54	71,84	108,40	57,16	61,59	28,77
	18	28,38	29,16	50,65	74,76	51,22	64,22	59,03	83,98	100,09	54,73	54,13	28,00
	19	27,24	28,77	44,65	99,20	56,55	53,54	90,53	55,94	94,80	55,94	49,52	26,13
	20	26,13	28,77	51,22	116,17	52,37	48,96	92,22	91,37	91,37	62,24	46,77	25,05
	21	26,13	28,00	100,99	122,23	55,33	47,31	78,51	83,18	84,78	60,30	50,08	24,01
	22	28,77	29,16	79,28	148,04	53,54	45,17	71,12	88,86	78,51	70,41	51,22	23,33
	23	31,99	34,12	122,23	193,59	62,89	46,23	80,05	100,09	76,24	79,28	54,73	22,66
	24	32,83	39,63	112,24	178,59	75,50	57,16	122,23	105,58	73,29	117,17	54,13	22,00
	25	29,55	58,40	83,18	274,25	76,24	57,16	84,78	101,90	74,76	84,78	45,17	21,68
	26	28,38	62,89	60,94	268,98	69,70	50,08	71,12	126,39	79,28	69,00	42,09	22,33
	27	28,77	64,89	51,22	233,94	74,02	56,55	76,99	124,30	76,24	72,56	40,60	22,00
	28	28,38	61,59	61,59	209,41	76,24	51,79	71,84	123,27	66,24	73,29	36,81	22,00
	29	26,87		51,79	193,59	61,59	52,95	68,30	140,57	80,05	71,84	35,45	21,68
	30	25,77		40,11	160,66	54,13	46,23	66,24	155,77	116,17	66,24	34,12	21,04
	31	26,87		37,27		51,79		70,41	192,19		57,78		21,68
mean		28,72	35,44	51,45	106,98	85,60	53,14	62,12	87,91	128,22	70,68	60,73	26,75
max.		33,26	64,89	122,23	274,25	169,47	83,18	122,23	192,19	209,41	117,17	121,21	34,56
min.		25,77	26,13	29,16	27,62	51,22	42,59	40,60	53,54	66,24	52,37	34,12	21,04

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1967	1	22,00	18,34	16,67	31,99	57,16	170,75	156,98	207,94	172,04	113,22	92,22	143,98
	2	21,68	18,34	16,67	46,23	75,50	182,60	193,59	215,37	173,34	115,18	93,93	133,90
	3	21,04	18,34	16,67	46,23	59,66	133,90	168,19	194,99	156,98	115,18	86,40	129,57
	4	20,11	18,34	17,21	52,37	72,56	111,27	168,19	197,82	168,19	111,27	80,82	129,57
	5	19,51	18,62	17,77	60,30	92,22	107,46	172,04	190,80	170,75	106,52	90,53	128,51
	6	19,21	18,34	18,05	57,16	119,18	110,31	185,31	232,35	165,65	93,93	83,98	152,17
	7	18,62	18,34	17,49	41,09	123,27	110,31	209,41	218,40	154,56	96,54	80,82	147,45
	8	18,34	20,11	17,49	32,83	178,59	117,17	233,94	192,19	159,43	102,81	80,05	119,18
	9	18,34	21,04	18,62	28,00	158,20	136,10	192,19	205,01	166,92	96,54	75,50	108,40
	10	18,34	23,67	18,34	25,41	173,34	136,10	200,68	230,77	161,90	109,36	76,99	100,99
	11	18,34	24,01	17,49	26,50	246,90	111,27	188,04	202,11	141,70	106,52	94,80	94,80
	12	18,05	22,33	17,77	31,99	286,83	94,80	200,68	216,88	123,27	100,09	109,36	88,86
	13	18,05	20,42	17,21	31,16	235,54	86,40	185,31	202,11	118,17	94,80	117,17	84,78
	14	18,05	19,21	17,21	30,35	272,49	93,08	169,47	196,40	129,57	90,53	114,19	80,82
	15	18,05	18,62	16,94	40,60	263,77	90,53	175,95	185,31	125,35	92,22	129,57	77,75
	16	18,05	18,05	16,94	44,13	241,99	97,42	181,26	179,92	131,72	100,99	110,31	74,76
	17	17,49	17,77	17,21	44,13	233,94	84,78	170,75	166,92	124,30	93,93	131,72	74,76
	18	18,05	17,77	17,77	38,20	218,40	80,05	164,39	153,36	130,65	103,73	131,72	75,50
	19	19,21	17,77	18,05	38,67	216,88	76,99	186,67	165,65	134,99	100,09	159,43	73,29
	20	18,92	17,49	17,21	35,90	177,27	89,69	202,11	168,19	140,57	98,31	193,59	78,51
	21	18,62	17,49	17,21	40,60	185,31	143,98	215,37	173,34	148,62	107,46	158,20	68,30
	22	18,62	17,49	16,94	30,35	164,39	139,44	194,99	230,77	152,17	124,30	160,66	64,89
	23	19,51	17,21	16,94	27,24	146,29	145,13	193,59	265,50	146,29	136,10	156,98	63,55
	24	20,73	17,21	17,21	29,95	124,30	127,45	221,45	243,62	149,80	136,10	137,20	65,56
	25	22,99	17,49	17,49	34,56	112,24	127,45	260,33	230,77	149,80	163,14	131,72	66,92
	26	21,36	18,05	18,05	58,40	122,23	131,72	229,20	229,20	137,20	163,14	131,72	64,89
	27	20,42	17,49	18,05	59,03	155,77	154,56	235,54	229,20	119,18	160,66	202,11	68,30
	28	20,11	16,94	17,49	49,52	166,92	146,29	216,88	222,98	113,22	121,21	216,88	65,56
	29	19,81		17,49	40,60	131,72	169,47	199,24	197,82	118,17	115,18	203,56	61,59
	30	19,21		18,05	35,90	164,39	192,19	181,26	219,92	112,24	108,40	165,65	59,66
	31	18,62		20,11		215,37		169,47	190,80		98,31		59,66
mean		19,34	18,79	17,54	39,65	167,50	123,29	194,27	205,05	143,22	112,12	126,59	90,53
max.		22,99	24,01	20,11	60,30	286,83	192,19	260,33	265,50	173,34	163,14	216,88	152,17
min.		17,49	16,94	16,67	25,41	57,16	76,99	156,98	153,36	112,24	90,53	75,50	59,66

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1968	1	56,55	31,16	n.d.	62,24	282,30	140,01	114,19	120,71	128,51	71,12	64,22	85,58
	2	55,33	31,16	n.d.	77,75	258,81	166,92	101,90	72,93	121,21	72,56	67,61	87,21
	3	53,54	31,16	n.d.	76,24	244,44	138,32	92,22	108,74	113,22	71,12	70,41	88,03
	4	52,37	32,41	n.d.	60,30	241,99	146,29	91,37	123,27	108,40	69,00	74,76	83,98
	5	51,22	33,69	n.d.	70,41	252,77	139,44	92,22	95,67	110,31	76,99	74,02	80,82
	6	50,08	31,57	n.d.	82,39	165,65	156,98	94,80	125,89	110,31	73,29	81,60	80,82
	7	48,96	31,16	n.d.	81,60	168,19	136,10	113,22	137,40	115,18	75,18	66,24	86,40
	8	48,41	30,35	n.d.	76,24	172,04	137,20	115,18	159,43	106,52	61,98	60,94	93,93
	9	47,86	30,35	n.d.	74,76	200,68	127,45	120,19	190,89	108,40	65,75	59,66	94,80
	10	46,23	33,69	n.d.	66,24	200,68	188,04	126,39	202,84	100,09	47,31	53,54	84,78
	11	45,17	36,81	n.d.	66,92	200,68	183,95	102,81	243,62	98,31	48,88	48,96	95,67
	12	44,65	35,90	n.d.	78,51	200,68	127,45	106,52	275,74	94,80	46,62	45,17	81,60
	13	44,65	41,09	n.d.	87,21	200,68	153,36	124,30	304,53	93,08	36,35	42,09	69,70
	14	43,61	36,81	n.d.	88,03	205,01	136,10	109,36	308,69	89,69	37,04	40,60	69,70
	15	42,09	38,67	n.d.	70,41	193,59	125,35	117,17	178,62	88,03	49,19	41,59	64,22
	16	40,60	38,20	n.d.	66,92	224,53	152,17	110,31	190,89	91,37	47,04	41,59	62,24
	17	39,63	36,35	n.d.	69,00	237,14	152,17	117,17	234,81	91,37	53,56	46,23	57,16
	18	39,15	40,60	n.d.	91,37	189,42	199,24	112,24	235,54	100,09	61,70	47,31	53,54
	19	39,15	54,73	n.d.	126,39	188,04	148,62	105,58	211,64	118,17	78,20	42,59	50,65
	20	39,63	52,95	n.d.	149,80	210,89	193,59	111,27	207,94	108,40	77,98	39,63	48,96
	21	39,63	44,65	n.d.	98,31	248,55	160,66	127,45	221,07	100,99	41,34	39,63	47,31
	22	39,15	46,77	n.d.	95,67	226,08	143,98	147,04	260,33	98,31	41,09	44,13	46,23
	23	35,00	78,89	n.d.	88,24	188,04	160,66	151,06	281,39	94,80	43,10	55,33	45,17
	24	33,69	92,22	n.d.	113,22	200,68	140,57	124,31	256,93	84,78	46,77	64,89	44,13
	25	32,83	141,70	n.d.	111,76	283,20	124,30	151,06	250,21	80,82	50,08	74,02	42,59
	26	31,57	95,67	n.d.	99,40	262,05	116,17	143,41	233,94	82,39	69,70	65,56	41,09
	27	31,16	114,69	n.d.	124,31	267,37	115,18	145,73	203,56	76,99	92,22	67,61	40,11
	28	31,16	90,98	n.d.	147,60	279,60	121,21	118,24	202,11	88,03	95,67	117,17	40,11
	29	31,16	97,88	n.d.	157,66	159,89	121,21	125,35	213,87	81,60	90,53	95,67	40,60
	30	31,16		n.d.	188,97	183,95	124,30	158,20	160,66	76,99	84,78	75,50	40,11
	31	31,16		n.d.		205,04		133,41	139,44		70,41		42,09
mean		41,82	52,84	0,00	94,93	217,50	145,90	119,47	198,49	98,71	62,79	60,28	64,17
max.		56,55	141,70	0,00	188,97	283,20	199,24	158,20	308,69	128,51	95,67	117,17	95,67
min.		31,16	30,35	0,00	60,30	159,89	115,18	91,37	72,93	76,99	36,35	39,63	40,11

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1969	1	42,59	n.d.	43,10	72,93	43,10	55,33	45,17	82,39	78,51	42,09	63,55	41,09
	2	41,59	n.d.	40,60	70,41	42,59	54,73	42,59	88,03	66,24	40,11	57,78	41,84
	3	39,63	n.d.	37,73	55,73	44,13	46,77	45,70	103,73	62,24	38,67	48,41	39,66
	4	39,15	n.d.	35,90	47,31	47,86	42,59	49,52	93,93	62,24	37,73	41,59	39,40
	5	39,15	n.d.	34,12	33,91	48,96	42,09	50,65	70,41	57,78	36,81	37,73	38,68
	6	38,20	n.d.	33,26	34,12	64,22	41,59	64,22	60,94	67,61	35,90	35,90	40,61
	7	38,67	n.d.	32,83	33,26	59,66	48,96	64,89	60,94	147,45	33,69	34,56	41,85
	8	37,73	n.d.	33,26	33,92	124,30	47,31	54,13	66,92	121,21	34,12	35,00	38,20
	9	36,35	n.d.	31,57	38,72	134,99	43,61	49,52	103,73	77,75	38,20	36,35	34,56
	10	35,90	n.d.	30,35	35,45	189,42	47,31	64,22	89,69	81,60	47,86	39,63	31,16
	11	35,00	n.d.	28,38	33,69	193,59	47,31	123,78	80,82	80,82	42,59	39,63	29,55
	12	34,12	n.d.	27,24	39,41	123,27	44,65	93,93	71,84	100,99	47,31	37,27	31,99
	13	38,20	n.d.	26,50	42,85	124,30	49,52	91,37	76,99	93,08	44,13	43,10	31,99
	14	35,90	n.d.	28,38	42,09	110,31	55,33	72,56	81,60	96,54	40,11	42,59	33,26
	15	34,56	n.d.	29,55	37,04	129,57	55,33	57,16	97,42	117,17	41,09	45,17	37,73
	16	37,27	n.d.	31,57	35,23	148,62	60,30	47,86	84,78	122,23	47,31	36,35	37,73
	17	34,56	n.d.	34,56	33,69	107,46	84,78	43,61	83,18	120,19	46,23	32,41	36,35
	18	32,83	n.d.	29,16	24,01	102,81	57,78	42,09	80,05	108,40	42,09	30,35	35,90
	19	31,99	n.d.	27,62	28,38	122,23	46,77	41,09	70,41	93,08	44,13	29,16	36,35
	20	30,35	n.d.	28,77	31,39	84,78	47,86	41,09	77,75	92,22	45,70	29,16	36,35
	21	29,95	n.d.	34,12	26,58	87,21	66,92	43,61	75,50	81,60	44,65	31,99	36,35
	22	30,35	n.d.	48,96	40,85	69,00	86,40	45,70	67,61	73,29	45,17	30,75	36,35
	23	32,41	n.d.	59,66	34,56	84,78	113,22	55,33	64,89	66,24	64,22	31,16	35,90
	24	35,90	n.d.	71,84	31,16	89,69	64,89	52,95	82,39	63,55	59,78	40,60	34,56
	25	47,31	51,22	101,90	29,95	80,05	73,29	52,95	83,98	59,03	55,33	46,77	33,26
	26	48,41	107,46	116,17	26,87	76,99	106,52	61,59	79,28	54,13	45,17	40,11	32,83
	27	28,58	73,29	75,50	26,50	89,69	88,86	62,89	66,24	49,52	40,11	35,90	32,83
	28	24,01	49,52	59,03	25,41	76,99	60,30	55,94	62,89	47,31	37,73	34,56	33,26
	29	23,00		52,37	26,87	66,24	59,66	63,55	69,00	46,77	36,81	36,35	32,83
	30	70,06		48,41	35,45	55,94	52,95	74,76	91,37	44,65	37,27	37,73	33,69
	31	90,98		71,84		52,95		95,67	80,82		43,61		33,69
mean		38,54	70,37	44,65	36,92	92,77	59,76	59,68	79,02	81,12	43,09	38,72	35,80
max.		90,98	107,46	116,17	72,93	193,59	113,22	123,78	103,73	147,45	64,22	63,55	41,85
min.		23,00	49,52	26,50	24,01	42,59	41,59	41,09	60,94	44,65	33,69	29,16	29,55

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1970	1	33,69	61,59	42,19	82,39	139,44	141,70	94,80	152,17	235,54	148,62	146,93	52,95
	2	33,69	57,79	45,70	72,56	193,59	128,51	122,23	155,77	230,77	143,98	101,93	51,79
	3	33,26	50,08	47,31	77,75	150,98	120,19	117,17	177,27	194,99	127,45	104,44	52,37
	4	33,26	47,86	48,41	80,05	138,32	141,70	106,52	172,04	188,04	120,19	96,99	54,13
	5	32,83	44,13	46,77	84,78	155,77	174,64	137,20	143,98	190,80	123,27	171,69	60,94
	6	32,41	42,59	45,17	83,98	149,80	159,43	124,30	131,72	194,99	132,81	161,29	55,94
	7	33,69	42,59	43,61	75,50	155,77	128,51	131,72	136,10	222,98	138,32	125,35	51,22
	8	44,13	41,59	47,31	71,12	177,27	113,22	120,19	146,29	218,40	137,20	110,31	45,70
	9	57,16	40,60	50,65	80,82	175,95	103,73	115,18	194,99	212,38	131,72	105,13	44,13
	10	56,55	39,63	54,13	78,51	150,98	95,67	130,65	222,98	206,47	126,39	95,67	40,60
	11	57,78	43,10	59,03	93,93	140,57	90,53	121,21	226,08	213,87	122,23	99,70	40,60
	12	49,52	48,96	66,92	124,30	124,30	88,03	109,36	216,88	270,73	120,19	95,67	41,59
	13	46,23	41,59	61,59	111,27	118,17	84,78	100,99	267,23	241,99	139,44	85,07	44,13
	14	44,65	43,10	45,17	83,98	136,10	95,67	93,93	226,08	227,64	186,67	96,99	60,30
	15	47,31	42,09	43,10	64,89	142,84	102,81	101,90	207,94	251,88	196,40	101,09	53,54
	16	48,41	45,70	48,41	60,30	139,44	106,52	96,54	196,40	248,55	183,95	101,09	49,52
	17	46,23	41,09	50,08	67,61	120,19	125,35	101,90	221,45	219,92	164,39	100,17	49,52
	18	44,65	37,73	67,61	69,70	127,45	129,57	126,39	237,14	213,87	160,66	127,46	48,41
	19	41,59	37,73	57,16	146,29	116,17	117,17	121,21	253,56	215,37	164,39	98,33	46,77
	20	41,59	41,09	45,17	102,81	113,22	108,40	124,30	246,90	199,24	156,98	101,09	46,23
	21	40,60	41,59	42,59	122,23	114,19	113,22	127,45	272,49	183,95	145,13	106,52	41,09
	22	41,59	42,59	45,17	123,27	128,51	116,17	120,19	283,20	168,19	140,57	106,52	42,59
	23	46,23	40,82	49,52	147,45	119,18	132,81	117,17	313,15	164,39	133,90	110,10	42,59
	24	54,13	39,04	46,77	199,24	103,73	124,30	122,23	320,95	156,98	134,99	101,26	45,70
	25	71,12	37,27	50,08	186,67	100,99	142,84	116,17	351,39	148,62	131,72	131,83	45,17
	26	57,16	36,81	56,55	165,65	98,31	131,72	111,27	377,09	150,98	242,80	130,17	45,17
	27	51,79	36,35	64,22	155,77	130,65	110,31	124,30	408,64	182,60	255,42	104,44	42,59
	28	64,89	38,67	127,45	130,68	121,21	102,81	125,35	394,91	197,82	213,19	108,47	41,59
	29	77,75		169,47	105,58	143,98	99,20	123,27	332,90	174,64	190,18	96,99	43,87
	30	67,61		142,84	117,17	140,57	96,54	114,19	377,09	150,98	219,16	97,88	42,59
	31	68,30		103,73		143,98		117,17	267,23		183,04		40,60
mean		48,38	42,99	61,74	105,54	135,86	117,53	116,66	246,19	202,59	158,56	110,69	47,22
max.		77,75	61,59	169,47	199,24	193,59	174,64	137,20	408,64	270,73	255,42	171,69	60,94
min.		32,41	36,35	42,19	60,30	98,31	84,78	93,93	131,72	148,62	120,19	85,07	40,60

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1971	1	38,67	29,95	31,99	45,70	103,73	145,13	131,72	189,42	241,99	149,21	183,77	60,30
	2	38,91	29,16	31,16	46,77	91,37	111,27	119,18	n.d.	263,77	n.d.	115,18	55,33
	3	38,67	32,41	30,35	47,31	91,37	137,20	105,58	n.d.	292,34	n.d.	101,90	55,33
	4	37,97	31,57	29,55	48,14	81,60	129,57	107,46	n.d.	320,95	n.d.	95,67	55,33
	5	38,20	31,57	28,77	50,36	83,18	132,81	106,52	n.d.	297,92	n.d.	91,37	55,33
	6	37,04	31,16	28,77	48,68	86,40	137,20	104,66	n.d.	268,98	n.d.	90,53	50,08
	7	36,35	30,35	28,77	49,52	93,93	154,56	111,27	n.d.	219,92	n.d.	98,31	49,52
	8	35,23	28,77	28,77	50,36	76,99	156,98	120,19	n.d.	192,19	n.d.	100,09	48,41
	9	33,92	27,62	29,16	54,17	103,73	154,56	138,32	n.d.	186,67	n.d.	93,08	47,31
	10	33,69	27,62	30,75	57,78	124,30	126,39	130,65	n.d.	206,47	148,62	92,22	48,41
	11	32,83	26,87	36,81	59,66	123,27	128,51	105,58	n.d.	197,82	n.d.	106,52	44,65
	12	30,76	26,50	38,67	60,00	139,44	131,72	96,54	190,80	200,68	n.d.	97,42	41,59
	13	32,00	25,05	35,90	47,31	97,42	124,30	100,99	n.d.	200,68	n.d.	100,09	43,61
	14	33,26	24,70	33,69	61,59	94,80	113,22	110,31	n.d.	183,95	n.d.	111,27	42,09
	15	31,79	24,35	26,13	70,41	124,30	106,52	95,67	n.d.	174,64	n.d.	104,66	42,09
	16	33,91	25,05	22,00	70,41	97,42	109,36	99,20	n.d.	156,98	n.d.	92,22	42,59
	17	35,00	25,05	21,04	60,30	93,93	153,36	100,99	n.d.	152,17	n.d.	84,78	40,11
	18	35,45	24,01	20,11	59,66	137,20	114,19	110,31	n.d.	145,13	n.d.	89,69	45,70
	19	34,79	22,99	20,11	57,16	124,30	112,24	125,35	n.d.	149,80	n.d.	76,99	47,86
	20	33,26	22,99	19,51	71,84	109,36	136,10	152,17	n.d.	146,29	n.d.	73,29	45,70
	21	32,62	23,33	19,21	74,02	131,72	113,22	183,95	n.d.	133,90	148,04	76,24	41,09
	22	31,16	26,87	19,51	90,53	172,04	138,32	160,66	n.d.	133,90	n.d.	71,84	36,35
	23	31,16	34,12	19,21	80,82	186,67	146,29	165,65	n.d.	127,45	n.d.	65,56	39,63
	24	31,57	35,45	18,92	72,56	182,60	133,90	156,98	192,89	128,51	n.d.	62,89	42,59
	25	31,79	35,00	18,34	72,56	156,98	116,17	145,13	198,53	128,51	n.d.	62,24	46,77
	26	36,35	33,26	18,34	72,56	125,35	112,24	146,88	204,17	122,23	n.d.	57,78	50,65
	27	33,26	33,26	18,05	87,21	120,19	108,40	168,89	209,80	146,88	n.d.	58,40	51,79
	28	32,41	32,83	18,34	85,58	127,45	111,27	175,96	215,44	156,38	n.d.	62,89	56,55
	29	32,41		18,64	66,24	133,90	113,22	183,98	221,08	155,77	n.d.	66,92	69,00
	30	31,57		17,91	58,40	140,57	149,80	188,73	226,72	149,21	n.d.	65,56	55,33
	31	31,16		31,81		153,36		188,75	232,35		181,26		51,79
mean		34,10	28,64	25,49	62,59	119,64	128,60	133,49	208,12	186,07	156,78	88,31	48,48
max.		38,91	35,45	38,67	90,53	186,67	156,98	188,75	232,35	320,95	181,26	183,77	69,00
min.		30,76	22,99	17,91	45,70	76,99	106,52	95,67	189,42	122,23	148,04	57,78	36,35

