

VSS, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute

Geotextilien im Strassenbau:
Entwurf und Ueberprüfung von
Dimensionierungsempfehlungen

Zürich, Februar 1989
1013.02/BG/JST

Glauser Studer Stüssi
Ingenieure SIA/ASIC AG
Witikonstrasse 15
CH-8032 Zürich
Telefon 01/55 79 68



INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	IV
RÉSUMÉ	VI
1. Einleitung	1
1.1 Ausgangslage und Zielsetzung	1
1.2 Vorgehen	3
2. Vorliegende Anwendungsempfehlungen	5
3. Eigene Vorarbeiten	8
4. Zur Gestaltung von Anwendungsempfehlungen	12
4.1 Allgemeine Gesichtspunkte	13
4.1.1 Der Normenbegriff	13
4.1.2 Zum Inhalt von Empfehlungen	14
4.1.3 Zur Gestaltung von Empfehlungen	14
4.1.4 Schlussfolgerungen	19
4.2 Geotextilspezifische Gesichtspunkte	19
4.2.1 Anwendungsgebiete	19
4.2.2 Bauaufgaben	21
4.2.3 Geotextilfunktionen	22
4.2.4 Geotextilien als Bauhilfsmittel und Konstruktionselement	24
4.2.5 Bodenkennwerte	26
4.2.6 Materialkennwerte von Geotextilien	26
4.2.7 Qualitätskontrolle	27
4.2.8 Regeln zur Lagerung und Verarbeitung von Geotextilien	28
4.2.9 Stand der Technik bei der Dimensionierung	28
4.2.10 Zielgruppe der Empfehlungen	30
4.2.11 Kosten-Nutzenverhältnis der Dimensionierungsaufwendungen	30
5. Inhalt und Darstellung der Empfehlungen	31
5.1 Ziele	31
5.2 Aufbau der Empfehlungen	32
6. Entwurf der Empfehlungen	35

7. Diskussion der vorgeschlagenen Empfehlungen	36
7.1 Zu Teil 1 der Empfehlungen: "Erläuterung der Empfehlungen"	36
7.2 Zu Teil 2 der Empfehlungen: "Anwendungs- und Dimensionierungsempfehlungen"	36
7.2.1 Zu den allgemeinen Hinweisen	37
7.2.2 Zu den Angaben zur Ausschreibung und Bauausführung	38
7.2.3 Zur Erläuterung der Geotextilfunktionen	38
7.2.4 Zu den Dimensionierungsempfehlungen	39
7.3 Zu Teil 3 der Empfehlungen: "Produktekatalog"	39
8. Erläuterung der vorgeschlagenen Dimensionierungsempfehlungen	40
8.1 Filtern	40
8.1.1 Grundlagen	40
8.1.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung	41
8.1.3 Möglichkeiten zur vereinfachten Darstellung	45
8.1.4 Offene Fragen	45
8.2 Drainieren	46
8.2.1 Grundlagen	46
8.2.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung	46
8.2.3 Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung	46
8.2.4 Offene fragen	47
8.3 Drainieren/Stützmauer	48
8.3.1 Grundlagen	48
8.3.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung	48
8.3.3 Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung	50
8.3.4 Offene Fragen	51
8.4 Trennen/Baupiste	52
8.4.1 Grundlagen	52
8.4.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung	53
8.4.3 Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung	56
8.4.4 Offene Fragen	57
8.5 Bewehren/Dammbau	58
8.5.1 Grundlagen	58
8.5.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung	63
8.5.3 Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung	66
8.5.4 Offene Fragen	66

8.6	Bewehren/Stützbauwerke	67
8.6.1	Grundlagen	67
8.6.2	Vergleichsrechnungen und Bewertung	67
8.6.3	Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung	70
8.6.4	Offene Fragen	70
8.7	Oberflächenschutz	71
8.7.1	Grundlagen	71
8.7.2	Vergleichsrechnungen und Bewertung	71
8.7.3	Offene Fragen	72
LITERATUR		73
BEILAGE 1 "Entwurf der Empfehlungen"		

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit enthält einen Entwurf praxisorientierter Anwendungsempfehlungen für den Geotextileinsatz im Strassenbau.