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1972	1	50,65	26,87	n.d.	23,50	50,36	69,00	138,92	159,43	123,27	96,34	116,17	93,08
	2	45,17	26,50	n.d.	22,99	55,10	90,53	138,88	165,65	120,19	82,32	95,67	90,53
	3	42,59	31,16	n.d.	22,66	62,57	75,50	166,29	183,95	145,13	68,30	91,37	87,21
	4	42,09	33,26	n.d.	21,25	66,93	76,24	140,57	165,65	126,39	64,89	100,09	84,38
	5	42,09	36,81	n.d.	21,52	69,70	86,40	161,90	148,62	121,21	62,24	114,19	80,05
	6	40,60	39,63	n.d.	18,94	65,92	78,51	154,56	133,90	93,08	59,03	114,19	81,21
	7	42,59	45,17	n.d.	22,53	65,90	64,22	141,70	132,81	95,67	59,66	119,18	80,06
	8	40,60	50,65	n.d.	18,83	67,96	58,40	136,10	131,72	93,08	57,16	181,26	80,44
	9	38,67	48,96	n.d.	18,39	70,06	58,40	131,72	131,72	84,78	55,94	238,75	79,67
	10	38,67	46,77	n.d.	18,34	68,66	69,00	115,18	134,99	93,08	55,33	258,63	76,99
	11	37,27	47,31	n.d.	17,91	66,93	68,30	120,19	132,81	96,54	52,37	212,38	77,75
	12	39,63	41,59	n.d.	22,69	62,90	73,29	137,20	148,62	83,98	53,54	210,89	77,38
	13	39,15	37,73	n.d.	22,74	51,79	69,00	129,57	149,80	76,99	54,13	296,09	78,18
	14	38,20	41,09	n.d.	19,42	44,65	62,24	123,27	140,57	82,39	55,94	335,62	70,06
	15	36,81	43,61	n.d.	20,96	50,36	62,24	131,72	128,51	88,03	56,55	246,90	70,06
	16	34,12	49,52	n.d.	19,80	50,08	62,89	120,19	129,57	88,03	65,56	201,42	67,96
	17	33,26	48,96	n.d.	20,42	49,52	73,29	120,19	194,99	83,18	72,56	190,12	66,93
	18	29,16	48,41	n.d.	20,03	62,89	71,12	140,57	177,27	72,93	87,21	186,68	78,97
	19	30,35	46,77	n.d.	22,49	62,24	71,12	136,10	175,95	70,06	80,82	206,47	84,78
	20	30,35	41,59	n.d.	22,33	85,58	100,99	156,98	177,27	70,06	78,51	235,54	75,50
	21	30,35	38,20	n.d.	27,31	121,21	84,78	188,04	253,56	71,84	78,51	168,19	67,61
	22	29,95	35,00	n.d.	28,00	116,69	71,12	178,59	230,77	75,50	91,37	146,29	61,59
	23	28,38	34,12	n.d.	30,15	87,21	65,56	169,47	253,56	83,58	107,46	134,99	59,66
	24	28,00	35,45	n.d.	29,39	69,00	71,12	156,98	245,26	80,82	120,19	134,99	59,03
	25	27,62	36,81	n.d.	27,79	60,94	75,50	146,29	233,94	91,85	118,17	122,23	55,33
	26	26,87	42,09	n.d.	33,27	63,55	89,70	139,44	207,94	100,56	129,57	143,98	55,33
	27	26,13	39,63	n.d.	31,38	64,22	140,56	145,13	192,19	93,50	126,39	146,29	54,73
	28	27,24	36,35	n.d.	27,83	70,41	156,38	141,70	177,27	94,37	134,99	121,21	52,95
	29	26,50		n.d.	23,85	65,56	179,30	129,57	153,36	109,36	130,65	106,52	50,65
	30	25,77		n.d.	22,49	76,99	192,89	129,57	140,57	110,36	130,65	98,31	50,08
	31	25,77		n.d.		62,89		132,81	128,51		133,90		51,79

mean	34,66	40,36	0,00	23,31	67,38	85,59	141,91	169,70	93,99	84,52	169,15	70,97
max.	50,65	50,65	0,00	33,27	121,21	192,89	188,04	253,56	145,13	134,99	335,62	93,08
min.	25,77	26,50	0,00	17,91	44,65	58,40	115,18	128,51	70,06	52,37	91,37	50,08

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1973	1	53,54	35,90	52,37	21,36	n.d.	81,60	94,80	61,59	133,90	128,51	100,07	66,24
	2	50,65	35,00	50,65	20,73	n.d.	97,42	88,03	66,92	132,81	103,73	90,63	65,56
	3	47,86	33,91	48,96	20,42	n.d.	97,42	76,99	67,61	137,20	116,17	73,30	62,24
	4	47,04	28,85	48,96	18,92	n.d.	80,05	73,29	69,00	133,90	113,22	107,02	62,24
	5	50,67	32,41	46,77	19,51	n.d.	71,84	70,41	72,56	131,72	110,31	152,80	60,30
	6	52,37	31,57	44,13	19,21	n.d.	72,56	69,00	114,19	131,72	97,42	120,71	60,30
	7	62,90	31,16	47,31	20,73	n.d.	76,99	66,24	123,27	150,98	92,22	109,37	60,30
	8	67,96	30,35	47,31	20,73	n.d.	83,98	67,61	142,84	169,47	90,53	119,20	50,08
	9	70,06	29,95	46,77	20,73	n.d.	76,99	65,56	153,36	159,43	95,67	142,86	40,60
	10	67,27	31,99	44,65	22,66	n.d.	75,50	63,55	159,43	142,84	98,31	183,32	42,59
	11	62,90	33,26	44,13	25,41	n.d.	86,40	62,24	186,67	132,81	103,73	166,93	42,59
	12	57,47	33,91	28,00	26,50	n.d.	80,05	61,59	168,19	131,72	106,52	158,20	42,09
	13	67,96	35,90	27,06	27,62	n.d.	80,82	61,59	174,01	131,72	102,81	153,97	42,09
	14	92,23	36,81	26,32	30,75	n.d.	93,08	61,59	147,46	128,51	100,09	145,16	41,09
	15	59,38	33,69	25,95	35,90	n.d.	80,05	62,24	149,21	125,35	91,80	121,22	40,11
	16	56,90	38,67	25,59	36,81	n.d.	76,99	62,27	129,13	124,30	88,86	114,74	39,63
	17	69,00	43,10	25,41	38,67	n.d.	80,05	61,94	146,88	115,18	96,99	109,87	39,15
	18	163,17	54,73	25,41	45,17	n.d.	92,22	73,30	152,76	111,27	105,60	116,17	37,73
	19	96,10	50,08	26,51	46,23	n.d.	75,50	77,76	154,57	112,24	98,33	125,87	36,35
	20	62,57	37,73	29,16	44,13	n.d.	66,24	81,60	135,55	124,30	89,70	121,21	36,81
	21	58,72	37,73	30,35	43,61	n.d.	77,75	68,66	133,36	136,10	93,50	113,24	42,09
	22	50,65	44,13	30,75	50,08	n.d.	76,99	70,77	140,01	123,27	88,48	84,79	39,63
	23	48,68	43,61	26,13	67,61	n.d.	85,58	70,06	124,83	117,17	77,38	82,00	39,15
	24	47,04	57,78	27,62	56,55	n.d.	97,42	70,41	109,36	165,65	69,00	75,18	42,59
	25	43,87	60,30	25,41	54,73	n.d.	82,39	68,30	113,22	193,59	73,30	70,06	42,09
	26	41,59	55,33	25,41	52,37	n.d.	74,02	62,89	123,27	212,38	70,06	66,93	36,81
	27	40,11	52,37	26,13	52,95	n.d.	76,99	62,24	152,76	235,54	74,04	71,12	35,00
	28	37,98	53,54	26,50	55,33	n.d.	76,99	64,89	161,90	227,64	105,92	67,61	35,45
	29	37,97		27,24	57,16	74,02	93,93	64,22	147,45	210,89	121,22	65,56	37,27
	30	36,81		26,13	41,93	64,89	90,53	63,55	133,90	185,31	158,99	64,89	39,63
	31	36,35		24,01		74,02		62,24	131,72		128,93		39,63

mean	59,28	40,13	34,10	36,48	70,98	81,94	68,70	130,55	148,96	99,72	109,80	45,08
max.	163,17	60,30	52,37	67,61	74,02	97,42	94,80	186,67	235,54	158,99	183,32	66,24
min.	36,35	28,85	24,01	18,92	64,89	66,24	61,59	61,59	111,27	69,00	64,89	35,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1974	1	39,63	25,05	18,92	83,98	76,99	119,18	74,37	83,18	143,98	121,74	63,56	39,87
	2	37,73	25,41	19,81	86,40	89,69	127,45	101,01	79,28	179,92	106,52	60,62	40,60
	3	38,20	25,41	27,62	77,75	79,28	137,20	95,24	76,99	177,27	100,09	67,69	38,20
	4	39,15	23,33	32,83	79,28	77,75	103,73	129,05	76,24	165,65	116,17	74,76	35,90
	5	41,59	22,00	30,35	80,05	80,05	81,60	127,98	82,39	154,56	114,19	67,61	33,26
	6	42,59	22,33	27,24	130,65	75,50	74,02	123,27	86,40	146,29	124,30	61,59	33,26
	7	40,60	22,66	24,70	110,31	71,12	72,56	145,42	84,78	143,98	117,17	57,16	33,69
	8	38,20	23,67	22,99	83,98	74,02	71,84	167,57	82,39	139,44	105,58	54,13	32,84
	9	37,27	24,01	22,33	98,31	88,86	74,02	154,56	86,40	140,57	93,93	52,37	31,99
	10	38,20	18,34	22,33	108,40	87,21	68,30	143,98	89,69	153,36	87,21	52,08	31,57
	11	37,73	20,11	21,04	113,22	78,51	66,92	139,44	83,18	150,98	85,58	51,79	31,16
	12	33,26	21,36	20,11	86,40	80,05	64,89	138,32	80,05	138,32	86,40	51,22	30,96
	13	33,91	21,04	18,92	111,27	69,70	62,24	137,20	88,03	133,90	88,03	49,52	30,75
	14	32,62	24,01	18,34	106,52	80,05	62,24	143,98	96,54	130,65	81,60	47,86	30,35
	15	32,41	24,35	18,05	97,42	98,31	63,55	148,62	104,66	129,57	76,99	46,23	30,35
	16	31,57	24,70	17,77	104,66	106,52	62,89	147,45	99,20	116,17	76,24	45,17	30,35
	17	30,35	30,35	17,77	85,58	109,36	61,59	134,99	95,67	100,09	78,51	43,10	30,35
	18	30,75	30,35	16,94	90,53	101,90	67,61	123,27	102,81	103,73	76,24	43,61	28,00
	19	30,75	26,13	19,21	88,03	93,93	66,92	116,17	113,22	108,40	76,99	42,59	28,00
	20	31,16	22,99	21,36	73,29	82,39	71,12	116,17	111,27	124,30	78,51	42,09	29,16
	21	30,35	18,05	19,81	68,30	67,61	69,00	98,31	101,90	134,99	79,28	42,09	30,35
	22	29,16	17,49	21,04	88,03	66,92	66,24	91,80	99,20	134,99	77,75	41,09	28,38
	23	28,77	16,67	21,04	93,08	64,22	64,89	88,46	97,42	154,57	76,99	40,11	27,62
	24	28,77	16,67	27,62	86,40	62,24	58,40	143,28	100,99	186,70	75,50	39,63	26,87
	25	28,77	19,96	31,99	72,56	57,78	53,54	160,74	115,18	158,20	74,76	39,15	26,13
	26	26,87	19,66	36,35	71,84	78,51	57,78	126,40	120,19	112,27	74,02	49,52	26,50
	27	25,41	18,62	41,59	72,56	103,73	55,94	137,43	125,35	130,17	76,99	48,41	27,24
	28	26,13	18,34	47,86	73,29	97,42	54,73	140,15	120,19	170,96	75,50	40,11	27,24
	29	25,77		44,65	74,76	64,89	54,73	142,86	112,24	141,60	74,76	39,15	26,13
	30	26,13		49,52	76,24	111,27	56,55	95,67	112,24	112,24	66,92	39,15	
	31	24,70		77,75		110,31		91,37	122,23		65,56		

mean	32,85	22,25	27,67	89,10	83,42	72,39	126,60	97,73	140,59	87,42	49,77	30,93
max.	42,59	30,35	77,75	130,65	111,27	137,20	167,57	125,35	186,70	124,30	74,76	40,60
min.	24,70	16,67	16,94	68,30	57,78	53,54	74,37	76,24	100,09	65,56	39,15	26,13

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1975	1	25,77	18,34	16,40	37,27	41,04	109,36	83,98	146,29	292,34	226,08	135,00	55,63
	2	24,35	18,92	16,13	33,26	38,20	113,22	74,76	141,70	290,50	227,64	123,86	55,33
	3	23,67	18,92	16,13	25,77	35,90	120,19	68,30	141,70	347,22	226,08	112,73	53,84
	4	23,33	18,92	15,61	22,66	34,80	129,57	62,89	147,45	347,22	219,92	106,52	58,72
	5	22,99	18,92	16,40	21,04	33,69	161,90	59,66	166,92	290,50	237,14	100,09	59,35
	6	24,35	18,34	17,77	22,99	40,60	127,45	60,30	170,75	260,33	253,56	100,09	73,41
	7	24,70	18,62	18,05	24,35	37,27	137,20	61,59	166,92	259,63	272,49	88,99	87,25
	8	24,01	18,62	18,34	24,35	36,81	132,81	59,03	166,92	262,05	243,62	95,67	78,91
	9	24,70	18,92	18,92	32,83	34,56	104,66	60,30	196,40	351,39	213,87	98,56	65,56
	10	25,77	19,21	22,33	25,77	36,81	99,20	71,84	219,92	288,66	202,11	101,45	59,98
	11	26,13	18,62	25,05	35,00	32,83	98,31	71,12	207,94	256,93	194,99	99,20	55,94
	12	26,13	18,05	22,66	55,33	39,63	100,99	69,00	212,38	286,83	199,24	96,10	54,73
	13	25,41	18,62	20,42	47,86	55,33	107,46	77,75	206,47	272,49	200,68	92,23	52,67
	14	23,67	19,51	19,21	47,31	62,24	101,90	103,73	262,05	246,90	178,59	94,80	51,79
	15	22,99	21,36	20,73	140,01	50,08	84,78	120,19	241,99	237,14	165,65	88,45	50,93
	16	22,33	21,04	24,70	141,70	60,94	83,98	136,10	203,56	246,90	154,56	87,22	49,80
	17	22,33	19,21	26,50	126,39	75,50	89,69	120,19	199,24	216,88	147,45	85,99	47,04
	18	22,00	18,34	24,35	117,17	114,19	87,21	103,73	177,60	297,92	143,98	80,47	46,23
	19	22,33	18,05	34,56	84,78	137,20	88,03	111,27	297,03	394,91	136,10	76,25	44,13
	20	21,36	18,05	43,61	77,75	169,47	93,08	129,57	315,12	296,05	163,83	72,56	43,87
	21	21,04	18,05	46,77	71,12	119,18	126,39	165,03	393,81	230,77	191,56	71,84	43,61
	22	20,73	18,05	35,45	75,50	121,21	153,36	162,53	274,56	206,47	194,31	70,41	42,34
	23	20,11	18,05	31,57	119,18	115,18	126,39	164,41	475,82	193,59	202,84	68,33	42,09
	24	19,81	16,94	36,35	174,64	110,31	101,90	172,75	412,58	169,47	189,42	66,24	41,27
	25	19,21	15,61	37,73	126,39	124,30	92,22	181,93	349,34	163,14	186,68	64,89	40,45
	26	18,34	15,61	26,87	93,93	125,35	85,58	212,46	320,95	179,92	173,08	64,22	39,63
	27	18,62	15,36	22,33	68,30	122,23	81,60	179,96	311,21	177,27	159,48	62,24	39,39
	28	18,62	16,94	20,11	55,04	105,58	91,37	147,46	292,34	182,60	136,10	61,59	39,15
	29	18,34		18,92	48,13	105,58	114,19	137,20	296,05	193,59	131,74	58,72	39,15
	30	18,05		18,62	43,87	106,52	98,31	130,65	285,01	215,37	123,84	57,48	38,84
	31	18,05		20,73		109,36		136,10	281,39		112,76		38,67

mean	22,23	18,33	24,30	67,32	78,45	108,08	112,77	247,79	255,13	187,40	86,07	51,28
max.	26,13	21,36	46,77	174,64	169,47	161,90	212,46	475,82	394,91	272,49	135,00	87,25
min.	18,05	15,36	15,61	21,04	32,83	81,60	59,03	141,70	163,14	112,76	57,48	38,67

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1976	1	39,63	27,62	25,77	22,08	33,78	127,61	71,84	81,60	152,17	64,89	38,20	52,95
	2	41,09	27,62	39,66	22,33	32,78	95,73	66,24	96,54	164,39	66,24	36,81	58,40
	3	41,84	27,62	25,77	21,36	31,78	94,89	62,24	99,20	155,77	60,94	36,35	60,30
	4	40,85	26,87	25,77	20,89	38,91	92,23	70,41	96,54	161,90	65,56	36,81	48,41
	5	39,87	29,62	25,23	20,42	42,09	99,20	87,21	95,67	174,64	69,00	37,27	39,63
	6	41,12	30,35	24,18	22,17	37,04	93,41	92,22	92,22	200,68	84,78	37,73	37,73
	7	43,10	29,35	24,80	22,00	35,00	87,62	90,53	97,01	190,80	69,00	37,73	35,45
	8	44,92	29,06	25,41	35,90	35,23	111,28	124,30	93,15	170,75	60,94	39,63	32,83
	9	42,59	28,77	25,05	32,63	39,68	105,68	169,47	89,29	165,65	57,78	40,60	31,16
	10	39,87	28,77	23,84	49,52	44,13	85,65	141,70	100,09	177,27	55,33	40,60	30,75
	11	41,24	27,81	21,40	51,24	42,61	69,38	153,36	99,20	168,19	52,95	40,60	30,35
	12	42,61	27,05	22,99	52,96	49,80	73,92	136,10	93,08	149,80	50,08	40,11	30,35
	13	40,37	26,87	22,33	47,05	75,05	74,36	147,45	92,22	120,19	47,31	39,15	29,16
	14	38,21	27,81	22,00	41,84	89,74	74,80	136,10	96,54	107,46	45,70	38,67	27,62
	15	35,68	27,71	21,52	41,64	84,00	69,00	133,90	110,31	120,19	45,70	36,81	26,50
	16	34,78	27,62	21,04	40,31	76,86	95,31	139,44	110,31	110,31	45,17	34,56	26,13
	17	33,26	31,59	20,58	38,99	69,71	150,98	175,95	106,52	107,46	44,65	33,69	26,13
	18	32,94	34,56	20,11	37,66	74,02	142,84	147,45	117,17	97,42	44,65	33,26	26,13
	19	32,63	35,23	20,11	36,33	81,21	125,35	127,45	112,24	90,53	46,77	33,26	25,77
	20	32,41	30,96	20,11	35,01	89,69	128,51	137,20	96,54	83,18	51,22	33,69	26,68
	21	31,99	29,16	20,11	28,77	141,85	109,36	120,19	84,78	77,75	53,54	34,56	28,00
	22	31,37	28,58	20,11	26,68	141,35	106,52	105,58	113,22	72,56	53,54	38,20	33,27
	23	31,16	28,00	21,22	26,32	143,73	116,17	101,90	100,09	71,12	52,95	38,67	41,34
	24	30,76	27,24	22,33	49,33	146,12	114,19	108,40	81,60	80,05	51,22	39,15	42,34
	25	30,25	34,34	22,33	60,95	158,59	105,58	112,24	81,60	93,08	50,65	39,63	38,57
	26	29,75	31,12	22,33	75,51	186,70	102,81	95,67	107,46	102,81	48,96	57,78	34,79
	27	29,55	35,23	23,33	54,14	150,98	95,67	90,11	111,27	93,93	45,70	54,13	31,02
	28	29,16	33,69	26,50	45,18	159,58	87,21	85,99	111,27	75,50	43,61	52,37	27,24
	29	28,77	29,73	25,95	40,36	186,70	81,60	85,18	127,45	69,00	41,59	52,95	26,50
	30	28,77		26,50	34,78	173,09	75,50	83,18	129,57	66,24	40,60	52,95	26,13
	31	28,00		24,70		159,48		80,82	148,62		40,11		26,13

mean	35,76	29,65	23,65	37,81	91,98	99,75	112,25	102,34	122,36	53,26	40,20	34,12
max.	44,92	35,23	39,66	75,51	186,70	150,98	175,95	148,62	200,68	84,78	57,78	60,30
min.	28,00	26,87	20,11	20,42	31,78	69,00	62,24	81,60	66,24	40,11	33,26	25,77