Die Anwendungsempfehlungen sind für einige der häufigsten Bauaufgaben angegeben: Filtern, Drainieren, Drainage von Stützbauwerken, unbefestigte Strassen ("Trennen"), Dämme auf weichem Untergrund, übersteile Böschungen sowie Schützen von Bauwerksoberflächen.

Die für das Filtern, Drainieren, unbefestigte Strassen und Schützen von Bauwerksoberflächen vorliegenden Empfehlungen lehnen sich inhaltlich eng an die Ausführungen des Geotextilhandbuches des VSS an, allerdings wurde der Stoff wesentlich stärker in einer für Empfehlungen üblichen Form dargestellt, für die Dimensionierung wurden einfach anwendbare Diagramme und Tabellen ausgearbeitet.

Die Angaben zur Dimensionierung von Dämmen auf weichem Untergrund und übersteilen Böschungen wurden vollständig neu erstellt. Die Zugeinlagen von Dämmen können jetzt einfach mit Hilfe von vorliegenden Tabellen dimensioniert werden.

Die angegebenen Empfehlungen wurden durch Vergleichsrechnungen und mit Hilfe von Umfrageergebnissen überprüft, vorhandene Unsicherheiten sind genannt. Es wird in Zukunft vor allem darauf ankommen, dass die Erfahrungen mit den vorgelegten Empfehlungen erfasst und ausgewertet werden.

Die vorgelegten Empfehlungen sind für die Lösung von Standardaufgaben ausreichend und vollständig. Allerdings werden Grundkenntnisse der Bodenmechanik und des Grundbaus vorausgesetzt. Für einen geplanten Normentwurf können die vorliegenden Empfehlungen als Grundlage dienen.

RÉSUMÉ

Le présent travail contient un projet de recommandations pratiques pour l'emploi des géotextiles dans la construction routière. Les recommandations pour l'utilisation sont données pour quelques uns des emplois les plus fréquents: filtrer, drainer, drainage d'ouvrages de soutènement, route non stabilisées ("séparer"), digues sur sol compressible, talus ultra-raides ainsi que protection des surface d'ouvrages.

Les recommandations données pour le filtrage, le drainage, les routes non stabilisées et la protection des bâtiments s'appuient fortement sur les données du manuel des géotextiles de la VSS. On a toutefois représenté la matière dans une forme beaucoup plus usuelle pour des recommandations. Pour le dimensionnement, on a crée des tabelles et des diagrammes faciles à utiliser.

Les données pour le dimensionnement de digues sur sol compressible et pour les talus ultra-raides ont été totalement revues. Les éléments tendus peuvent être maintenant dimensionnés aisément à l'aide des tabelles données.

Les recommandations présentées ont été contrôlées par des calculs comparatifs et à l'aide des résultats d'enquêtes, les incertitudes restantes sont mentionnées. Il est de la plus grande importance, pour le futur, de veiller à ce que les expériences faites avec ces recommandations soient saisies et exploitées.

Les recommandations données suffisent à résoudre complètement les problèmes courants. Elles demandent toutefois des connaissances de base suffisantes en mécanique des sols et technique des fondations. Dans l'optique d'un projet de norme pour l'utilisation des géotextiles, le présent projet pourra servir de base et de point de départ pour une simplification plus grande de la présentation.

1. EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Geotextilien werden bereits seit mehreren Jahrzehnten - in grösseren Mengen vorwiegend in Verbindung mit Bauhilfsmassnahmen - in der Praxis eingesetzt. Bei der Dimensionierung ist der Praktiker bisher beinahe ausschliesslich auf produktspezifische Herstellerangaben angewiesen (vgl. z.B. Lit. 4). Die von unabhängigen Stellen bisher verfassten Empfehlungen (vgl. z.B. Lit. 1 und 3) richten sich dagegen eher an die Geotextilspezialisten als an den vorwiegend auf der Baustelle tätigen Praktiker. Für den Praktiker ist es daher bisher kaum möglich, einen raschen Ueberblick über zweckmässige Einsatzmöglichkeiten von Geotextilien zu gewinnen oder etwa sogar für eine bestimmte Anwendung einen technischen und wirtschaftlichen Vergleich verschiedener Geotextilprodukte anzustellen.

Neuerdings werden Geotextilien auch vermehrt planmässig für längerfristige statische und hydraulische Anwendungen eingesetzt. Gerade hier kann die Anwendung verschiedener Herstellerangaben, alle die gleiche Aufgabenstellung betreffend, zu recht unterschiedlichen Geotextilanforderungen führen (vgl. Lit. 11). Die Anwender werden hierdurch verunsichert.

Angesichts der eben geschilderten Ausgangslage scheint die Bereitstellung von produktunabhängigen und einfach anzuwendenden Empfehlungen - ohne die diesbezüglichen Anstrengungen und Verdienste von Geotextilproduzenten und unabhängigen Verfassern - schmälern zu wollen, dringend geboten.

Der Mangel an praxisnahen und produktneutralen Empfehlungen wurde von der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS) bereits frühzeitig erkannt. Als 1. Reaktion wurde vom VSS die Ausarbeitung der für Empfehlungen notwendigen Grundlagen in Auftrag gegeben. Als Ergebnis liegen hierzu bereits die Geotextil-Norm SN 640 550: "Begriffe und Produktebeschreibung" [Lit. 5] sowie die Publikation: "Prüfvorschriften zur Eignungsprüfung der Geotextilien" [Lit. 6] vor. In diesen Arbeiten wird die einheitliche Ermittlung von Materialkennwerten angeregt und geregelt.

Vom Schweizerischen Verband der Geotextilfachleute (SVG) wurde 1985 das Geotextilhandbuch [Lit. 1] herausgegeben. Diese umfassende und produktneutrale Zusammenstellung von Angaben zur Prüfung und Dimensionierung von Geotextilien, enthält vor allem auch Tabellen mit den Materialkennwerten verschiedener Geotextilprodukte. Strassenbauanwendungen werden im Geotextilhandbuch mitbehandelt. Wie bereits erwähnt, wendet sich das Geotextilhandbuch eher an die auf diesem Gebiet tätigen Spezialisten.

Die vorliegende Arbeit hat die Ausarbeitung und Ueberprüfung von primär praxisorientierten Anwendungsempfehlungen zum Ziel. Diese Anwendungsempfehlungen sollen daher einige der häufig im Strassenbau vorkommenden Standardanwendungen erfassen. Hierbei sind die Bedürfnisse und Randbedingungen der Strassenbaupraxis zu berücksichtigen: Umfangreiche Voruntersuchungen sind für Standardanwendungen nicht üblich, meist nicht durchsetzbar und oft auch nicht notwendig. Die Dimensionierung muss daher einfach und ohne grossen Rechenaufwand durchführbar sowie bzgl. der Genauigkeit der Ergebnisse den nur grob vorliegenden Eingabeparametern gerecht werden.

Es ist vorgesehen, dass die hier vorgelegten Anwendungsempfehlungen als Grundlage für einen allfälligen späteren Norm-Entwurf dienen sollen.

1.2 Vorgehen

Die zur Erarbeitung von praxisorientierten Anwendungsempfehlungen gewählten Arbeitsschritte sind nachfolgend zusammengestellt:

Definition von Standardfällen

Diese Standardfälle sollen die häufigsten Geotextil-anwendungen im Strassenbau umfassen. Die Dimensionierungsempfehlungen sowie konstruktive Hinweise werden für diese Standardfälle formuliert. In einer vorangegangenen Arbeit wurden bereits einige Standardfälle formuliert und Produzenten sowie Anwendern zur Stellungnahme vorgelegt.

Wahl einer geeigneten Darstellung für die Empfehlungen

Die Art der gewählten Darstellung soll primär die Bedürfnisse der Baupraxis berücksichtigen. Auf die Darstellungsformen wird in Abschnitt 4 eingegangen. Die Auswahl einer Darstellungsform wird in Abschnitt 5 erläutert und begründet.