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1977	1	25,77	33,26	28,38	30,35	156,98	127,45	149,80	216,88	186,00	85,58	156,98	224,53
	2	29,55	36,35	26,50	30,75	240,36	119,18	146,29	256,93	171,40	81,60	168,19	229,20
	3	31,99	43,10	24,70	69,00	399,45	109,36	168,19	243,62	172,16	80,05	183,95	216,88
	4	41,59	35,45	24,70	85,58	361,95	101,90	178,59	221,45	151,40	76,99	173,34	205,01
	5	38,67	31,57	25,05	88,86	283,20	99,20	190,80	209,41	130,65	74,76	173,34	189,42
	6	35,00	29,55	25,05	93,93	268,98	101,45	193,59	210,89	122,23	74,76	174,64	178,59
	7	35,00	30,35	24,35	103,73	288,66	110,32	181,26	213,87	128,51	76,24	169,47	170,75
	8	35,45	30,55	24,70	106,52	305,47	130,67	179,92	222,98	128,51	76,24	147,45	163,14
	9	32,41	29,76	24,70	121,21	383,71	125,35	182,60	218,40	129,57	76,99	134,99	159,43
	10	33,26	26,50	24,70	124,30	381,49	152,48	182,60	202,11	119,18	75,50	125,35	160,66
	11	31,58	25,77	27,62	143,98	299,80	141,13	193,59	188,04	116,17	74,02	120,19	148,62
	12	28,57	24,70	26,87	131,72	243,62	146,18	194,99	179,92	112,24	71,84	113,22	147,45
	13	27,06	24,36	24,70	127,45	224,53	151,24	189,42	177,27	132,81	70,41	114,19	139,44
	14	26,50	24,01	22,33	140,57	216,88	180,69	203,56	169,47	137,20	71,12	139,44	132,81
	15	26,87	22,99	21,36	173,34	203,56	220,12	152,76	140,57	128,51	74,02	164,39	127,45
	16	27,15	22,49	20,42	150,98	194,99	194,30	149,22	122,23	128,51	71,12	224,53	123,27
	17	27,43	21,52	19,21	138,32	207,20	187,38	150,10	137,20	131,72	69,00	299,80	119,18
	18	27,05	21,36	18,62	119,18	241,84	200,42	150,98	163,14	150,98	80,05	338,99	107,46
	19	27,43	21,36	18,62	98,31	208,69	218,41	133,35	166,92	172,04	88,86	292,34	106,52
	20	27,62	25,26	18,92	83,98	209,41	236,41	129,10	163,14	165,65	96,54	307,38	105,58
	21	31,37	29,16	24,01	72,56	199,26	209,54	137,21	155,77	160,66	103,73	377,09	104,66
	22	28,38	33,70	27,24	63,55	190,26	164,39	156,99	142,85	154,56	106,52	413,28	105,58
	23	27,44	37,50	25,41	59,03	181,26	171,69	164,06	146,36	143,98	115,18	399,45	106,52
	24	26,50	37,50	22,66	59,66	158,20	147,48	157,76	184,03	134,99	124,30	464,24	109,36
	25	26,87	33,69	21,68	59,03	156,99	173,58	151,46	167,57	127,45	131,72	561,13	137,20
	26	32,41	29,95	21,68	64,22	155,17	164,98	127,45	181,97	117,17	141,70	578,68	131,72
	27	32,83	28,77	23,33	78,51	182,01	156,38	121,21	236,56	106,52	161,90	461,72	115,18
	28	31,57	28,77	30,75	78,51	192,90	170,75	127,45	205,63	100,09	160,66	370,55	107,46
	29	33,69		39,15	119,18	171,96	165,65	152,17	174,69	93,08	146,29	296,05	100,99
	30	34,12		38,20	131,72	151,03	152,17	161,90	188,74	89,69	133,90	263,77	96,54
	31	32,41		34,56		136,11		178,59	186,67		143,98		95,67

mean	30,76	29,26	25,17	98,27	232,13	157,67	162,48	186,94	134,79	97,28	263,60	140,85
max.	41,59	43,10	39,15	173,34	399,45	236,41	203,56	256,93	186,00	161,90	578,68	229,20
min.	25,77	21,36	18,62	30,35	136,11	99,20	121,21	122,23	89,69	69,00	113,22	95,67

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1978	1	91,37	50,65	152,17	114,19	182,60	113,22	209,41	169,47	196,40	155,77	117,17	61,59
	2	87,60	48,96	123,27	122,23	178,59	103,73	188,04	166,92	245,26	166,92	127,45	59,66
	3	83,82	47,86	106,52	120,72	169,47	99,20	172,09	168,19	285,01	188,04	129,57	57,78
	4	80,05	46,77	100,09	118,17	226,08	100,09	209,22	193,59	276,03	170,75	117,17	57,16
	5	77,75	45,70	98,31	113,72	197,82	96,54	218,40	215,37	243,62	159,43	123,27	55,94
	6	75,50	43,61	102,84	109,36	161,90	94,80	228,64	237,14	218,40	146,29	114,19	55,94
	7	72,56	44,13	93,08	105,58	139,44	93,93	238,88	219,92	230,77	149,80	103,73	55,33
	8	71,12	43,10	90,53	101,00	148,62	90,53	226,14	207,94	194,99	148,62	100,09	55,94
	9	68,30	42,09	90,53	115,29	230,77	90,53	178,62	182,60	177,27	149,80	95,67	55,33
	10	65,56	42,09	102,37	129,58	246,90	100,09	161,90	166,92	168,19	143,98	91,37	55,33
	11	63,55	42,09	123,84	130,65	232,35	110,31	166,92	182,60	181,26	149,80	88,03	54,14
	12	62,89	45,70	187,86	123,78	315,09	104,66	149,80	164,39	178,59	142,84	88,03	53,99
	13	62,24	48,41	251,88	120,19	347,22	106,52	152,17	175,95	207,94	131,72	98,31	53,84
	14	61,59	46,77	185,31	119,18	152,17	120,70	156,98	183,95	224,53	125,35	100,09	64,38
	15	60,30	44,65	152,17	117,17	263,77	109,36	206,47	205,01	193,59	124,30	96,54	76,62
	16	59,66	49,24	165,65	113,26	246,90	106,05	226,08	213,87	186,67	110,32	90,53	81,61
	17	71,90	48,41	188,04	109,36	227,64	103,73	199,24	265,50	170,75	117,67	88,03	79,68
	18	88,99	56,55	192,19	98,76	188,04	110,45	185,31	227,64	173,34	107,93	87,21	77,75
	19	91,37	64,37	182,60	84,38	173,34	117,17	193,59	248,55	166,92	115,80	99,20	94,80
	20	96,54	72,20	150,98	83,98	164,39	115,18	181,26	258,63	155,77	111,63	101,90	83,18
	21	98,31	87,21	142,84	83,18	160,66	121,21	169,47	262,05	143,98	107,46	89,69	79,28
	22	97,42	88,03	131,72	77,39	170,75	155,77	160,66	272,49	136,10	116,17	87,21	77,75
	23	88,03	103,73	122,23	75,16	172,04	199,24	152,17	288,66	139,44	114,19	93,93	74,02
	24	85,58	143,98	128,51	72,93	178,59	143,98	147,45	221,45	136,10	106,52	90,53	76,24
	25	82,39	127,45	240,36	70,77	182,60	138,32	148,62	212,38	155,77	105,58	79,28	76,99
	26	75,50	193,59	200,68	76,25	160,66	140,57	155,77	237,14	173,34	100,99	74,51	78,51
	27	69,00	172,73	165,65	74,02	140,57	130,65	137,20	213,87	174,64	100,09	69,74	72,56
	28	64,89	188,26	148,62	76,24	136,10	124,30	136,10	193,59	170,75	103,73	68,30	70,41
	29	61,59		130,65	95,31	126,39	148,62	134,99	193,59	183,95	119,18	64,22	68,30
	30	58,40		123,27	138,96	119,18	178,59	145,13	190,80	174,64	125,35	62,89	64,22
	31	52,95		115,18		117,17			169,47	178,59		126,39	
mean		75,06	74,23	144,84	103,02	188,96	118,93	177,62	210,28	188,80	130,40	94,60	67,41
max.		98,31	193,59	251,88	138,96	347,22	199,24	238,88	288,66	285,01	188,04	129,57	94,80
min.		52,95	42,09	90,53	70,77	117,17	90,53	134,99	164,39	136,10	100,09	62,89	53,84

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1979	1	58,40	69,70	65,56	59,03	70,41	99,20	110,31	89,69	78,51	67,61	33,69	31,16
	2	55,94	70,41	61,59	61,59	71,12	100,99	102,81	88,86	79,28	69,00	33,69	31,16
	3	54,13	71,12	59,66	60,94	83,18	115,18	103,73	93,93	78,51	69,70	33,69	32,83
	4	52,95	69,00	57,78	66,92	76,99	146,29	117,17	95,67	76,99	68,30	34,12	33,69
	5	51,79	71,84	54,13	63,55	82,39	133,90	126,39	93,08	76,24	67,61	44,13	32,41
	6	50,65	74,02	52,95	60,94	90,53	131,72	137,20	91,37	74,76	68,30	45,17	31,16
	7	47,86	74,76	50,65	62,24	139,44	99,20	136,10	115,68	71,12	69,00	45,70	30,35
	8	46,23	76,24	49,52	83,18	86,40	99,20	131,72	112,27	69,00	65,56	61,59	28,77
	9	46,23	75,50	48,41	74,02	92,22	115,18	128,51	105,58	69,00	62,89	52,95	28,77
	10	45,17	80,05	48,41	111,27	96,54	143,98	109,36	124,30	69,70	60,30	51,79	29,16
	11	44,13	82,39	48,96	138,32	124,30	147,45	100,09	123,27	69,70	59,03	46,77	28,77
	12	43,10	113,22	50,65	117,17	113,22	150,98	118,17	131,72	69,70	57,16	45,17	28,77
	13	42,09	130,65	52,37	126,39	107,46	164,39	111,27	166,92	68,30	55,94	44,65	28,38
	14	41,59	125,35	54,13	158,20	100,09	154,56	112,24	163,14	66,92	55,33	44,13	27,62
	15	44,13	115,18	57,78	116,17	118,17	196,40	108,40	203,56	66,92	55,94	42,59	26,87
	16	41,59	102,81	76,24	96,54	109,36	161,90	117,17	205,01	65,56	54,13	42,09	26,87
	17	42,59	94,80	90,53	86,40	93,93	155,77	108,40	196,40	63,55	52,95	40,11	27,62
	18	44,13	102,81	100,09	80,05	86,40	161,90	110,31	169,47	62,24	52,37	39,15	39,63
	19	43,61	88,86	89,69	79,28	90,53	145,13	101,90	152,17	59,66	51,79	38,20	35,00
	20	42,59	83,98	97,42	74,76	96,54	145,13	93,93	131,72	59,66	51,79	36,35	30,75
	21	42,09	86,40	84,78	72,56	97,42	126,39	90,53	120,19	59,66	51,79	35,00	29,16
	22	42,09	115,18	75,50	71,84	82,39	120,19	90,53	113,22	59,66	44,65	36,35	27,62
	23	41,09	111,27	73,29	69,70	78,51	113,22	87,21	106,52	66,92	36,35	34,56	26,50
	24	40,11	92,22	69,00	75,50	83,18	111,27	83,18	98,31	64,89	36,35	35,00	26,13
	25	46,23	80,05	66,92	71,12	82,39	106,52	80,82	93,93	63,55	36,35	37,27	26,13
	26	51,22	75,50	64,22	80,05	80,82	121,21	83,98	91,37	64,89	36,35	37,27	26,13
	27	53,54	73,29	62,24	76,24	82,39	115,18	84,78	88,03	67,61	36,35	35,45	26,50
	28	56,92	69,70	59,66	71,84	97,42	114,19	88,03	86,40	66,92	36,35	33,26	28,00
	29	60,30		58,40	71,84	122,23	111,27	100,09	89,69	65,56	36,35	31,57	25,77
	30	64,22		57,78	74,02	111,27	109,36	88,86	83,98	67,61	35,45	31,16	26,13
	31	68,30		58,40		112,24		86,40	79,28		34,12		28,38
mean		48,55	88,44	64,41	83,72	95,47	130,57	104,83	119,51	68,09	52,75	40,09	29,23
max.		68,30	130,65	100,09	158,20	139,44	196,40	137,20	205,01	79,28	69,70	61,59	39,63
min.		40,11	69,00	48,41	59,03	70,41	99,20	80,82	79,28	59,66	34,12	31,16	25,77

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1980	1	31,16	33,26	16,13	22,99	25,41	119,18	146,29	58,40	96,54	46,77	35,00	32,41
	2	30,75	28,00	17,21	20,73	26,87	100,09	149,80	59,03	93,93	45,70	34,12	30,35
	3	28,38	28,77	28,00	20,11	39,63	88,03	121,21	62,89	92,22	44,65	32,41	28,00
	4	26,50	29,55	27,24	18,92	36,35	82,39	106,52	64,22	88,03	44,13	29,55	26,50
	5	25,41	31,99	25,41	18,62	32,83	78,51	112,24	62,24	80,05	43,61	28,00	26,13
	6	24,70	29,55	25,41	18,62	44,65	78,51	116,17	65,56	83,98	42,09	27,24	25,05
	7	24,35	28,77	24,70	18,34	71,12	94,80	127,45	73,29	98,31	39,63	28,00	25,05
	8	23,67	27,24	24,70	20,42	68,30	88,86	132,81	72,56	93,08	39,15	31,57	28,00
	9	23,33	25,77	24,01	33,69	105,58	84,78	125,35	70,41	97,42	39,15	33,69	31,57
	10	22,99	24,70	27,62	48,96	74,02	92,22	103,73	66,92	93,93	39,63	33,69	33,69
	11	23,33	23,33	36,35	47,31	92,22	85,58	106,52	63,55	90,53	38,20	33,26	33,69
	12	24,70	22,99	34,12	40,60	109,36	82,39	116,17	60,30	83,98	37,73	32,83	33,69
	13	26,50	22,00	31,57	34,12	158,20	90,53	118,17	57,16	76,99	39,15	32,41	33,69
	14	26,50	22,00	36,81	45,17	147,45	87,21	101,90	55,33	73,29	42,59	31,57	34,12
	15	26,13	21,04	30,75	57,78	143,98	80,82	91,37	55,94	74,02	44,65	32,83	28,77
	16	25,05	20,11	28,00	43,61	136,10	82,39	82,39	62,24	72,56	46,23	60,30	26,50
	17	24,35	20,11	24,01	44,65	131,72	74,02	77,75	66,92	71,12	46,77	76,24	24,70
	18	23,67	19,21	21,36	57,16	123,27	65,56	74,76	64,22	68,30	43,10	60,94	22,99
	19	22,99	17,49	19,81	69,70	124,30	63,55	71,84	69,00	66,24	40,60	54,13	23,67
	20	22,99	17,21	19,21	59,66	120,19	71,12	71,12	74,76	71,12	40,60	50,65	27,24
	21	23,67	16,94	18,92	57,16	117,17	71,12	69,00	71,84	71,12	41,09	50,65	22,66
	22	24,01	16,40	18,62	47,31	115,18	82,39	68,30	71,12	76,24	39,15	62,89	24,01
	23	24,01	16,13	18,62	41,59	129,57	77,75	69,00	64,89	76,24	35,90	59,03	24,70
	24	24,01	16,13	18,92	39,15	131,72	72,56	69,00	64,22	71,84	33,26	50,65	23,67
	25	24,70	16,40	18,62	35,90	136,10	68,30	64,89	67,61	72,56	31,57	45,17	22,00
	26	25,05	16,13	18,34	32,83	124,30	93,93	62,89	86,40	71,84	30,75	42,59	22,00
	27	26,87	16,13	18,34	31,57	109,36	86,40	60,94	111,27	71,84	34,12	41,09	22,00
	28	26,87	16,13	18,34	29,95	100,09	101,90	53,54	114,19	71,12	36,81	38,20	21,36
	29	27,24	16,13	18,92	27,62	90,53	110,31	50,08	117,17	56,55	36,35	36,35	24,01
	30	26,13		21,68	26,13	94,80	119,18	51,79	102,81	47,86	36,35	35,00	22,33
	31	30,75		22,99		114,19		54,73	94,80		36,35		22,33

mean	25,51	22,06	23,70	37,01	99,18	85,81	91,22	72,62	78,43	39,87	41,34	26,67
max.	31,16	33,26	36,81	69,70	158,20	119,18	149,80	117,17	98,31	46,77	76,24	34,12
min.	22,99	16,13	16,13	18,34	25,41	63,55	50,08	55,33	47,86	30,75	27,24	21,36