Entwurf von Anwendungsempfehlungen

Beim Entwurf der Empfehlungen sollen die folgenden Vorgaben berücksichtigt werden:

- Der Inhalt von bereits vorliegende Empfehlungen (vgl. Abschnitt 3) soll weitgehend berücksichtigt werden. Es ist auf eine möglichst einfache Darstellung zu achten.

- Einschlägige praktische Erfahrungen sollen berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck wurde in einer vorangegangenen Arbeit eine Umfrage unter Produzenten und Anwendern durchgeführt (vgl. Lit. 11 sowie Abschnitt 2).
- Die bereits im Auftrag des VSS erarbeiteten Grundlagen zur Geotextilprüfung sind zu berücksichtigen.
- Fehlende Dimensionierungsangaben sind im Rahmen der vorgegebenen zeitlichen und finanziellen Rahmenbedingungen möglichst zu erarbeiten.

Der Empfehlungsentwurf kann Abschnitt 6 entnommen werden.

Vergleich und Diskussion von Anwendungsempfehlungen

Die vorgeschlagenen Empfehlungen sollen anhand von Zahlenrechnungen erläutert, die Ergebnisse anhand der vorliegenden praktischen Erfahrungen beurteilt sowie mit den Ergebnissen anderer Empfehlungen verglichen werden; vgl. hierzu Abschnitt 7 und 8.

Offene Fragen und weiteres Vorgehen

Die offenen Fragen, ihre Auswirkungen auf die Anwendbarkeit der Empfehlungen sowie Vorschläge zum weiteren Vorgehen sind zu nennen; vgl. Abschnitt 8.

2. VORLIEGENDE ANWENDUNGSEMPFEHLUNGEN

Die für den deutschen Sprachraum bisher wohl umfangreichsten und vollständigsten Anwendungsempfehlungen wurden vom SVG, einem unabhängigen Zweckverband aus Anwendern und Geotextilproduzenten, herausgegeben ("Das Geotextilhandbuch", Lit. 1)

Die ersten 3 Kapitel des Geotextilhandbuches enthalten die Grundlagen, die zum Verständnis des Verhaltens von Boden, Geotextilien und Grundwasser benötigt werden. Insbesondere wird auch auf die Materialprüfung von Geotextilien sowie auf die Vereinheitlichung und Erklärung von Begriffen eingegangen.

Als umfangreichsten Themenkomplex enthält das Geotextilhandbuch die Anwendungsempfehlungen. Diese sind wie folgt gegliedert: Strassenbau, Bahnbau, Dammbau und Stützkonstruktionen, Entwässerungen, Wasserbau, Tunnelbau und Ingenieurbilogie. In den Anwendungsempfehlungen wird neben den eigentlichen Dimensionierungsprozeduren auch das Grundwissen vermittelt, das für die sachgerechte Beurteilung des technisch und wirtschaftlich zweckmässigsten Geotextileinsatzes benötigt wird. Schliesslich enthält das Geotextilhandbuch noch einen sog. Produktkatalog, in dem die Materialkennwerte verschiedener Geotextilprodukte zusammengestellt sind. Diese Kennwerte basieren auf der durch die SN 640 550 vereinheitlichten Geotextilprüfung.

Die im Geotextilhandbuch zusammengestellten Anwendungsempfehlungen bauen hauptsächlich auf Literatúrauswertungen auf und sind durch eigene Arbeiten und Erfahrungen der Verfasser ergänzt. Das Geotextilhandbuch gibt wohl - auch international gesehen - den gegenwärtigen Stand der Technik bei der Bemessung und Bauausführung wieder.

Wie bereits erwähnt, ist im Geotextilhandbuch ein Kapitel über Strassenbau enthalten, in dem die Dimensionierung von unbefestigten (kein Belag) Strassen und Wegen behandelt wird. Für die weiteren Strassenbauanwendungen (z.B. Dämme auf wenig tragfähigem Untergrund, armierte Stützbauwerke) sind Spezialkapitel vorhanden. Armierte Beläge werden nicht behandelt.