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1981	1	22,00	15,61	14,67	165,65	133,90	85,58	79,28	126,39	221,45	220,75	83,18	48,41
	2	22,00	15,36	14,36	169,47	123,27	90,53	78,51	119,18	209,41	195,74	84,78	46,77
	3	22,00	15,36	14,36	148,62	116,17	92,22	74,02	110,32	209,41	161,91	93,08	45,70
	4	22,99	15,36	14,36	118,17	101,90	85,58	80,05	108,41	197,82	145,74	93,08	45,17
	5	30,75	15,36	14,98	113,22	103,73	92,22	75,50	133,95	203,56	129,57	88,86	43,61
	6	27,62	15,36	15,10	117,17	105,58	90,53	74,02	127,45	197,82	127,45	83,98	43,10
	7	23,67	15,36	14,85	150,98	105,58	88,03	59,66	141,70	192,19	121,74	80,05	41,59
	8	23,67	15,61	15,10	113,22	147,45	88,03	61,59	165,81	165,85	114,20	77,75	40,60
	9	23,33	15,36	15,10	101,90	172,04	81,60	70,42	168,64	168,19	112,25	80,05	40,60
	10	22,00	15,10	15,10	90,53	169,47	79,28	63,58	171,46	161,90	115,68	94,80	39,63
	11	21,36	15,10	15,10	107,46	152,17	76,99	60,30	160,66	143,98	124,32	94,80	39,15
	12	20,42	15,10	15,10	170,75	136,10	76,24	66,08	154,56	145,13	132,96	81,60	39,15
	13	19,81	15,10	15,10	222,98	129,57	73,29	71,86	199,24	154,56	112,25	74,76	38,20
	14	18,62	15,10	15,36	279,60	136,10	71,84	66,24	207,94	130,65	107,46	71,12	37,27
	15	18,34	15,36	15,36	238,75	159,43	58,40	79,28	299,80	126,93	100,10	67,61	37,27
	16	18,34	15,10	15,87	297,92	174,64	56,55	100,09	272,49	125,88	98,31	65,56	37,27
	17	18,05	19,21	17,21	326,89	178,59	55,94	76,24	258,63	187,54	95,23	64,89	37,73
	18	18,05	21,36	20,73	292,34	178,59	54,73	116,17	212,38	160,74	93,30	64,22	40,11
	19	17,49	24,70	21,04	238,75	153,36	55,33	107,46	189,42	207,25	91,37	63,55	41,09
	20	16,94	23,33	18,05	202,11	147,45	57,78	121,21	200,68	263,77	88,86	63,55	46,77
	21	16,67	19,51	83,98	196,40	175,95	58,40	152,17	212,38	263,77	86,40	63,55	48,41
	22	16,67	17,49	55,94	200,68	153,36	57,16	142,84	232,35	185,31	84,78	64,22	45,70
	23	16,67	16,94	65,56	232,35	134,99	53,54	136,10	221,45	357,70	83,98	69,00	42,09
	24	16,94	17,21	95,67	240,36	127,45	51,22	136,10	190,80	251,88	87,21	70,41	38,67
	25	16,94	16,67	115,18	188,04	112,24	50,65	122,23	173,34	156,98	90,53	64,89	36,81
	26	16,13	16,00	114,58	240,36	115,18	54,73	119,18	177,27	183,95	88,86	54,73	35,45
	27	16,40	15,36	113,22	189,42	106,52	55,94	133,90	168,19	203,47	93,93	52,66	35,45
	28	16,13	14,98	110,31	161,90	97,42	61,59	128,51	174,64	222,98	88,86	44,13	37,27
	29	15,87		93,08	140,57	94,80	91,37	113,22	158,20	202,11	87,21	46,27	36,81
	30	15,87		87,21	131,72	91,37	80,82	128,51	173,34	174,64	88,03	48,41	35,45
	31	15,87		145,13		87,21		134,99	189,42		85,58		35,00

mean	19,60	16,69	45,06	186,28	132,95	70,87	97,72	180,66	192,55	111,44	71,65	40,52
max.	30,75	24,70	145,13	326,89	178,59	92,22	152,17	299,80	357,70	220,75	94,80	48,41
min.	15,87	14,98	14,36	90,53	87,21	50,65	59,66	108,41	125,88	83,98	44,13	35,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1982	1	34,56	27,62	23,33	27,62	88,86	250,21	104,66	121,21	123,27	76,99	101,90	328,89
	2	34,12	29,16	22,66	41,09	77,75	196,40	96,54	100,09	123,27	78,51	112,24	303,57
	3	33,26	29,16	22,00	46,77	69,70	155,77	91,37	88,03	114,19	77,75	132,81	270,73
	4	32,41	29,16	22,00	37,73	61,59	163,14	95,67	127,45	115,18	78,51	156,98	255,24
	5	31,16	28,77	22,00	34,56	72,56	154,56	106,52	166,92	117,17	76,24	160,66	255,24
	6	30,75	28,77	22,00	33,26	98,31	134,99	98,31	170,75	142,84	71,84	189,42	206,47
	7	30,75	28,00	22,00	33,69	90,53	128,51	100,09	163,14	125,35	69,70	199,24	186,67
	8	30,75	26,87	21,36	36,81	85,58	114,19	111,27	158,20	111,27	71,84	205,01	177,27
	9	29,95	26,13	21,36	33,69	93,93	109,36	96,54	134,99	100,09	73,29	194,99	161,90
	10	29,95	26,13	20,73	30,35	111,27	109,36	104,66	161,90	94,80	70,41	213,87	159,43
	11	30,35	26,13	20,73	28,39	131,72	111,27	100,99	155,77	90,53	75,50	185,31	154,56
	12	31,57	26,13	20,42	27,62	124,30	111,27	120,19	140,57	92,22	96,54	194,99	150,98
	13	31,16	26,13	20,11	29,95	145,13	123,27	83,98	125,35	93,08	96,54	179,59	150,98
	14	31,16	26,13	19,51	31,99	134,99	133,90	83,18	122,23	90,53	82,39	159,43	160,66
	15	34,56	26,13	19,81	31,16	142,84	136,10	82,39	149,80	92,22	84,78	141,70	139,44
	16	35,90	28,77	18,62	33,26	168,19	133,90	84,78	158,20	100,99	82,39	138,32	138,32
	17	50,65	30,75	18,34	41,59	192,19	115,18	88,86	159,43	97,42	85,58	128,51	147,45
	18	52,95	31,57	18,62	42,59	183,95	104,66	87,21	160,66	95,67	89,69	118,17	141,70
	19	55,94	33,69	18,62	40,11	161,90	100,09	88,86	175,95	91,37	103,73	113,22	129,57
	20	43,10	32,41	18,34	55,33	139,44	109,36	97,42	190,80	91,37	145,13	106,52	124,30
	21	36,81	30,75	18,92	77,75	120,19	143,98	89,69	210,89	91,37	124,30	101,90	120,19
	22	33,69	28,00	20,73	62,24	120,19	152,17	81,60	181,26	89,69	120,19	100,99	118,17
	23	31,57	26,50	22,00	60,94	172,04	148,62	76,99	179,92	89,69	103,73	105,58	116,17
	24	31,16	25,77	21,36	59,66	142,84	131,72	78,51	190,80	97,42	93,93	130,65	112,24
	25	30,35	24,35	20,42	61,59	121,21	159,43	89,69	174,64	101,90	90,53	139,44	105,58
	26	29,55	24,01	19,21	72,56	119,18	121,21	89,69	192,19	71,84	89,69	128,51	101,90
	27	29,16	24,01	19,21	93,08	188,04	128,51	83,18	205,01	93,93	92,22	155,77	100,09
	28	28,77	24,01	21,68	88,03	155,77	136,10	80,05	200,68	86,40	89,69	243,62	96,54
	29	28,38		24,01	100,09	164,39	136,10	79,28	177,27	81,60	109,36	381,49	90,53
	30	28,77		25,77	115,18	160,66	134,99	79,28	156,98	77,75	107,46	341,04	86,40
	31	26,50		22,99		178,59		77,75	139,44		94,80		83,18

mean	33,86	27,68	20,93	50,29	129,61	136,28	91,26	159,37	99,48	90,43	165,36	157,24
max.	55,94	33,69	25,77	115,18	192,19	250,21	120,19	210,89	142,84	145,13	381,49	328,89
min.	26,50	24,01	18,34	27,62	61,59	100,09	76,99	88,03	71,84	69,70	100,99	83,18

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1983	1	81,60	48,41	36,81	35,90	72,56	104,66	75,50	123,27	253,56	186,67	148,62	83,98
	2	79,28	47,31	35,90	34,12	69,70	94,80	100,99	84,38	281,39	183,95	139,44	80,05
	3	78,51	46,77	33,69	31,57	70,41	91,37	89,69	77,75	253,56	183,95	134,99	77,75
	4	76,99	50,08	32,41	30,75	74,76	88,03	76,24	80,54	237,14	219,92	132,81	76,99
	5	74,76	50,65	32,41	29,95	66,92	88,03	69,70	78,97	243,62	229,20	134,99	75,50
	6	74,02	47,31	32,41	32,83	123,27	93,08	66,92	76,65	270,73	213,87	137,20	71,12
	7	73,29	45,17	31,57	42,09	121,21	91,37	65,56	74,77	281,39	233,94	147,45	69,00
	8	74,02	43,61	30,75	45,70	120,19	86,40	63,55	72,56	283,20	255,24	161,90	66,92
	9	74,02	41,59	29,95	50,65	127,45	85,58	62,24	148,69	292,34	245,26	159,43	66,58
	10	68,30	40,11	29,16	57,78	120,19	83,98	62,89	89,29	318,99	248,55	138,32	65,35
	11	62,89	39,63	28,77	46,77	110,31	77,61	60,94	163,53	283,20	238,75	127,45	64,12
	12	60,94	39,63	28,77	44,13	104,66	71,25	58,40	130,44	294,19	227,64	124,30	62,89
	13	59,03	40,60	28,77	45,70	90,53	64,89	56,55	126,54	267,23	226,08	121,21	61,59
	14	58,40	43,10	28,77	45,70	83,18	63,55	56,55	107,86	233,94	233,94	124,30	60,94
	15	58,40	44,65	29,16	64,22	83,98	64,89	56,55	119,18	210,89	229,20	123,27	59,66
	16	57,78	46,23	30,35	64,22	83,18	63,89	56,55	148,62	216,88	212,38	121,21	57,78
	17	55,94	48,41	32,41	90,53	80,05	67,27	59,66	154,56	218,40	182,60	115,18	57,78
	18	54,73	48,41	37,27	79,28	83,18	65,38	65,56	169,47	222,98	177,27	117,17	57,78
	19	53,54	50,65	37,73	56,55	84,78	63,48	66,24	187,55	230,77	194,99	125,35	57,78
	20	53,54	56,55	34,56	47,86	87,21	61,59	72,56	205,01	207,94	179,92	125,35	57,16
	21	53,54	58,40	31,99	51,79	93,93	59,66	72,56	192,19	229,20	168,19	127,45	60,30
	22	52,95	55,94	31,16	67,61	92,22	60,30	69,70	181,26	240,36	202,11	113,22	64,22
	23	51,79	51,79	30,35	69,00	103,73	64,22	79,28	178,59	230,77	209,41	105,58	69,00
	24	54,73	45,70	30,35	58,40	127,45	66,24	77,75	301,68	210,89	210,89	99,20	71,84
	25	58,40	42,59	29,95	57,16	122,23	64,22	74,02	338,99	192,19	193,59	113,22	74,02
	26	57,16	40,60	29,55	64,89	133,90	68,30	70,41	296,05	174,64	181,26	106,22	74,02
	27	55,94	38,67	30,35	90,53	127,45	74,02	85,58	285,01	189,42	178,59	99,22	69,70
	28	55,33	37,73	41,59	79,28	106,52	69,00	85,58	290,50	213,87	169,47	92,22	65,56
	29	50,65		41,59	68,30	100,99	68,30	95,67	270,73	207,94	156,98	90,53	62,24
	30	48,96		33,26	75,50	103,27	72,56	115,18	245,26	209,41	154,56	88,86	60,94
	31	48,96		32,83		104,66		108,40	226,08		160,66		59,66

mean	61,88	46,08	32,41	55,29	99,16	74,60	73,45	168,58	240,03	202,87	123,19	66,52
max.	81,60	58,40	41,59	90,53	133,90	104,66	115,18	338,99	318,99	255,24	161,90	83,98
min.	48,96	37,73	28,77	29,95	66,92	59,66	56,55	72,56	174,64	154,56	88,86	57,16

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1984	1	59,03	38,67	20,29	16,57	40,47	50,72	51,83	58,21	44,39	30,44	21,54	28,50
	2	58,40	38,81	20,60	17,11	53,52	51,28	49,09	62,52	44,39	30,84	20,60	28,88
	3	56,55	39,15	21,54	18,23	52,96	44,90	48,02	60,03	44,90	30,84	19,99	27,75
	4	55,33	40,60	21,54	19,39	36,33	48,02	49,63	57,61	44,90	31,24	20,29	25,92
	5	54,13	40,60	21,86	21,70	32,88	51,83	50,72	70,37	45,92	30,84	20,60	26,64
	6	52,37	38,20	20,91	24,03	32,06	52,39	51,83	73,12	53,52	29,66	20,29	27,38
	7	50,65	36,35	20,29	23,98	35,88	53,52	50,72	70,37	51,28	28,12	19,99	26,28
	8	48,96	36,35	19,99	23,93	50,17	78,10	45,92	64,42	50,17	29,27	19,69	27,75
	9	47,31	35,90	19,99	23,87	56,42	67,03	42,40	79,56	52,39	32,88	20,29	30,05
	10	46,77	35,90	19,99	24,86	49,63	57,61	41,91	75,23	60,03	37,67	19,99	32,47
	11	47,31	35,45	19,99	25,92	57,61	55,25	47,49	67,03	51,83	38,13	20,91	32,47
	12	48,41	34,56	19,69	25,21	42,89	51,83	42,89	61,89	49,09	37,22	21,86	35,88
	13	48,96	33,69	18,80	54,67	45,41	50,17	40,47	64,42	46,96	40,47	23,16	38,59
	14	49,52	32,41	20,91	45,92	57,61	46,44	48,55	57,61	47,49	40,94	21,22	36,33
	15	50,65	31,57	25,57	35,44	61,27	44,39	45,92	57,61	49,63	37,67	29,66	34,58
	16	48,96	31,57	23,50	37,67	57,61	51,83	42,89	65,72	49,63	33,72	48,02	32,88
	17	46,77	23,83	22,50	55,25	65,72	53,52	41,91	67,69	45,41	31,24	44,39	28,12
	18	46,23	24,17	22,18	40,94	68,35	75,23	42,89	71,05	42,89	29,27	38,13	24,86
	19	45,17	24,17	20,91	33,72	61,27	65,72	46,44	69,02	41,91	30,44	38,59	23,50
	20	43,10	23,83	19,69	43,39	62,52	63,15	58,21	71,74	41,43	30,44	37,22	21,22
	21	42,59	22,83	18,80	42,89	77,38	65,07	73,12	65,07	39,99	30,05	37,22	18,80
	22	42,09	22,18	18,23	35,88	73,12	61,89	65,07	61,89	38,13	24,04	34,58	17,94
	23	41,59	22,50	17,94	35,44	65,72	63,78	69,69	61,89	49,63	27,56	32,88	17,94
	24	41,09	22,34	17,38	45,41	71,05	61,89	68,35	60,03	33,30	26,46	32,06	18,23
	25	41,09	22,18	17,11	56,42	66,37	65,07	61,89	62,52	34,15	25,92	29,27	17,66
	26	40,11	22,02	16,84	67,03	64,42	67,69	58,81	59,42	35,01	25,57	28,50	16,84
	27	39,15	21,86	16,57	81,79	58,21	65,07	71,05	51,28	34,15	24,52	29,66	16,84
	28	38,67	20,29	16,57	64,42	52,39	57,61	65,07	48,02	30,44	24,17	31,24	16,57
	29	37,73	19,99	16,57	48,02	44,39	57,61	63,15	45,92	29,66	23,83	29,66	15,52
	30	37,73		16,57	39,05	42,40	53,52	74,52	46,44	30,44	23,16	28,12	15,52
	31	37,73		16,57		45,92		63,15	45,92		22,18		16,57

mean	46,59	30,07	19,67	37,61	54,26	57,74	53,99	62,37	43,77	30,28	27,99	25,11
max.	59,03	40,60	25,57	81,79	77,38	78,10	74,52	79,56	60,03	40,94	48,02	38,59
min.	37,73	19,99	16,57	16,57	32,06	44,39	40,47	45,92	29,66	22,18	19,69	15,52

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1985	1	16,70	21,38	17,66	62,22	81,04	97,65	82,54	n.d.	n.d.	51,83	34,58	36,77
	2	16,84	22,37	16,57	78,16	73,12	100,19	81,04	n.d.	n.d.	51,28	34,15	35,01
	3	16,43	24,69	14,76	60,03	71,74	108,95	71,74	n.d.	n.d.	49,09	34,15	33,72
	4	16,04	22,37	14,26	48,11	96,82	106,00	71,74	n.d.	n.d.	48,02	30,44	33,30
	5	15,73	20,91	13,78	45,40	95,98	104,51	67,69	n.d.	n.d.	50,72	28,50	33,30
	6	15,43	24,00	13,20	76,00	141,32	102,77	76,66	n.d.	n.d.	51,83	37,22	33,30
	7	15,13	22,50	12,62	74,56	148,89	92,70	73,82	n.d.	n.d.	50,72	51,28	33,30
	8	14,76	22,04	12,07	55,54	179,28	95,98	90,29	n.d.	n.d.	53,52	52,39	33,30
	9	14,88	21,70	11,85	44,46	159,00	104,51	73,82	n.d.	n.d.	58,81	63,78	30,84
	10	14,76	21,38	11,01	67,70	140,25	82,54	86,36	n.d.	n.d.	61,89	73,12	28,50
	11	14,26	18,51	10,40	79,20	139,20	75,94	79,56	n.d.	n.d.	56,42	71,74	30,84
	12	14,06	17,25	9,91	80,76	156,72	73,12	81,04	n.d.	n.d.	55,25	98,49	31,24
	13	13,86	16,84	9,53	71,40	134,00	69,69	101,04	n.d.	n.d.	60,65	117,24	32,89
	14	13,66	16,04	9,16	76,22	129,92	66,37	116,30	n.d.	n.d.	66,37	121,06	31,25
	15	13,08	15,26	8,98	181,40	149,99	84,05	163,63	n.d.	n.d.	60,65	91,89	29,08
	16	12,40	15,13	8,62	135,54	170,74	95,16	139,20	n.d.	n.d.	54,10	67,69	27,75
	17	13,20	14,88	8,62	135,12	189,38	92,70	134,00	n.d.	n.d.	51,83	57,01	31,24
	18	12,85	13,66	8,98	117,75	219,00	90,29	105,39	n.d.	n.d.	50,17	51,83	26,28
	19	12,97	13,31	8,80	117,28	179,28	80,30	101,90	n.d.	n.d.	49,09	46,44	25,21
	20	13,08	13,31	8,62	118,21	148,89	86,36	108,05	n.d.	n.d.	48,02	44,39	24,52
	21	13,20	13,08	12,18	104,98	168,35	107,16	105,39	n.d.	n.d.	51,28	44,39	24,52
	22	12,97	12,85	18,47	100,66	159,00	136,06	105,39	n.d.	n.d.	51,83	48,02	24,17
	23	12,85	12,62	19,25	125,25	157,86	104,51	114,44	n.d.	n.d.	49,09	52,39	25,57
	24	12,85	12,40	19,39	133,28	153,33	84,05	127,92	n.d.	n.d.	45,92	48,02	25,21
	25	13,67	11,96	24,17	104,12	148,89	85,59	113,51	n.d.	n.d.	48,02	41,91	24,42
	26	14,81	11,85	27,57	124,27	156,72	81,79	111,67	n.d.	n.d.	46,96	39,05	23,62
	27	15,96	13,55	31,38	112,59	162,47	80,30	114,44	n.d.	n.d.	47,49	38,59	22,83
	28	17,11	14,27	43,05	98,92	130,93	73,82	98,49	n.d.	n.d.	40,47	38,59	22,83
	29	19,25		59,84	136,27	115,37	79,56	183,03	n.d.	n.d.	35,88	38,13	22,67
	30	24,36		41,93	107,18	106,27	95,98	154,70	n.d.	n.d.	35,44	37,67	22,83
	31	29,47		47,79		98,49		131,44	n.d.		35,01		23,16

mean	15,37	17,15	18,53	95,75	140,72	91,29	105,36	0,00	0,00	50,57	54,47	28,50
max.	29,47	24,69	59,84	181,40	219,00	136,06	183,03	0,00	0,00	66,37	121,06	36,77
min.	12,40	11,85	8,62	44,46	71,74	66,37	67,69	0,00	0,00	35,01	28,50	22,67

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1988	1	18,95	17,11	11,11	20,44	134,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	205,19	97,66	n.d.
	2	18,80	21,89	11,11	14,63	123,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	195,88	91,90	n.d.
	3	18,66	20,45	11,01	14,14	113,98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	251,44	88,71	n.d.
	4	18,51	16,97	10,90	13,34	117,25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	206,56	91,90	n.d.
	5	17,94	17,25	11,11	13,78	146,91	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	206,55	88,63	n.d.
	6	18,23	15,90	13,43	13,02	155,59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	272,10	85,37	n.d.
	7	18,23	15,52	14,14	16,92	162,53	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	212,73	82,10	n.d.
	8	20,25	14,88	12,07	19,13	231,20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	183,67	78,84	n.d.
	9	23,67	14,76	15,77	27,79	142,93	n.d.	n.d.	n.d.	130,93	156,72	74,18	n.d.
	10	23,34	14,51	16,44	25,44	171,97	n.d.	n.d.	n.d.	129,50	143,45	71,05	n.d.
	11	23,01	14,26	16,84	32,28	127,01	n.d.	n.d.	n.d.	152,78	131,44	70,21	n.d.
	12	22,34	14,26	21,23	33,94	110,76	n.d.	n.d.	n.d.	144,53	135,03	69,37	n.d.
	13	21,70	14,02	24,18	40,24	117,75	n.d.	71,74	n.d.	134,51	121,06	68,53	n.d.
	14	19,99	14,26	22,18	40,08	161,97	n.d.	n.d.	n.d.	138,70	151,16	67,69	n.d.
	15	18,37	14,27	23,00	38,59	164,80	n.d.	n.d.	n.d.	142,93	137,11	68,69	n.d.
	16	17,11	17,82	23,84	39,29	145,61	n.d.	n.d.	169,54	151,16	131,95	70,37	n.d.
	17	25,85	17,38	22,06	40,23	159,59	n.d.	n.d.	n.d.	129,50	186,89	67,36	n.d.
	18	34,59	16,84	25,04	151,69	145,07	n.d.	n.d.	n.d.	129,99	148,91	63,17	n.d.
	19	25,96	16,04	24,36	114,90	126,50	n.d.	n.d.	n.d.	140,32	128,92	62,74	n.d.
	20	20,60	15,77	26,10	103,22	121,06	n.d.	n.d.	n.d.	129,99	120,10	62,32	n.d.
	21	22,18	15,77	25,92	148,97	115,84	n.d.	n.d.	n.d.	139,79	108,06	61,89	n.d.
	22	23,00	14,51	27,95	173,82	113,51	n.d.	n.d.	n.d.	144,53	98,93	87,16	n.d.
	23	23,50	14,02	23,50	228,29	95,99	n.d.	n.d.	n.d.	156,15	95,99	81,04	n.d.
	24	26,12	10,54	22,51	108,87	91,91	n.d.	n.d.	n.d.	177,45	89,49	71,74	n.d.
	25	28,74	13,91	21,55	114,27	87,53	n.d.	180,53	n.d.	190,04	89,49	66,38	n.d.
	26	23,16	11,54	21,54	151,69	81,04	n.d.	n.d.	n.d.	196,54	92,70		n.d.
	27	24,18	11,96	23,16	198,61	78,10	n.d.	n.d.	n.d.	203,85	91,90		n.d.
	28	23,36	11,32	23,84	152,79	72,09	n.d.	n.d.	n.d.	199,85	87,14		n.d.
	29	26,11	11,11	23,68	166,58	67,69	n.d.	n.d.	n.d.	198,55	86,36		n.d.
	30	29,85		21,70	151,16	67,03	n.d.	n.d.	n.d.	202,50	87,92		n.d.
	31	31,04		22,51		79,94			n.d.		87,92		n.d.
mean		22,82	15,13	19,80	80,27	123,59	0,00	0,00	0,00	157,46	143,31	75,56	0,00
max.		34,59	21,89	27,95	228,29	231,20	0,00	180,53	169,54	203,85	272,10	97,66	0,00
min.		17,11	10,54	10,90	13,02	67,03	0,00	71,74	169,54	129,50	86,36	61,89	0,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1989	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	75,32	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	71,07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74,36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	77,66	n.d.	n.d.	104,85	n.d.	n.d.	n.d.
	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	80,95	n.d.	n.d.	89,11	n.d.	n.d.	n.d.
	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	84,25	n.d.	n.d.	69,71	n.d.	n.d.	n.d.
	7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	87,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	73,82	n.d.	81,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	9	n.d.	n.d.	n.d.	79,58	79,58	69,03	n.d.	83,30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	10	n.d.	n.d.	n.d.	115,45	66,38	73,03	n.d.	85,59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	11	n.d.	n.d.	n.d.	84,85	87,54	77,04	n.d.	82,16	n.d.	96,84	n.d.	n.d.
	12	n.d.	n.d.	n.d.	76,32	69,36	81,04	n.d.	86,51	n.d.	75,95	n.d.	n.d.
	13	n.d.	n.d.	n.d.	95,22	90,57	87,55	n.d.	90,86	n.d.	76,66	n.d.	n.d.
	14	n.d.	n.d.	n.d.	114,12	111,79	99,38	n.d.	95,21	n.d.	80,15	n.d.	n.d.
	15	n.d.	n.d.	n.d.	133,01	133,01	87,14	n.d.	83,69	n.d.	83,65	n.d.	n.d.
	16	n.d.	n.d.	n.d.	98,51	98,51	137,63	n.d.	73,82	n.d.	87,14	n.d.	n.d.
	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	104,42	124,31	n.d.	75,28	n.d.	80,31	n.d.	n.d.
	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	110,32	110,98	n.d.	78,84	n.d.	88,71	n.d.	n.d.
	19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	127,98	97,66	n.d.	76,24	n.d.	76,66	n.d.	n.d.
	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	114,95	76,66	n.d.	73,65	n.d.	77,68	n.d.	n.d.
	21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	101,92	n.d.	n.d.	71,05	n.d.	78,70	n.d.	n.d.
	22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	88,89	n.d.	n.d.	74,77	n.d.	79,72	n.d.	n.d.
	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	141,33	n.d.	n.d.	78,49	n.d.	80,74	n.d.	n.d.
	24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	150,00	n.d.	n.d.	82,54	n.d.	81,76	n.d.	n.d.
	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	116,80	n.d.	n.d.	69,37	n.d.	82,78	n.d.	n.d.
	26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	101,05	n.d.	n.d.	n.d.	79,57	83,81	n.d.	n.d.
	27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	101,34	n.d.	n.d.	n.d.	71,05	84,83	n.d.	65,72
	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	101,62	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	81,39	n.d.	93,52
	29	n.d.		n.d.	n.d.	101,90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	77,96	n.d.	60,65
	30	n.d.		n.d.	n.d.	119,62	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74,52	n.d.	64,83
	31	n.d.		n.d.		79,57			n.d.		80,38		69,01
mean		0,00	0,00	0,00	99,63	104,28	87,32	0,00	80,14	82,86	81,44	0,00	70,75
max.		0,00	0,00	0,00	133,01	150,00	137,63	0,00	95,21	104,85	96,84	0,00	93,52
min.		0,00	0,00	0,00	76,32	66,38	69,03	0,00	69,37	69,71	74,52	0,00	60,65

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1990	1	73,19	n.d.	67,36	107,89	83,80	58,26	63,17	139,78	167,17	n.d.	76,12	n.d.
	2	77,38	n.d.	74,52	101,72	151,16	97,75	83,69	135,03	142,93	n.d.	77,79	n.d.
	3	117,24	n.d.	77,02	135,03	159,73	67,69	68,60	168,35	174,99	n.d.	79,46	n.d.
	4	113,51	n.d.	78,16	150,56	139,78	72,37	73,43	145,61	180,80	n.d.	96,82	n.d.
	5	111,71	n.d.	110,81	119,67	74,74	71,22	102,04	118,02	186,89	n.d.	85,64	n.d.
	6	99,55	n.d.	80,20	113,68	69,47	73,43	108,52	206,55	162,53	n.d.	67,89	n.d.
	7	87,39	n.d.	59,18	107,69	64,48	71,22	89,72	174,99	174,44	n.d.	93,57	n.d.
	8	75,23	n.d.	133,00	101,70	68,52	73,62	64,48	137,10	180,80	n.d.	74,52	n.d.
	9	65,72	n.d.	61,27	95,71	75,38	77,80	63,16	145,61	168,35	n.d.	72,79	n.d.
	10	n.d.	n.d.	89,49	89,72	66,06	153,91	87,54	148,36	162,53	n.d.	62,85	n.d.
	11	n.d.	n.d.	126,28	96,82	74,74	164,14	61,47	151,10	144,53	n.d.	68,52	n.d.
	12	n.d.	n.d.	163,07	57,64	83,80	106,51	117,85	163,07	n.d.	n.d.	58,84	n.d.
	13	n.d.	n.d.	125,71	81,04	78,16	133,74	140,32	144,53	n.d.	n.d.	68,96	n.d.
	14	n.d.	n.d.	100,30	66,06	64,48	95,09	112,26	180,80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	15	n.d.	n.d.	125,07	56,73	57,64	125,20	127,44	170,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	16	n.d.	n.d.	150,62	59,74	165,41	78,32	106,51	170,79	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	17	n.d.	n.d.	58,88	56,13	147,79	93,57	69,47	168,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	18	n.d.	n.d.	171,77	68,52	164,14	65,47	57,95	171,36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	19	n.d.	n.d.	196,56	76,01	145,68	64,48	75,48	174,99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	20	n.d.	n.d.	188,14	91,88	161,21	91,11	93,01	169,43	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	21	n.d.	n.d.	183,04	99,25	168,62	73,82	110,55	145,61	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	22	n.d.	99,35	160,37	103,37	154,44	151,16	128,08	169,55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	23	n.d.	68,06	165,41	136,19	140,25	137,64	145,61	209,98	140,32	n.d.	n.d.	n.d.
	24	n.d.	67,61	152,25	136,06	141,85	82,54	119,94	220,41	162,53	n.d.	n.d.	n.d.
	25	n.d.	67,16	148,36	151,16	143,45	93,97	94,27	199,90	145,87	n.d.	n.d.	n.d.
	26	n.d.	66,71	135,54	169,43	151,71	93,16	68,60	192,61	144,53	n.d.	n.d.	n.d.
	27	n.d.	101,05	130,93	120,16	148,36	86,44	144,53	162,53	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	28	n.d.	67,69	126,33	135,03	174,44	74,36	156,44	174,44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	29	n.d.		121,72	122,52	142,93	65,74	168,35	168,62	n.d.	71,10	n.d.	n.d.
	30	n.d.		117,11	82,01	143,06	62,85	137,10	180,80	n.d.	72,78	n.d.	n.d.
	31	n.d.		112,50		158,54		144,53	156,98		74,45		n.d.

mean	91,21	76,80	122,29	102,97	121,41	91,89	102,71	166,66	162,61	72,78	75,67	0,00
max.	117,24	101,05	196,56	169,43	174,44	164,14	168,35	220,41	186,89	74,45	96,82	0,00
min.	65,72	66,71	58,88	56,13	57,64	58,26	57,95	118,02	140,32	71,10	58,84	0,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1991	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	83,80	67,89	71,76	87,54	189,56	n.d.	76,31	n.d.
	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	151,16	76,31	95,18	106,72	199,90	n.d.	79,95	n.d.
	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	130,52	78,59	101,96	84,53	149,44	n.d.	75,23	n.d.
	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	109,88	80,05	87,54	120,65	148,36	n.d.	78,87	n.d.
	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,24	71,46	89,89	114,44	156,78	n.d.	72,79	n.d.
	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	68,60	62,85	78,87	120,16	165,41	n.d.	73,82	n.d.
	7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	71,10	62,85	67,69	104,09	145,30	n.d.	75,23	n.d.
	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	93,14	61,27	102,38	93,97	60,96	n.d.	67,69	n.d.
	9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,64	62,54	95,70	113,06	100,23	n.d.	74,88	n.d.
	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	75,23	56,43	71,53	125,44	87,54	n.d.	78,47	n.d.
	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	82,16	59,64	97,65	110,82	n.d.	n.d.	64,42	n.d.
	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	62,85	106,72	91,51	n.d.	n.d.	59,43	n.d.
	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	64,48	103,23	110,82	n.d.	n.d.	89,49	n.d.
	14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	75,38	83,08	120,34	n.d.	95,58	n.d.	n.d.
	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	66,06	101,97	106,27	n.d.	93,93	n.d.	n.d.
	16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	98,07	91,51	93,16	n.d.	81,61	n.d.	n.d.
	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	92,30	91,91	115,84	n.d.	77,02	n.d.	n.d.
	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,25	106,51	106,51	n.d.	62,85	n.d.	n.d.
	19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	71,10	98,28	105,85	n.d.	85,25	n.d.	n.d.
	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	196,54	79,95	98,92	111,26	n.d.	96,82	n.d.	n.d.
	21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	207,23	82,16	119,18	97,88	n.d.	79,20	n.d.	n.d.
	22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	184,09	99,34	108,52	95,58	n.d.	79,95	n.d.	n.d.
	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	234,86	88,71	98,50	102,38	n.d.	98,50	n.d.	n.d.
	24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	223,99	83,69	106,72	109,43	n.d.	90,29	n.d.	n.d.
	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	97,88	106,27	91,51	109,43	n.d.	87,14	n.d.	n.d.
	26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	109,43	108,96	85,64	120,16	n.d.	93,57	n.d.	n.d.
	27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	113,98	100,21	63,16	145,87	n.d.	102,85	n.d.	n.d.
	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	107,22	76,96	71,10	163,10	n.d.	106,27	n.d.	n.d.
	29	n.d.		n.d.	n.d.	113,06	85,20	67,89	181,40	n.d.	88,32	n.d.	n.d.
	30	n.d.		n.d.	n.d.	89,89	110,34	69,12	156,98	n.d.	94,37	n.d.	n.d.
	31	n.d.		n.d.		78,89		58,26	140,32		89,10		n.d.

mean	0,00	0,00	0,00	0,00	121,63	79,24	89,74	115,02	140,35	89,06	73,09	0,00
max.	0,00	0,00	0,00	0,00	234,86	110,34	119,18	181,40	199,90	106,27	79,95	0,00
min.	0,00	0,00	0,00	0,00	68,60	56,43	58,26	84,53	60,96	62,85	59,43	0,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
1992	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	57,95	114,90	125,20	114,44	91,51	89,49	n.d.	
	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	61,36	115,37	134,04	108,60	83,69	83,69	n.d.	
	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	64,76	110,82	129,99	117,73	97,65	82,16	n.d.	
	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	68,17	122,52	121,10	107,16	89,49	81,79	n.d.	
	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	71,57	114,44	130,97	117,73	94,75	90,69	n.d.	
	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	56,42	74,98	102,41	148,89	118,19	89,10	81,42	n.d.
	7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	61,27	79,38	105,88	151,66	115,37	96,82	80,30	n.d.
	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	66,70	81,79	93,57	146,16	135,03	107,61	79,22	n.d.
	9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	62,54	80,76	97,71	148,36	136,06	93,99	71,46	n.d.
	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	58,26	74,88	111,26	135,03	136,06	89,89	80,30	n.d.
	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	71,10	65,74	93,97	135,54	140,25	89,10	85,25	n.d.
	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	78,14	66,06	78,16	135,03	183,67	91,49	89,49	n.d.
	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	83,30	60,34	86,04	135,54	182,41	104,21	82,16	n.d.
	14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	86,39	57,95	77,78	127,44	173,82	111,76	n.d.	n.d.
	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	99,89	71,42	82,16	124,95	142,03	118,19	n.d.	n.d.
	16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	86,39	83,69	85,64	117,73	192,61	126,93	n.d.	n.d.
	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,72	95,58	89,49	108,64	174,44	135,03	n.d.	n.d.
	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,64	89,50	136,59	137,64	127,44	131,55	n.d.	n.d.
	19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	81,42	81,79	121,17	128,45	111,26	137,64	n.d.	n.d.
	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76,31	89,89	115,37	139,80	101,96	135,03	n.d.	n.d.
	21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	82,54	86,39	106,27	146,16	89,10	125,94	n.d.	n.d.
	22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	118,35	83,40	105,83	158,43	82,92	115,37	n.d.	n.d.
	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	141,41	83,69	95,60	152,21	81,79	105,12	n.d.	n.d.
	24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	153,91	86,79	89,89	145,61	71,37	98,50	n.d.	n.d.
	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	177,59	97,65	93,57	138,70	60,96	156,15	n.d.	n.d.
	26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	171,13	124,95	92,30	135,03	61,92	145,61	n.d.	n.d.
	27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	120,65	122,52	102,41	145,07	55,54	139,24	n.d.	n.d.
	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	98,92	118,70	135,03	136,06	67,36	120,16	n.d.	n.d.
	29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	78,51	106,27	157,95	115,84	68,02	97,65	n.d.	n.d.
	30	n.d.		n.d.	n.d.	n.d.	71,10	99,78	167,76	122,52	71,74	89,49	n.d.	n.d.
	31	n.d.		n.d.			63,16		177,45	128,42		87,54		n.d.

mean	0,00	0,00	0,00	0,00	93,11	82,89	109,01	135,04	114,90	109,55	82,88	0,00
max.	0,00	0,00	0,00	0,00	177,59	124,95	177,45	158,43	192,61	156,15	90,69	0,00
min.	0,00	0,00	0,00	0,00	56,42	57,95	77,78	108,64	55,54	83,69	71,46	0,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1993	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	56,73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	62,85	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	67,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	75,95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	82,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	83,68	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	97,23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	91,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	97,65	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	102,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	100,64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	12	n.d.	56,43	n.d.	n.d.	110,82	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	13	n.d.	60,96	n.d.	n.d.	113,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	14	n.d.	65,48	n.d.	n.d.	110,38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	15	n.d.	74,52	n.d.	n.d.	107,61	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	16	n.d.	74,17	n.d.	n.d.	101,08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	17	n.d.	68,02	n.d.	n.d.	110,82	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	18	n.d.	61,58	n.d.	n.d.	115,84	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	19	n.d.	56,13	n.d.	n.d.	106,27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	20	n.d.	55,25	n.d.	n.d.	103,21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	99,35	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	92,33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	91,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	87,14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	81,79	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	82,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	79,57	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	29	n.d.		n.d.	n.d.	74,52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	30	n.d.		n.d.	n.d.	71,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	31	n.d.		n.d.			72,09		n.d.	n.d.		n.d.	n.d.

mean	0,00	63,62	0,00	0,00	90,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
max.	0,00	74,52	0,00	0,00	115,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
min.	0,00	55,25	0,00	0,00	56,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
1994	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	67,82	97,65	n.d.	106,27	97,65	65,55	n.d.	79,56	
	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	71,10	97,65	n.d.	106,27	96,82	63,41	n.d.	78,83	
	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74,52	97,65	n.d.	106,27	94,38	61,27	n.d.	78,59	
	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74,52	97,65	n.d.	106,27	91,94	61,27	n.d.	78,34	
	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74,52	97,65	n.d.	106,27	89,49	61,27	n.d.	78,10	
	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	78,16	97,65	n.d.	106,27	89,49	61,27	n.d.	78,10	
	7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	79,37	97,65	n.d.	106,27	89,49	n.d.	61,27	77,38	
	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	80,58	97,65	n.d.	106,27	85,59	n.d.	62,85	76,66	
	9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	81,79	106,27	n.d.	106,27	85,59	n.d.	64,42	76,30	
	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	81,79	106,27	n.d.	115,37	84,32	n.d.	67,69	75,94	
	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	83,69	103,40	n.d.	115,37	83,05	n.d.	67,69	75,59	
	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,59	100,53	n.d.	115,37	81,79	n.d.	67,69	75,23	
	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,49	97,65	n.d.	118,56	81,79	n.d.	67,69	74,52	
	14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,49	99,78	n.d.	121,75	81,79	n.d.	67,69	48,49	
	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,49	101,90	n.d.	124,95	81,04	n.d.	74,52	47,98	
	16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,49	99,78	n.d.	124,95	80,30	n.d.	76,31	47,47	
	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,49	97,65	n.d.	193,25	79,81	n.d.	78,10	38,98	
	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	78,10	97,65	100,53	n.d.	193,25	79,32	n.d.	78,83	30,50
	19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	79,56	97,65	103,40	n.d.	193,25	78,83	n.d.	79,32	22,02
	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	79,56	99,78	106,27	n.d.	193,25	78,10	n.d.	79,81	22,18
	21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	77,75	99,07	108,52	n.d.	193,25	78,10	n.d.	80,30	21,07
	22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	79,93	98,36	113,51	n.d.	193,25	75,94	n.d.	81,04	20,45
	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	80,05	97,65	111,67	n.d.	193,25	74,52	n.d.	135,03	20,29
	24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	80,18	99,78	106,27	n.d.	193,25	74,52	n.d.	135,03	n.d.
	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	80,30	104,09	106,27	n.d.	193,25	74,52	n.d.	135,03	n.d.
	26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	81,04	106,27	106,27	n.d.	193,25	74,52	n.d.	135,03	n.d.
	27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	71,15	67,69	106,27	n.d.	161,39	74,52	n.d.	135,03	n.d.
	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	61,27	77,67	106,27	n.d.	129,52	72,09	n.d.	135,03	n.d.
	29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	61,27	87,66	108,52	n.d.	97,65	67,69	n.d.	81,04	n.d.
	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	64,55	97,65	111,67	n.d.	97,65	67,69	n.d.	80,30	n.d.
	31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	97,65	n.d.	n.d.	97,65	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

mean	0,00	0,00	0,00	74,98	87,40	103,00	0,00	139,01	81,49	62,34	88,61	57,50
max.	0,00	0,00	0,00	81,04	106,27	113,51	0,00	193,25	97,65	65,55	135,03	79,56
min.	0,00	0,00	0,00	61,27	67,69	97,65	0,00	97,65	67,69	61,27	61,27	20,29

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
1995	1	n.d.	85,64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.							
	2	n.d.	64,48	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.							
	3	n.d.	71,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.							
	4	n.d.	85,64	64,89	64,89	n.d.	n.d.							
	5	n.d.	74,52	85,64	97,88	64,48	n.d.							
	6	n.d.	93,57	71,10	101,96	n.d.	78,16	n.d.						
	7	n.d.	85,64	67,69	110,82	n.d.	101,96	n.d.						
	8	n.d.	120,16	67,74	129,99	n.d.	58,26	n.d.						
	9	n.d.	85,64	67,79	101,96	n.d.	71,46	n.d.						
	10	n.d.	71,10	67,84	120,16	n.d.	80,30	n.d.						
	11	n.d.	85,64	67,89	101,96	n.d.	85,25	n.d.						
	12	n.d.	93,57	72,33	140,32	n.d.	89,49	n.d.						
	13	n.d.	101,96	76,77	120,16	n.d.	82,16	n.d.						
	14	n.d.	106,27	81,20	97,88	n.d.	89,49	n.d.						
	15	n.d.	85,64	78,16	n.d.	82,16	n.d.							
	16	n.d.	89,49	64,89	n.d.	81,66	n.d.							
	17	n.d.	85,64	67,89	n.d.	81,16	n.d.							
	18	n.d.	85,04	58,26	n.d.	80,66	n.d.							
	19	n.d.	84,43	64,48	n.d.	80,16	n.d.							
	20	n.d.	83,83	64,89	n.d.	79,66	n.d.							
	21	n.d.	83,22	n.d.	n.d.	79,16	n.d.							
	22	n.d.	82,61	n.d.	n.d.	78,66	n.d.							
	23	n.d.	82,01	n.d.	78,16	78,16	n.d.							
	24	n.d.	93,57	n.d.	64,48	89,72	n.d.							
	25	n.d.	n.d.	n.d.	85,64	64,89	n.d.							
	26	n.d.	n.d.	n.d.	71,10	74,74	n.d.							
	27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.							
	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.							
	29	n.d.	85,64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.						
	30	n.d.	64,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.						
	31	n.d.	75,26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.						