Mit den zu den Strassenbauanwendungen vorliegenden Dimensionierungsempfehlungen sind im Einzelfall umfangreiche Berechnungen zur Dimensionierung erforderlich; dies gilt insbesondere für Dammbauten und Stützbauwerke. Insofern wird das Geotextilhandbuch den Anforderungen der Praxis nicht gerecht, die für gewisse Standardfälle Faustformeln und/oder einfache Diagramme zur überschlägigen Dimensionierung bevorzugt. Die vorliegende Arbeit soll diese Lücke bei den Strassenbauanwendungen schliessen helfen. Die vielfältigen praktischen Hinweise des Geotextilhandbuches werden weitgehend in die vorliegenden Empfehlungen aufgenommen.

Es sollen nun noch die von der Chemie Linz herausgegebenen Anwendungsempfehlungen diskutiert werden: "Polyfelt TS - Bemessung und Praxis"; vgl. Lit 4). Hierin werden die gleichen Anwendungen wie im Geotextilhandbuch, ergänzt durch Angaben zur Asphaltverstärkung, zum Sportplatzbau sowie zum Deponie- und Beckenbau, behandelt. Die Dimensionierungsangaben sind bereits so aufbereitet, dass als Bemessungsergebnis direkt ein geeignetes Polyfelt-Produkt erhalten wird. Die Dimensionierungsergebnisse

können meist nicht zur Dimensionierung anderer Geotextilprodukte verwendet werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Dimensionierungsangaben empirisch auf Versuchsreihen mit Polyfelt-Produkten basieren (vgl. z.B. Angaben zum "Trennen" in Lit. 4).

Insgesamt ist die Darstellung der von der Chemie Linz [Lit. 4] herausgegebenen Anwendungsempfehlungen knapper und auch einfacher verständlich als im Geotextilhandbuch. Dies wurde durch eine konsequente Behandlung von Standardfällen erreicht. Die meist weitergehenden Angaben des Geotextilhandbuches (Lit. 13) stellen jedoch eine wertvolle Ergänzung von Herstellerangaben dar, wenn anspruchsvollere Aufgaben zu lösen sind.

In der vorliegenden Arbeit soll eine Synthese der beiden diskutierten Anwendungsempfehlungen erreicht werden:

- produktneutrale Dimensionierungsangaben,
- praxisgerechte Darstellung der Dimensionierungsempfehlungen mit Hilfe von Standardfällen.

3. EIGENE VORARBEITEN

In einer vorangegangenen Studie wurde eine Arbeit zu dem folgenden Thema durchgeführt (vgl. VDS-Forschungsauftrag EDI 24/82): "Grundlagen von Minimalanforderungen (an Geotextilien) für ausgewählte Anwendungen im Strassenbau". Zu dieser Arbeit liegt ein Bericht [Lit. 11] vor. Die Aufgabenstellung, die Ergebnisse sowie die Schlussfolgerungen, die sich auf der Grundlage dieses Berichtes für die Ausführung der vorliegenden Arbeit ergaben, sind nachfolgend angegeben.

Das Hauptziel der Forschungsarbeit [Lit. 11] war die Erarbeitung von Grundlagen für eine allfällige SN-Geotextilanwendungsnorm. Hierzu sollten die sog. Minimalanforderungen sowie deren Darstellung in einer Empfehlung erarbeitet werden. Unter Minimalanforderungen werden die erforderlichen Materialeigenschaften (z.B. Reissfestigkeit, Reissdehnung) verstanden, wie sie für eine gewisse Geotextilanwendung benötigt werden. Die zu untersuchenden Geotextilanwendungen sollten sich auf sog. Regelfälle, das sind die häufig im Strassenbau vorkommenden Anwendungen, beschränken. Diese Regelfälle waren bzgl. Anwendungsfall, Randbedingungen und Materialeigenschaften (anstehender Boden, Schüttmaterialien usw.) zunächst zu definieren. Es war weiterhin vorgesehen, dass diese Regelfälle im Rahmen einer Umfrage von Anwendern und Geotextilproduzenten beurteilt werden; die Befragten sollten zusätzlich die Minimalanforderungen zu den Regelfällen angeben. Die aus der Umfrage stammenden Minimalanforderungen sollten wiederum als Grundlage für Dimensionierungsempfehlungen dienen. Soviel zu den Aufgabenstellungen und Zielen der Forschungsarbeit.