mean	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89,11	78,22	92,61	77,02	79,63	0,00
max.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,16	93,57	140,32	97,88	101,96	0,00
min.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,89	64,48	58,26	64,48	58,26	0,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
1996	1	n.d.	n.d.	n.d.	55,25	56,73	78,16	58,26	n.d.	120,16	58,26	n.d.	n.d.	
	2	n.d.	n.d.	n.d.	59,86	62,85	72,79	78,16	n.d.	127,44	64,89	n.d.	n.d.	
	3	n.d.	n.d.	n.d.	64,48	67,69	67,69	101,96	n.d.	117,73	85,64	n.d.	n.d.	
	4	n.d.	64,89	n.d.	78,16	82,16	62,85	85,64	n.d.	107,16	n.d.	n.d.	n.d.	
	5	n.d.	85,64	n.d.	93,57	83,30	56,73	64,89	n.d.	117,73	n.d.	n.d.	n.d.	
	6	n.d.	101,96	n.d.	101,96	93,16	59,74	106,51	n.d.	118,19	n.d.	n.d.	n.d.	
	7	n.d.	110,82	n.d.	120,16	91,10	67,74	86,09	n.d.	115,37	n.d.	n.d.	n.d.	
	8	n.d.	129,99	n.d.	164,14	93,57	71,10	72,37	n.d.	135,03	n.d.	n.d.	n.d.	
	9	n.d.	101,96	n.d.	242,38	97,71	71,10	93,57	n.d.	136,06	n.d.	n.d.	n.d.	
	10	n.d.	120,16	n.d.	211,19	100,64	58,26	82,16	n.d.	124,85	n.d.	n.d.	n.d.	
	11	n.d.	101,96	n.d.	180,00	110,82	55,25	89,49	n.d.	113,64	n.d.	n.d.	n.d.	
	12	56,73	140,32	n.d.	148,82	113,06	n.d.	121,17	140,32	102,43	n.d.	n.d.	n.d.	
	13	57,02	120,16	n.d.	117,63	106,09	n.d.	136,59	127,44	136,06	n.d.	n.d.	n.d.	
	14	55,54	101,96	n.d.	96,44	107,61	n.d.	97,88	124,95	136,06	n.d.	n.d.	n.d.	
	15	n.d.	78,16	n.d.	55,25	82,67	n.d.	111,29	117,73	140,25	n.d.	n.d.	n.d.	
	16	n.d.	74,52	n.d.	67,69	99,78	n.d.	106,51	108,64	182,41	n.d.	n.d.	n.d.	
	17	n.d.	82,01	n.d.	110,82	n.d.	110,82	n.d.	85,64	127,44	193,91	n.d.	58,26	n.d.
	18	n.d.	71,10	n.d.	n.d.	115,84	n.d.	78,16	137,64	192,61	n.d.	67,69	n.d.	n.d.
	19	n.d.	64,48	n.d.	n.d.	106,27	n.d.	85,67	127,44	174,44	61,47	78,59	n.d.	n.d.
	20	n.d.	64,89	n.d.	n.d.	103,21	n.d.	72,77	139,80	127,44	85,64	89,49	n.d.	n.d.
	21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	99,35	56,73	78,16	146,16	111,26	71,10	83,69	n.d.	n.d.
	22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	92,33	64,48	89,49	158,43	101,96	58,26	82,16	n.d.	n.d.
	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,49	82,01	106,51	152,21	89,10	56,13	81,79	n.d.	n.d.
	24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	91,10	78,16	129,99	145,61	72,37	56,03	90,69	n.d.	n.d.
	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	87,14	64,48	n.d.	138,70	81,79	55,93	81,42	n.d.	n.d.
	26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	91,51	55,25	n.d.	135,03	73,34	55,84	78,49	n.d.	n.d.
	27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	93,57	55,85	n.d.	145,07	64,89	55,74	79,22	n.d.	n.d.
	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	110,82	56,45	n.d.	136,06	94,03	55,64	71,46	n.d.	n.d.
	29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	96,27	57,06	n.d.	109,71	82,01	55,54	85,25	n.d.	n.d.
	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	93,57	57,66	n.d.	140,32	61,47	62,95	89,49	n.d.	n.d.
	31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	95,58	n.d.	n.d.	143,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
mean	56,43	95,00	0,00	115,44	94,38	1349,51	92,45	135,09	118,37	62,60	79,83	0,00	0,00	
max.	57,02	140,32	0,00	242,38	115,84	82,01	136,59	158,43	193,91	85,64	90,69	0,00	0,00	
min.	55,54	64,48	0,00	55,25	56,73	55,25	58,26	108,64	61,47	55,54	58,26	0,00	0,00	

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1997	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	56,73	87,14	64,89	125,20	n.d.	n.d.	67,89	120,16
	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	62,85	85,64	55,54	136,69	n.d.	n.d.	102,43	115,37
	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	67,69	97,65	71,10	121,10	n.d.	n.d.	89,72	106,27
	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	75,95	98,92	85,64	98,15	n.d.	n.d.	164,14	101,96
	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	82,16	71,10	64,48	109,09	n.d.	n.d.	149,58	64,48
	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	83,68	55,25	64,89	120,03	n.d.	n.d.	135,03	55,25
	7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	97,23	n.d.	85,64	130,97	n.d.	n.d.	64,89	227,63
	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	91,10	n.d.	93,57	139,93	n.d.	n.d.	108,52	64,48
	9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	97,65	n.d.	85,64	148,89	n.d.	n.d.	107,39	124,95
	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	102,77	n.d.	61,47	142,22	n.d.	n.d.	106,27	82,01
	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	100,64	n.d.	n.d.	135,54	n.d.	n.d.	108,55	164,14
	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	110,82	n.d.	n.d.	130,25	n.d.	n.d.	110,82	108,41
	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	115,84	n.d.	n.d.	124,95	n.d.	n.d.	90,09	235,16
	14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	101,08	n.d.	n.d.	68,52	n.d.	n.d.	69,37	140,83
	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,89	n.d.	n.d.	117,73	n.d.	n.d.	59,84	250,21
	16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	104,09	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	129,99	117,85
	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	87,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	112,26	87,54
	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	122,52	83,69
	19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	58,26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	106,51	93,57
	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	72,37	55,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,64	115,61
	21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	64,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	69,37	101,96
	22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	120,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,64	97,65
	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	136,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	89,72	106,27
	24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	91,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	67,89	129,99
	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	93,57	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	159,10	92,62
	26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	83,69	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	151,69	55,25
	27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	78,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	227,63	61,47
	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74,88	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	250,21	83,69
	29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	66,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	213,48	113,06
	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	106,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	227,63	108,52
	31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	115,61
mean	0,00	0,00	0,00	89,80	85,81	82,62	73,29	123,28	0,00	0,00	121,13	113,73	0,00
max.	0,00	0,00	0,00	136,06	115,84	98,92	93,57	148,89	0,00	0,00	250,21	250,21	0,00
min.	0,00	0,00	0,00	64,89	55,54	55,25	55,54	68,52	0,00	0,00	59,84	55,25	0,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1998	1	58,26	64,89	n.d.	n.d.	115,61	n.d.	63,92	180,89	58,26	n.d.	162,53	n.d.
	2	71,10	67,89	n.d.	n.d.	89,72	n.d.	56,73	141,09	67,89	n.d.	162,53	n.d.
	3	66,16	63,08	n.d.	n.d.	67,89	n.d.	64,48	101,28	82,01	n.d.	140,32	n.d.
	4	83,69	58,26	n.d.	n.d.	55,25	n.d.	81,79	61,47	140,32	n.d.	156,72	n.d.
	5	77,42	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	82,01	82,01	56,73	n.d.	186,89	n.d.
	6	71,15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	61,47	79,46	58,26	n.d.	140,32	n.d.
	7	64,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	58,26	125,20	78,16	n.d.	93,57	n.d.
	8	56,73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	82,01	135,28	85,64	n.d.	85,64	n.d.
	9	61,47	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74,74	94,03	64,48	n.d.	67,89	n.d.
	10	64,48	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	58,26	85,64	61,47	n.d.	55,25	n.d.
	11	87,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	64,89	61,47	129,99	n.d.	58,26	n.d.
	12	55,25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	66,06	67,89	85,64	n.d.	74,74	n.d.
	13	101,96	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	61,47	83,69	68,52	93,57	n.d.	n.d.	n.d.
	14	106,27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	59,84	n.d.	71,10	64,48	74,52	n.d.	n.d.
	15	106,27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	93,57	56,73	64,48	n.d.	n.d.
	16	64,48	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	56,73	99,78	72,37	58,26	n.d.	n.d.	n.d.
	17	129,99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	58,26	110,82	162,53	71,10	n.d.	n.d.	n.d.
	18	174,44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	66,06	129,99	148,36	93,57	n.d.	n.d.	n.d.
	19	257,73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	58,84	140,32	64,48	120,16	n.d.	n.d.	n.d.
	20	273,68	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	55,25	142,93	63,15	93,57	n.d.	n.d.	n.d.
	21	274,31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	55,63	151,89	67,89	78,16	n.d.	n.d.	n.d.
	22	220,70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	56,00	137,64	68,52	71,10	n.d.	n.d.	n.d.
	23	206,83	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	56,38	115,61	55,25	56,73	n.d.	n.d.	n.d.
	24	186,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	56,76	151,89	299,99	71,10	n.d.	n.d.	n.d.
	25	82,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	57,13	206,83	282,13	55,25	n.d.	n.d.	n.d.
	26	115,61	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	57,51	199,90	325,33	64,48	n.d.	n.d.	n.d.
	27	91,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	57,88	106,51	213,48	68,52	n.d.	n.d.	n.d.
	28	74,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	58,26	140,32	125,20	55,25	n.d.	n.d.	n.d.
	29	57,34		58,26	n.d.	n.d.	78,59	186,89	174,99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	30	97,88		64,89	n.d.	n.d.	71,10	235,16	273,68	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	31	101,96		68,52		n.d.		220,70	191,96		n.d.		n.d.

mean	114,28	63,53	63,89	0,00	74,96	60,02	114,18	128,86	77,09	0,00	115,39	0,00
max.	274,31	67,89	68,52	0,00	115,61	78,59	235,16	325,33	140,32	0,00	186,89	0,00
min.	55,25	58,26	58,26	0,00	55,25	55,25	56,73	55,25	55,25	0,00	55,25	0,00

YEAR	DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1999	1	n.d.	n.d.	40,99	55,75	58,26	87,14	58,26	85,64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	2	n.d.	n.d.	56,73	56,25	74,74	85,64	74,52	64,48	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	3	n.d.	n.d.	71,10	56,75	56,73	89,89	56,73	47,41	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	4	n.d.	n.d.	85,64	57,26	57,23	97,65	82,01	85,64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	5	n.d.	n.d.	89,49	57,76	57,73	98,92	115,61	74,52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	6	n.d.	n.d.	89,72	58,26	58,23	106,27	140,32	71,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	7	n.d.	n.d.	71,10	67,89	58,74	104,51	90,10	67,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	8	n.d.	n.d.	89,49	82,01	59,24	100,62	93,57	67,76	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	9	n.d.	n.d.	93,57	111,30	59,74	110,82	74,52	67,82	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	10	n.d.	n.d.	106,27	85,64	78,16	114,90	80,76	67,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	11	n.d.	n.d.	120,16	64,48	101,96	117,73	64,48	71,44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	12	n.d.	n.d.	140,32	55,25	106,27	129,99	74,74	74,99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	13	n.d.	n.d.	120,16	67,89	125,20	129,99	93,57	78,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	14	n.d.	n.d.	89,72	89,72	151,16	113,06	110,82	82,09	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	15	n.d.	n.d.	71,10	96,32	186,89	115,37	89,49	85,64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	16	n.d.	n.d.	55,25	135,03	213,48	108,52	106,51	89,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	17	n.d.	n.d.	67,89	195,79	214,06	106,27	120,16	85,64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	18	n.d.	n.d.	78,16	186,89	107,22	103,65	93,57	86,28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	19	n.d.	n.d.	87,54	162,53	85,64	98,50	101,96	86,93	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	20	n.d.	n.d.	97,88	180,80	n.d.	96,40	85,64	87,57	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	21	n.d.	n.d.	93,57	227,63	n.d.	89,89	93,57	88,21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	22	n.d.	15,40	101,96	193,54	n.d.	78,16	97,88	88,85	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	23	n.d.	20,44	91,23	140,32	n.d.	72,79	107,22	89,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	24	n.d.	58,26	71,10	111,30	n.d.	69,37	89,72	97,65	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	25	n.d.	64,89	58,26	82,01	n.d.	66,06	93,57	101,96	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	26	n.d.	21,89	64,48	55,25	n.d.	61,27	110,82	120,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	27	n.d.	28,93	74,74	71,10	n.d.	56,73	97,88	129,99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	28	n.d.	25,25	93,57	85,64	n.d.	57,11	74,74	142,93	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	29	n.d.		94,03	101,96	n.d.	57,49	58,26	107,22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	30	n.d.		64,48	115,61	n.d.	57,88	55,25	129,99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	31	n.d.		55,25		n.d.		78,16	151,16		n.d.		n.d.

mean	0,00	33,58	83,39	103,59	100,56	92,75	89,17	89,55	0,00	0,00	0,00	0,00
max.	0,00	64,89	140,32	227,63	214,06	129,99	140,32	151,16	0,00	0,00	0,00	0,00
min.	0,00	15,40	40,99	55,25	56,73	56,73	55,25	47,41	0,00	0,00	0,00	0,00

6.2 Ergebnisse Hydraulik

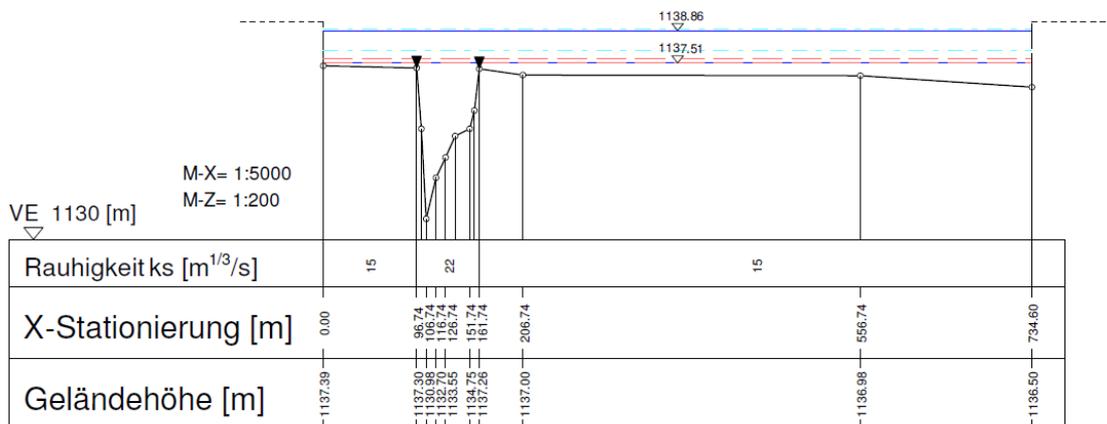
6.2.1 Darstellung Querprofile

In diesem Kapitel sind die in dieser Arbeit berechneten Querprofile mit den dazugehörigen Wasserspiegellagen für HQ₂₅ und HQ₅₀ dargestellt. In Kapitel 6.2.2 sind die zugehörigen tabellarischen Ergebnisse zu den Querprofilen aufgelistet

Projektfile :	Nzoia River.wsp
Projekttitel :	Masterarbeit Findenig
Gewässer:	Nzoia River
Profilname:	Talprofil

Profil-Nr. 1, km 10

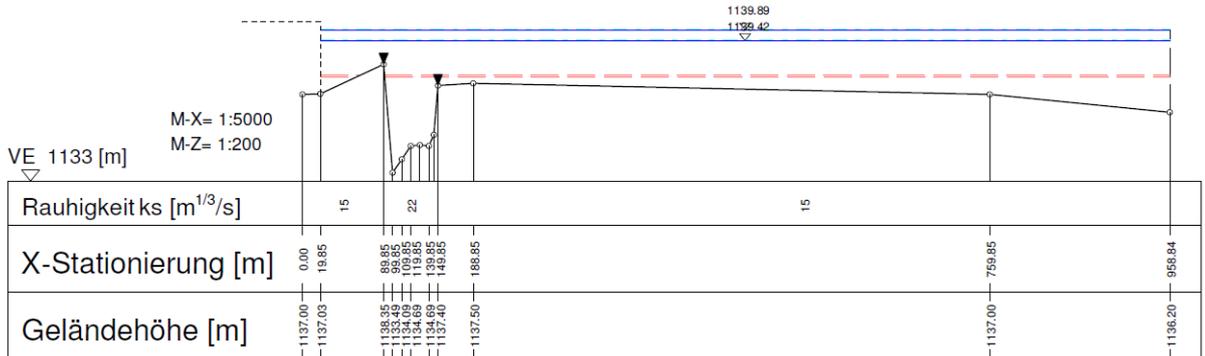
Q-Bez.	Q [m ³ /s]	W [m]
HQ50	1360	1138.86
HQ25	1100	1137.51



Projektfile : Nzoia River.wsp
 Projekttitel : Masterarbeit Findenig
 Gewässer: Nzoia River
 Profilname: Talprofil

Profil-Nr. 2, km 12.75

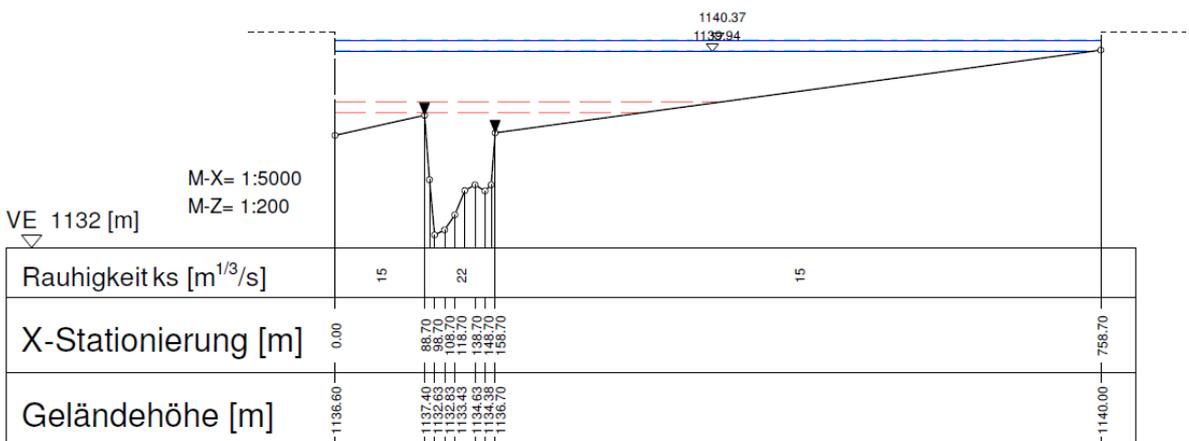
Q-Bez.	Q [m ³ /s]	W [m]
HQ50	1360	1139.89
HQ25	1100	1139.42



Projektfile : Nzoia River.wsp
 Projekttitel : Masterarbeit Findenig
 Gewässer: Nzoia River
 Profilname: Talprofil

Profil-Nr. 3, km 14.5

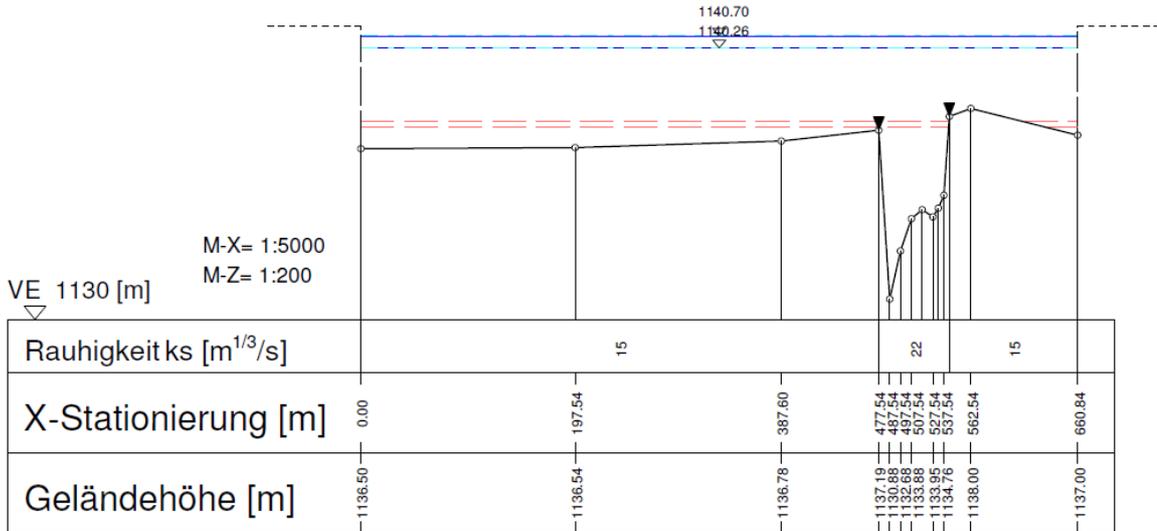
Q-Bez.	Q [m ³ /s]	W [m]
HQ50	1360	1140.37
HQ25	1100	1139.94



Projektfile :	Nzoia River.wsp
Projekttitle :	Masterarbeit Findenig
Gewässer :	Nzoia River
Profilname :	Talprofil

Profil-Nr. 4, km 16

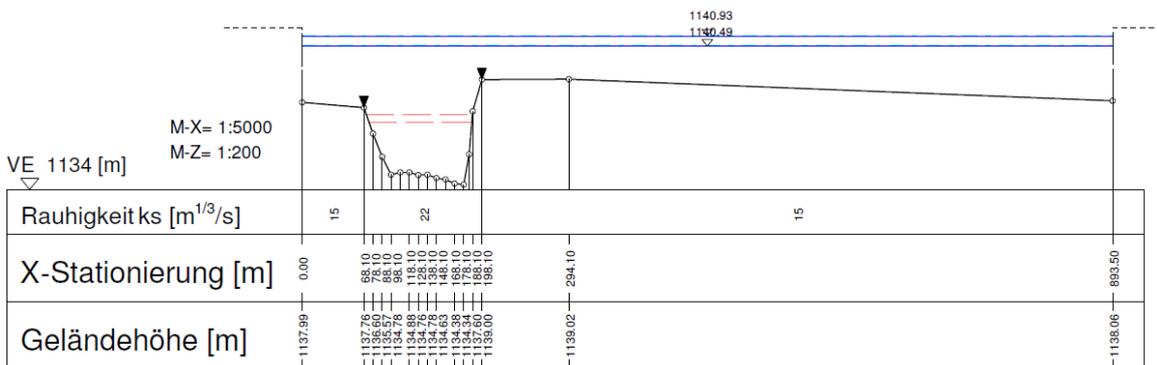
Q-Bez.	Q [m3/s]	W [m]
HQ50	1360	1140.70
HQ25	1100	1140.26



Projektfile :	Nzoia River.wsp
Projekttitle :	Masterarbeit Findenig
Gewässer :	Nzoia River
Profilname :	Talprofil

Profil-Nr. 5, km 17.5

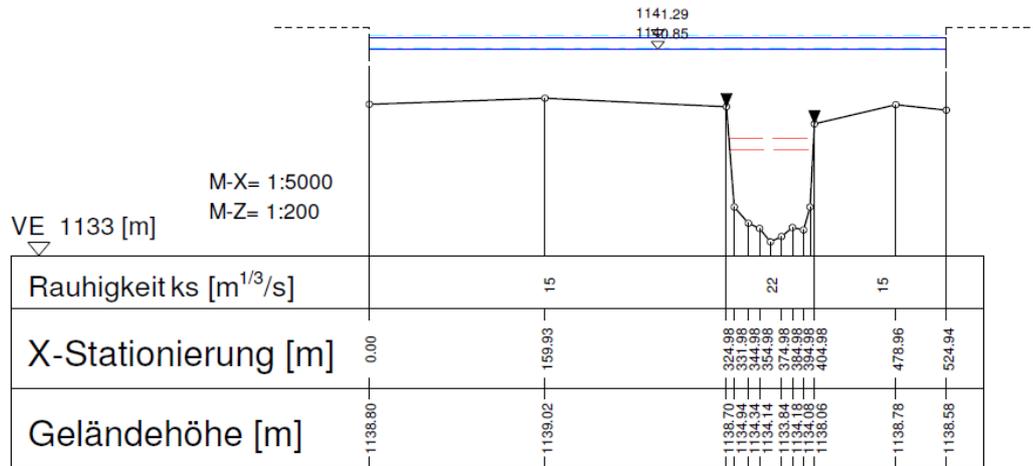
Q-Bez.	Q [m3/s]	W [m]
HQ50	1360	1140.93
HQ25	1100	1140.49



Projektfile :	Nzoia River.wsp
Projektitel :	Masterarbeit Findenig
Gewässer:	Nzoia River
Profilname:	Talprofil

Profil-Nr. 6, km 19

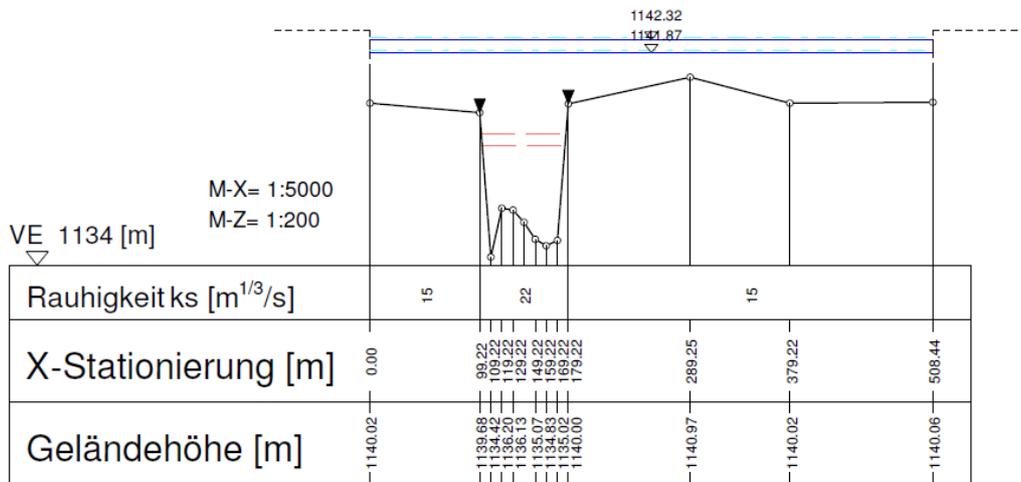
Q-Bez.	Q [m3/s]	W [m]
HQ50	1360	1141.29
HQ25	1100	1140.85



Projektfile :	Nzoia River.wsp
Projektitel :	Masterarbeit Findenig
Gewässer:	Nzoia River
Profilname:	Talprofil

Profil-Nr. 7, km 21.5

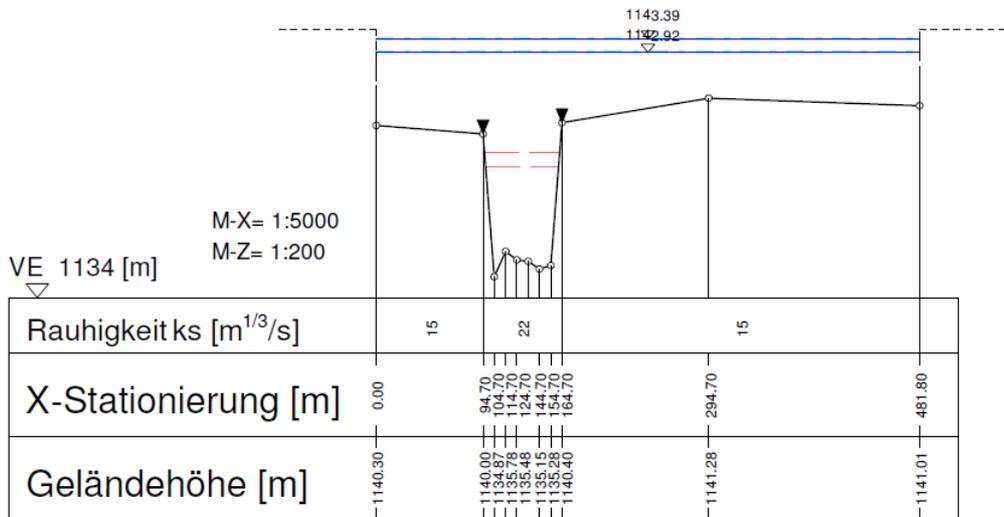
Q-Bez.	Q [m3/s]	W [m]
HQ50	1360	1142.32
HQ25	1100	1141.87



Projektfile : Nzoia River.wsp
 Projekttitel : Masterarbeit Findenig
 Gewässer: Nzoia River
 Profilname: Talprofil

Profil-Nr. 8, km 24

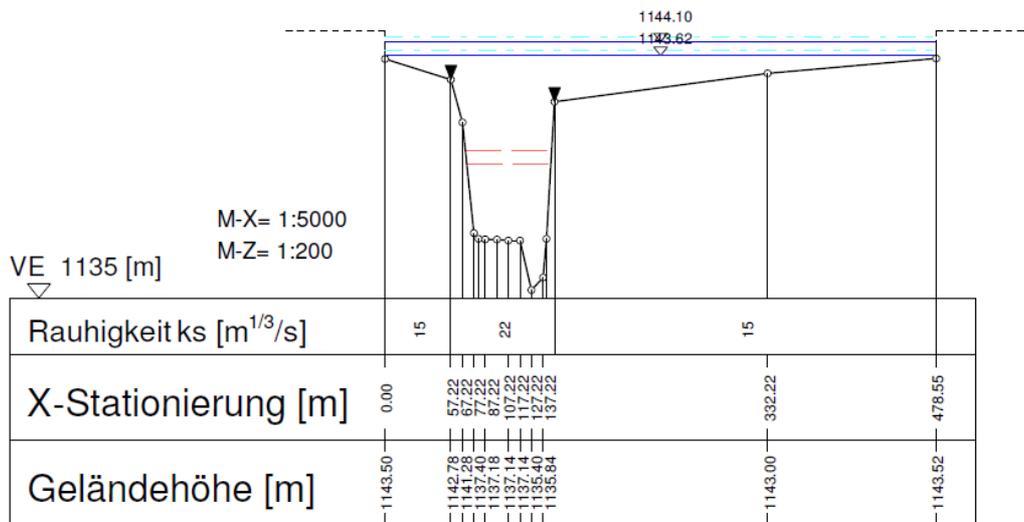
Q-Bez.	Q [m ³ /s]	W [m]
HQ50	1360	1143.39
HQ25	1100	1142.92



Projektfile : Nzoia River.wsp
 Projekttitle : Masterarbeit Findenig
 Gewässer: Nzoia River
 Profilname: Talprofil

Profil-Nr. 9, km 25.5

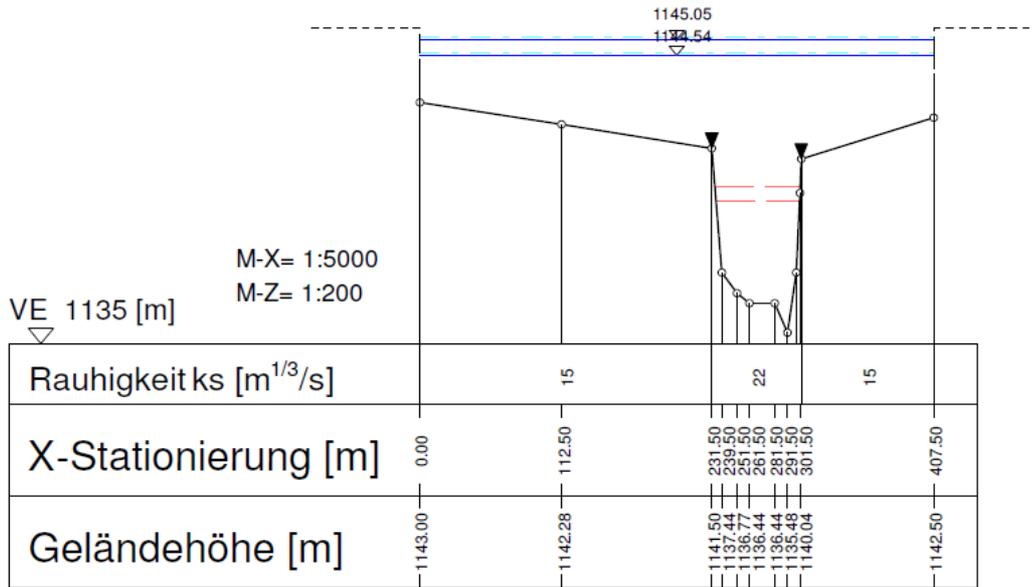
Q-Bez.	Q [m ³ /s]	W [m]
HQ50	1360	1144.10
HQ25	1100	1143.62



Projektfile : Nzoia River.wsp
 Projekttitel : Masterarbeit Findenig
 Gewässer: Nzoia River
 Profilname: Talprofil

Profil-Nr. 10, km 27.5

Q-Bez.	Q [m3/s]	W [m]
HQ50	1360	1145.05
HQ25	1100	1144.54



6.2.2 Tabellarische Ergebnisse

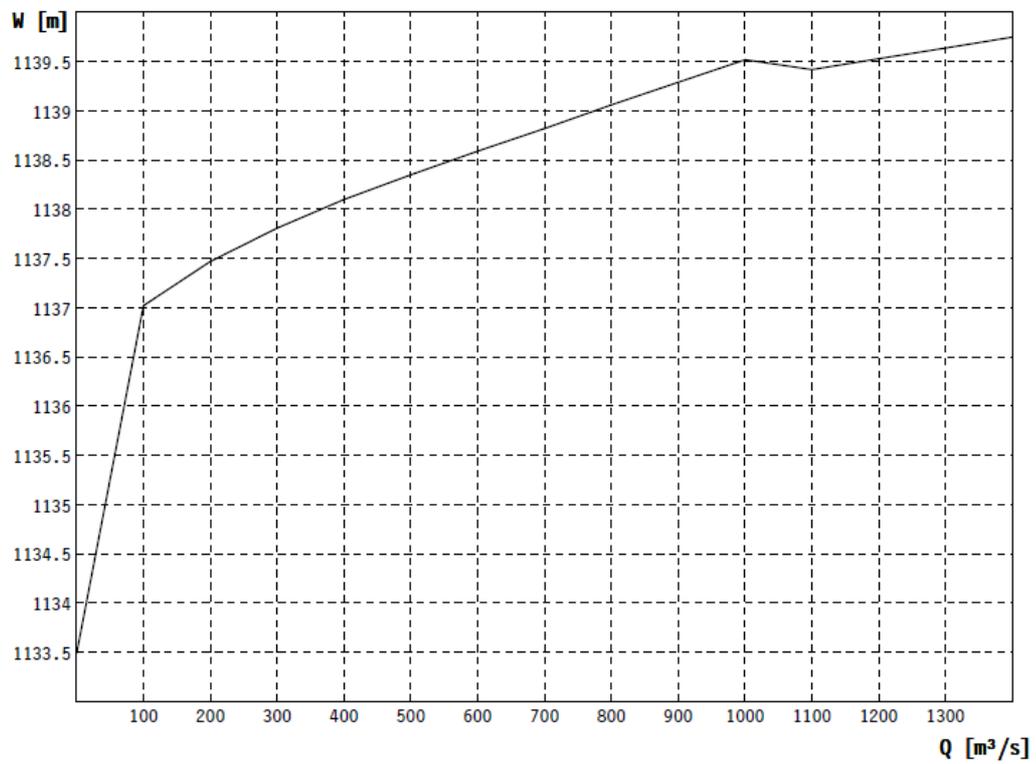
Berechnung für Strömen und Schießen													
Nummer	W[m]	He[m]	v-li	v-m	A-li	Q[m3/s]	Q-li	R[m]	t[m]	Ie	Fr-ges	S-m	X-li
Km	Pro-Int	Wgr[m]	v-fl	[m/s]	A-fl	gesamt	Q-fl	U[m]	max.	[o/oo]	Fr-fl	[N/m2]	X-re
Bezeichnung	o/i/tgr	dW[m]	v-re	v2/2g	A-re	A[m2]	Q-re			ks-fl	Alpha		Wsp-B
1	1138.86	1138.94	0.55	0.86	146.8	1360	81.25	2.1	1.56	0.8	0.3	11.9	0.00
10		1137.71	1.74		315.3		547.7	738.5	7.88		0.3	38	734.60
Talprofil		0.00	0.66	0.07	1110.7	1573.0	731.1		2.36	0	2.0	15.2	734.60
2	1139.89	1139.91	0.37	0.50	154.5	1360	57.37	2.9	2.89	0.2	0.1	4.9	19.85
12.75		1137.85	0.95		303.1		289.3	940.7	6.4		0.1	11.2	958.84
Talprofil		1.03	0.45	0.02	2262.5	2720.8	1013.4		3.69	0	1.4	6.2	938.99
3	1140.37	1140.42	0.63	0.70	298.4	1360	187.2	2.5	3.77	0.4	0.2	12.1	0.00
14.5		1137.91	1.41		438.6		618.8	764.2	7.74		0.2	22.6	758.70
Talprofil		0.48	0.46	0.05	1208.4	1945.6	553.9		3.67	0	2.1	7.3	758.70
4	1140.70	1140.71	0.43	0.50	1925.3	1360	830.2	4.1	4.2	0.1	0.1	5.1	0.00
16		1137.50	0.88		448.6		396.4	668.0	9.82		0.1	8.8	660.84
Talprofil		0.33	0.36	0.02	371.0	2745.6	133.4		3.7	0	1.4	4	660.84
5	1140.93	1140.96	0.42	0.53	208.0	1360	88.06	2.8	3.17	0.2	0.1	5.7	0.00
17.5		1137.46	0.95		722.4		684.9	897.3	6.59		0.1	10.4	893.50
Talprofil		0.23	0.36	0.03	1616.3	2547.5	587		2.87	0	1.8	4.3	893.50
6	1141.29	1141.36	0.50	0.82	781.3	1360	392.1	3.1	2.59	0.4	0.2	8.3	0.00
19		1137.53	1.45		541.9		786	529.6	7.65		0.2	23.4	524.94
Talprofil		0.36	0.55	0.07	332.2	1655.6	182		3.23	0	2.0	9.5	524.94
7	1142.32	1142.42	0.61	0.96	244.8	1360	148.3	2.8	2.64	0.5	0.3	12.2	0.00
21.5		1138.90	1.67		513.5		857.8	513.4	7.9		0.2	31.8	508.44
Talprofil		1.03	0.54	0.10	659.8	1418.3	353.9		2.32	0	2.0	9.9	508.44
8	1143.39	1143.47	0.61	0.86	307.0	1360	186.9	3.2	3.39	0.4	0.2	11.4	0.00
24		1139.32	1.54		515.5		794	487.4	8.52		0.2	25.9	481.80
Talprofil		1.07	0.50	0.08	752.0	1574.7	379.1		2.99	0	2.0	8.3	481.80
9	1144.10	1144.27	0.40	1.31	55.0	1360	21.85	2.2	1.32	0.7	0.4	7.1	0.00
25.5		1140.30	2.00		562.8		1126.7	481.9	8.7		0.3	46	478.55
Talprofil		0.71	0.50	0.17	419.5	1037.4	211.5		2.1	0	2.0	9.3	478.55
10	1145.05	1145.13	0.51	0.87	647.3	1360	331.5	3.8	3.55	0.3	0.2	8	0.00
27.5		1140.26	1.47		571.1		841.6	412.4	9.57		0.2	23.1	407.50
Talprofil		0.95	0.55	0.07	338.7	1557.1	186.8		3.9	0	1.9	9.3	407.50
1	1137.51	1138.03	0.33	1.90	15.9	1100	5.257	0.8	0.21	5.4	1.1	8.7	0.00
10		1137.51	3.64		227.4		828.7	737.2	6.53		0.6	187	734.60
Talprofil	tgr	0.00	0.79	0.52	335.5	578.8	266.1		1.01	0	2.8	31.2	734.60
2	1139.42	1139.43	0.34	0.48	120.9	1100	41.07	2.4	2.42	0.3	0.1	4.4	19.85
12.75		1137.76	0.96		274.4		262.6	940.7	5.93		0.1	11.6	958.84
Talprofil		1.91	0.42	0.02	1875.2	2271.1	796.4		3.22	0	1.5	5.9	938.99
3	1139.94	1139.99	0.59	0.68	260.7	1100	152.9	2.2	3.34	0.4	0.2	11	0.00
14.5		1137.53	1.37		408.9		561.3	752.8	7.31		0.2	21.9	747.82
Talprofil		0.52	0.40	0.05	954.2	1624.2	385.8		3.24	0	2.3	6.1	747.82
4	1140.26	1140.27	0.38	0.45	1715.4	1100	658.7	3.7	3.76	0.1	0.1	4.2	0.00
16		1137.30	0.81		420.0		341.4	667.5	9.38		0.1	7.6	660.84
Talprofil		0.32	0.31	0.02	319.0	2454.8	99.91		3.26	0	1.5	3.2	660.84

Berechnung für Strömen und Schießen													
Nummer	W[m]	He[m]	v-li	v-m	A-li	Q[m3/s]	Q-li	R[m]	t[m]	Ie	Fr-ges	S-m	X-li
Km	Pro-Int	Wgr[m]	v-fl	[m/s]	A-fl	gesamt	Q-fl	U[m]	max.	[o/oo]	Fr-fl	[N/m2]	X-re
Bezeichnung	o/i/tgr	dW[m]	v-re	v2/2g	A-re	A[m2]	Q-re			ks-fl	Alpha		Wsp-B
5	1140.49	1140.51	0.39	0.51	177.8	1100	69.5	2.4	2.73	0.2	0.1	5.1	0.00
17.5		1137.11	0.92		664.9		608.5	896.8	6.15		0.1	9.9	893.50
Talprofil		0.23	0.32	0.03	1308.4	2151.7	422		2.43	0	2.0	3.7	893.50
6	1140.85	1140.91	0.43	0.77	638.7	1100	275.4	2.7	2.15	0.3	0.2	6.5	0.00
19		1137.11	1.36		506.8		690.2	529.2	7.21		0.2	21.1	524.94
Talprofil		0.36	0.48	0.06	279.5	1425.2	134.4		2.79	0	2.1	7.7	524.94
7	1141.87	1141.96	0.53	0.93	199.6	1100	106.2	2.3	2.19	0.5	0.3	10	0.00
21.5		1138.46	1.60		477.0		761.4	513.0	7.45		0.2	29.8	508.44
Talprofil		1.02	0.46	0.09	509.8	1186.6	232.3		1.87	0	2.1	7.7	508.44
8	1142.92	1142.99	0.54	0.82	262.7	1100	142.1	2.8	2.92	0.3	0.2	9.4	0.00
24		1138.81	1.45		482.8		699.1	487.0	8.05		0.2	23.4	481.80
Talprofil		1.05	0.43	0.07	603.8	1349.6	258.9		2.52	0	2.1	6.5	481.80
9	1143.62	1143.79	0.25	1.36	27.4	1100	6.906	1.7	0.84	0.8	0.4	3.5	0.00
25.5		1139.84	1.91		519.3		990.1	481.5	8.22		0.3	42.8	478.55
Talprofil		0.70	0.40	0.17	259.5	806.3	103		1.62	0	1.8	5.8	478.55
10	1144.54	1144.61	0.44	0.82	528.5	1100	231.1	3.3	3.04	0.3	0.2	6.2	0.00
27.5		1139.77	1.37		534.6		732.5	411.9	9.06		0.2	20.4	407.50
Talprofil		0.92	0.48	0.07	284.8	1348.1	136.4		3.39	0	2.0	7.4	407.50