Es sollen nun noch die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus dieser Forschungsarbeit zusammengefasst werden.

Im Bericht zur Forschungsarbeit [Lit. 11] werden verschiedene Darstellungsformen für Minimalanforderungen angegeben und diskutiert. Diese Ausführungen werden im vorliegenden Bericht nochmals aufgegriffen (vgl. Abschnitt 4). Eine weitere Diskussion der Ergebnisse zu den Darstellungsformen kann daher an dieser Stelle entfallen.

Im Hinblick auf das Vorgehen bei einer Dimensionierung wurden im Bericht zur Forschungsarbeit [Lit. 11] die folgende Checkliste für die Dimensionierung vorgeschlagen:

- Bodenkennwerte festlegen,
- Haupt- und Nebenfunktionen des Geotextils festlegen,
- vorliegende Bauaufgabe einem katalogisierten Anwendungsfall zuordnen; d.h einen sog. Regelfall auswählen,
- Abweichungen der vorliegenden Aufgabe vom Regelfall identifizieren und einem katalogisierten Sonderfall zuordnen,
- Anforderungsprofil und Teilanforderungen sowie die zugehörigen Minimalanforderungen, zum vorliegenden Regel- und Sonderfall, aus einem dazu vorliegenden Katalog ermitteln.

Die eben angegebene Checkliste wird -bewusst oder unbewusst- wohl bei jedem Dimensionierungsproblem angewendet und soll daher auch in der vorliegenden Arbeit prinzipiell beibehalten werden. Allerdings soll auf die im Forschungsbericht [Lit. 11] vorgeschlagenen strenge Darstellung der Checkliste, in der Form eines Flussdiagrammes, verzichtet werden, da der Aufbau und die Anwendung eines derartigen Flussdiagrammes im Einzelfall zu kompliziert ist. Anstatt komplizierter Flussdiagramme sollen dem mit Dimensionierungsvorgängen grundsätzlich vertrauten Anwender lediglich die oben genannten Grundgedanken der Dimensionierung mitgeteilt werden. Dies erscheint für eine erfolgreiche Dimensionierung als vollkommen ausreichend. Die im Forschungsbericht [Lit. 11] vorgeschlagenen Regelfälle sollen jedoch beibehalten werden (vgl. Abschnitt 5 und 6). Diese Regelfälle wurden mit Hilfe einer Umfrage unter Produzenten und Anwendern als praxisrelevant ermittelt.

Bei der Umfrage wurden stark streuende Ergebnisse für die Minimalanforderungen erhalten. Diese Ergebnisse reichen daher nicht als Grundlage für die Festlegung von Minimalanforderungen aus. Für die Durchführung der vorliegenden Arbeit ergaben sich hieraus die folgenden Konsequenzen:

- Die grossen Streuungen bei den Minimalanforderungen sind auf das Fehlen von weitgehend anerkannten Rechenmodellen zurückzuführen. Die zu erarbeitenden Empfehlungen sollen daher möglichst auf Berechnungsmodellen basieren.

- Die Dimensionierung erfolgt bisher meist rein empirisch. Gegen letzteres ist nichts einzuwenden, solange die Voraussetzung zutrifft, dass die Dimensionierungserfahrungen auf sehr ähnliche Fälle übertragen werden. Bei den meist lokal tätigen Geotextilanwendern trifft diese Voraussetzung oft zu. Derartige Erfahrungswerte sind jedoch nicht ohne weiteres verallgemeinerungsfähig und daher nicht als Grundlage von Bemessungsempfehlungen geeignet. Geschieht dies trotzdem, so ergeben sich die bei der Umfrage festgestelltengrossen Streuungen für die Minimalanforderungen.
- Erfahrungswerte sollten unter Beachtung von Modellgesetzen ausgewertet und allenfalls dann als Grundlage von Dimensionierungsempfehlungen Verwendung finden. Praktisch steht dem entgegen, dass meist zu wenig Erfahrungswerte für eine systematische Auswertung vorliegen. Als Grundlage empirischer Bemessungsempfehlungen sind Modellversuche besser geeignet als aufwendige in situ-Versuche.
- Die Bemessung sollte möglichst auf der Grundlage von einfachen und konsistenten Rechenmodellen erfolgen, wobei die Rechenmodelle gegebenenfalls anhand von Erfahrungswerten zu kalibrieren sind.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden sich die Bemessungsempfehlungen - mit 2 Ausnahmen (vgl. Abschnitte 6 und 7) - auf Rechenmodellen abstützen. Die Umfrageergebnisse dienen zur Verifizierung der Berechnungsergebnisse (vgl. Abschnitt 7).