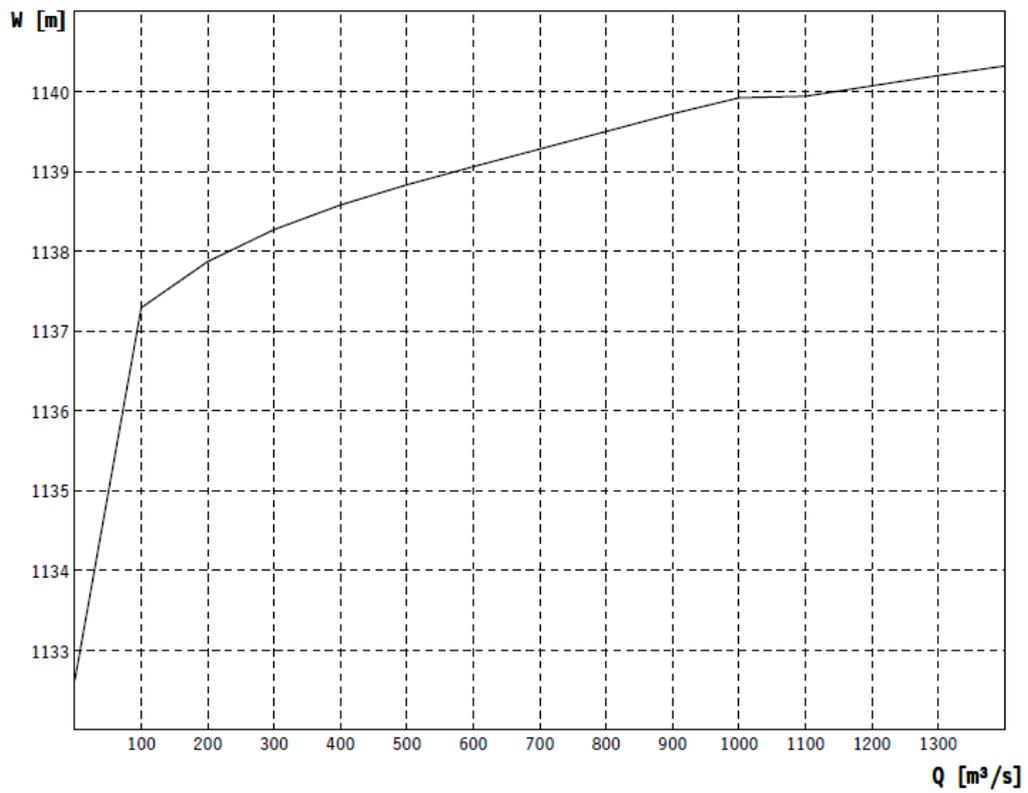
6.2.3 Schlüsselkurven Nzoie River

In diesem Kapitel sind die berechneten Schlüsselkurven am Nzoia River für die Profile P2 bis P10 dargestellt.

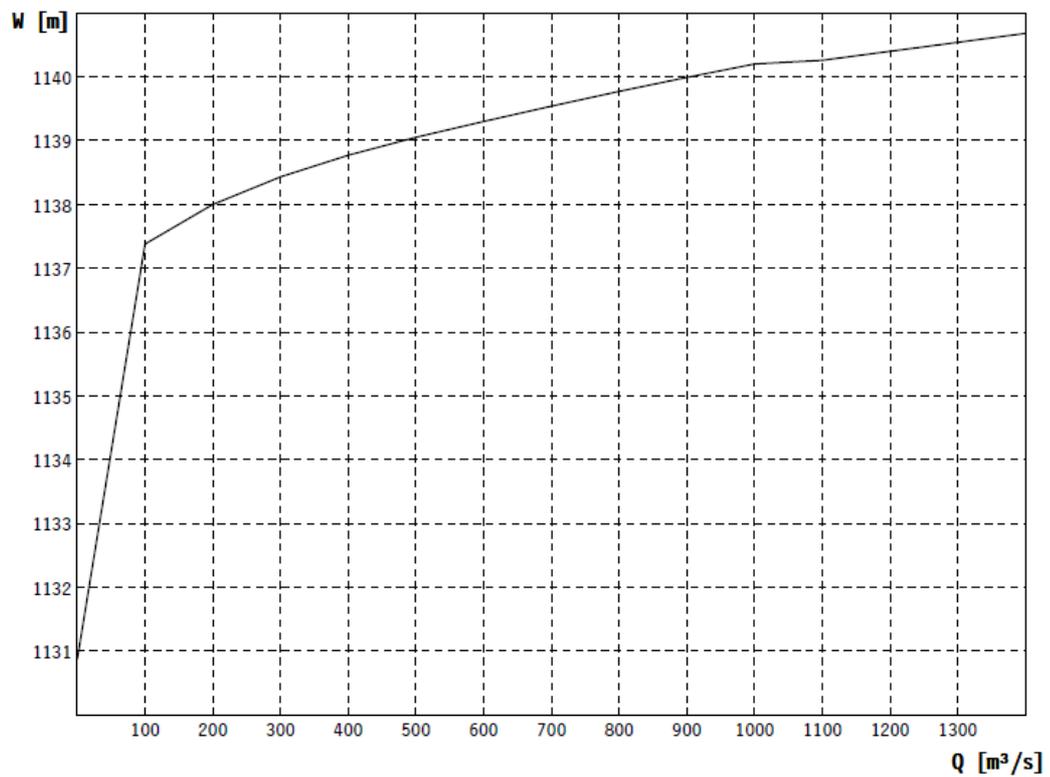
Schlüsselkurve für Profil-Nr. 2, km 12.75

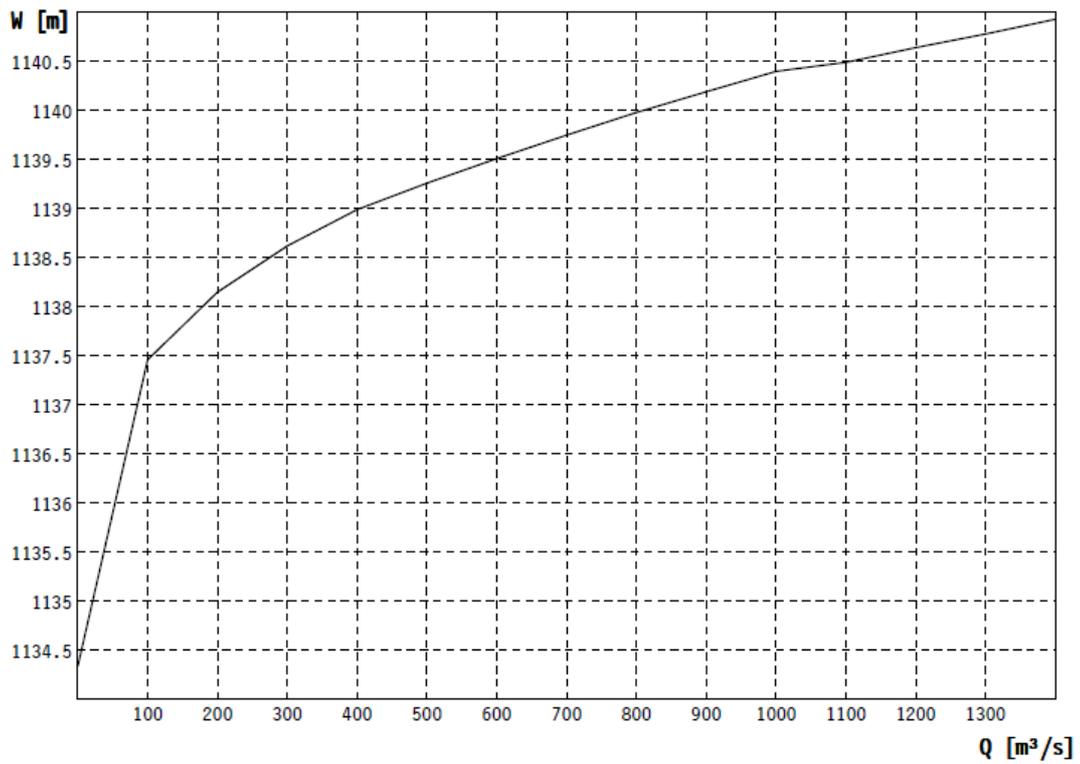
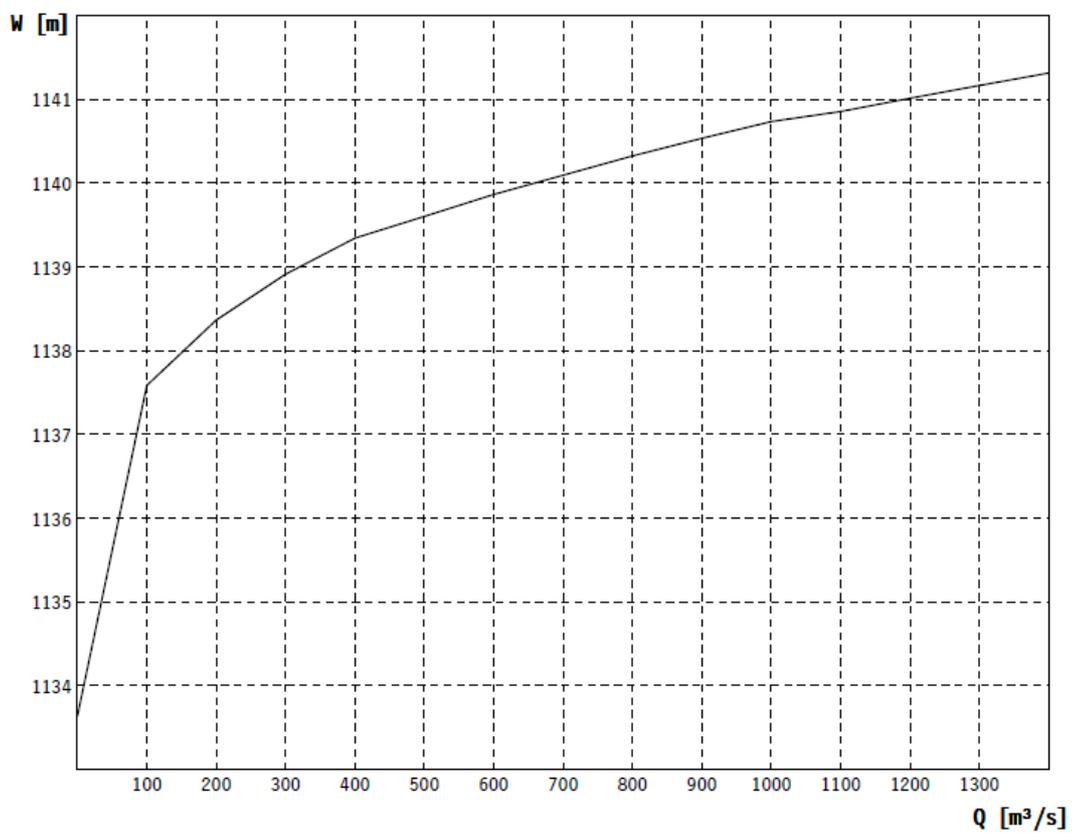


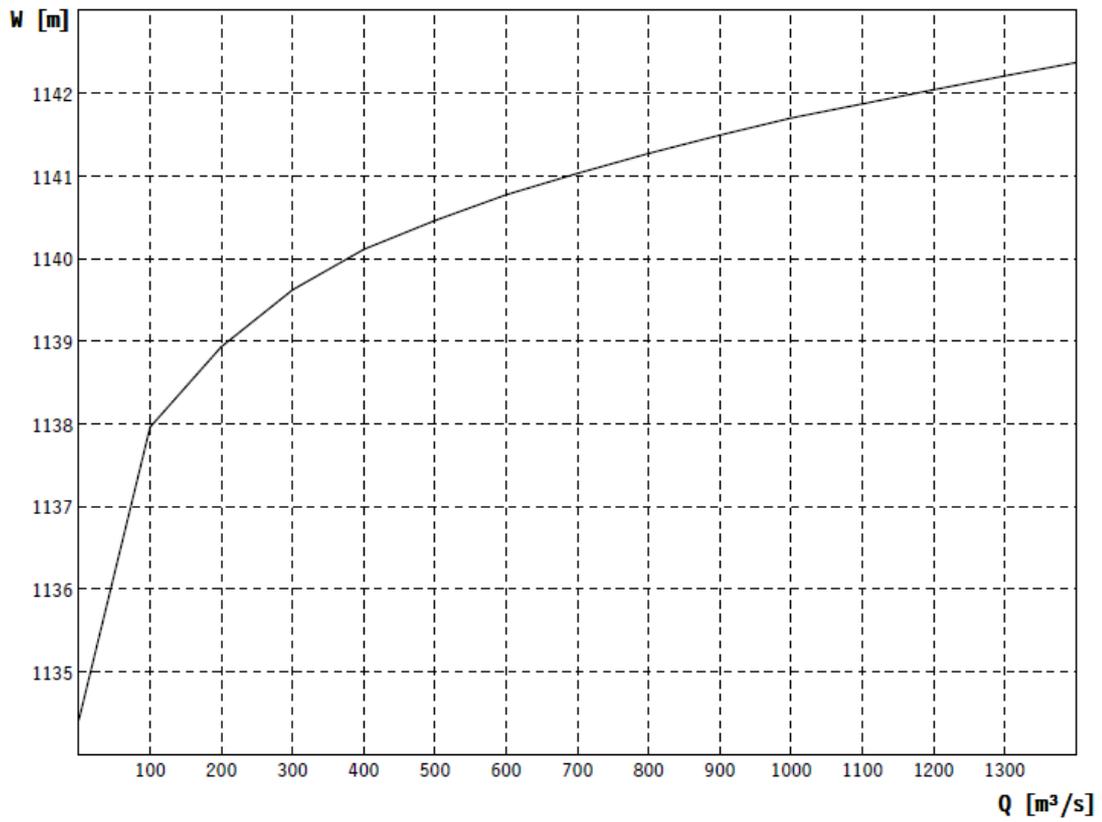
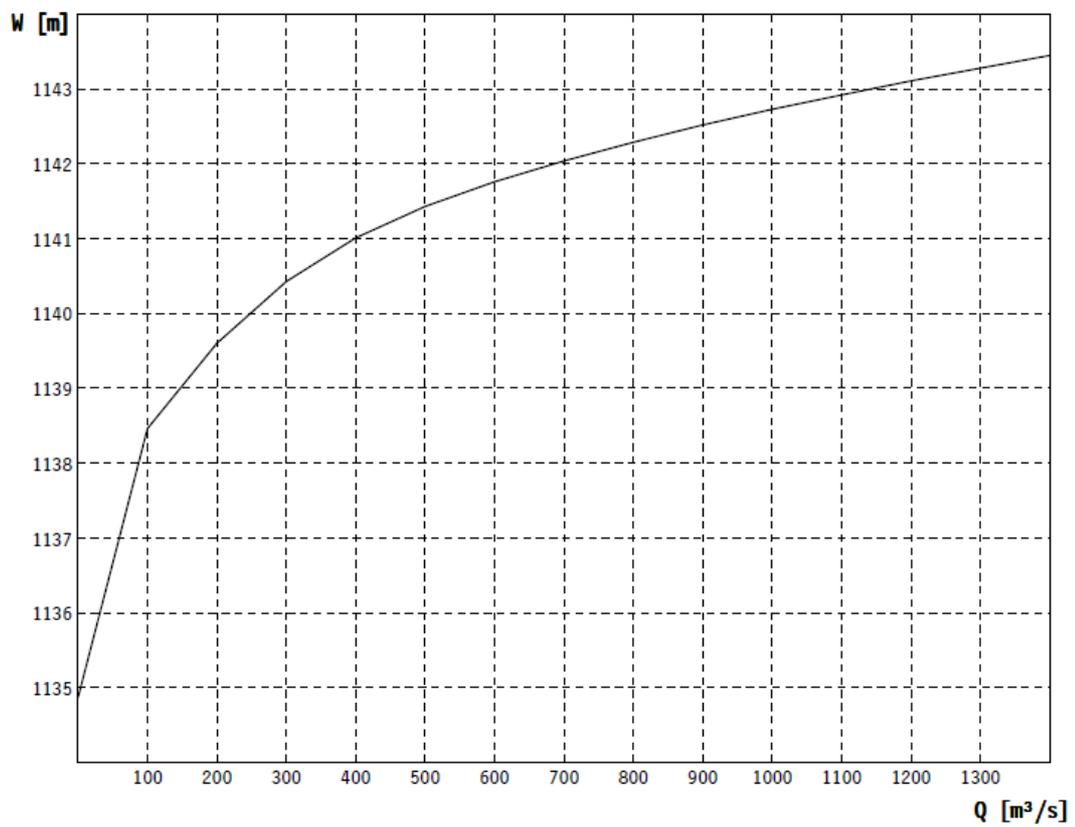
Schlüsselkurve für Profil-Nr. 3, km 14.5

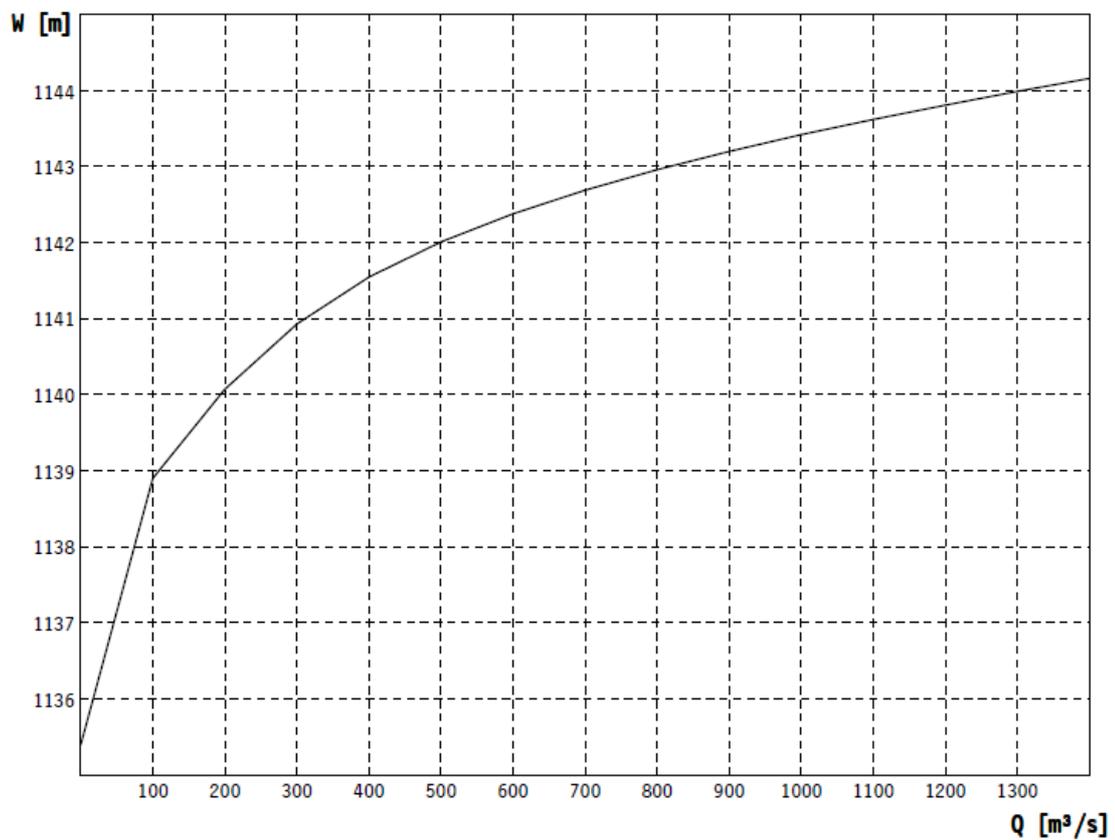


Schlüsselkurve für Profil-Nr. 4, km 16



Schlüsselkurve für Profil-Nr. 5, km 17.5**Schlüsselkurve für Profil-Nr. 6, km 19**

Schlüsselkurve für Profil-Nr. 7, km 21.5**Schlüsselkurve für Profil-Nr. 8, km 24**

Schlüsselkurve für Profil-Nr. 9, km 25.5**Schlüsselkurve für Profil-Nr. 10, km 27.5**