4. ZUR GESTALTUNG VON ANWENDUNGSEMPFEHLUNGEN

In Abschnitt 4.1 sind einige allgemeine Gesichtspunkte zusammengestellt, die bei der Erstellung von Empfehlungen beachtet werden sollten. Zu den allgemeinen Gesichtspunkten gehören der Normenbegriff sowie die Darstellungsmöglichkeiten von Empfehlungen.

Der Abschnitt 4.2 enthält die geotextilspezifischen Vorgaben, die bei der Erstellung von Empfehlungen zu beachten sind. Insbesondere wird in diesem Zusammenhang auch der Rahmen der geplanten Empfehlungen abgesteckt.

Mit Hilfe der in Abschnitt 4 dargestellten Grundlagen wird in Abschnitt 5 ein Vorschlag für einen geeigneten Aufbau der Empfehlungen erarbeitet.

4.1 Allgemeine Gesichtspunkte

4.1.1 Der Normenbegriff

Im Hinblick darauf, dass die vorliegende Arbeit als Basis einer allfälligen SN-Geotextilanwendungsnorm dienen soll, wird an dieser Stelle kurz auf den Normenbegriff eingegangen.

Normen sollen sicherstellen, dass Bauwerke nach dem Stand der Technik geplant und erstellt werden. Unter dem Begriff "Stand der Technik" ist hierbei zu verstehen, dass allgemein anerkannte wissenschaftliche Erkenntnisse, Erfahrungen mit einer Bauweise sowie die Art und Weise, wie bautechnische Probleme lokal gelöst werden, geeignet berücksichtigt werden. Bedingt durch unterschiedliche Sicherheitsauffassungen, Gesetzgebung usw., bestehen z.T. erhebliche Unterschiede, wie bautechnische Probleme in verschiedenen Ländern gelöst werden. Ausländische Normenwerke können daher i.d.R. nicht direkt übernommen werden, auch ein direkter Vergleich von aus verschiedenen Normen stammenden Dimensionierungsanforderungen ist aus diesem Grund meist nicht ohne weiteres möglich. Die eben beschriebene Sachlage begründet die Ausarbeitung einer eigenen SN-Geotextilanwendungsnorm.

Je nach Vereinbarung können SN-Normen sowohl Empfehlungen, Richtlinien als auch bindende Vorschriften sein. Im vorliegenden Bericht wird jeweils der Begriff der Empfehlung gebraucht.

4.1.2 Zum Inhalt von Empfehlungen

Unabhängig vom Gegenstand, den Hauptanwendern von Empfehlungen sowie vom gegenwärtigen Stand der Technik, sollten Empfehlungen auf die folgenden Themen eingehen:

- Gegenstand der Empfehlung,
- Anwendungs- und Geltungsbereich,
- Zweck,
- Begriffe und Definitionen,
- Dimensionierungsempfehlungen inkl. Sicherheitsangaben,
- Ausschreibung,
- Empfehlungen für die Bauausführung,
- Hinweise auf mitgeltende Empfehlungen,
- Angaben zur Grundlagenliteratur.

Je nach Schwierigkeitsgrad der vorliegenden Aufgabe können separate Erläuterungen zu den Empfehlungen und Anwendungsbeispiele zweckmässig sein.

4.1.3 Zur Gestaltung von Empfehlungen

Im folgenden soll nun noch weiter auf die Darstellungsmöglichkeiten von Dimensionsierungsempfehlungen sowie auf die Vor- und Nachteile verschiedener Darstellungsformen eingegangen werden. Die Darstellungen werden wie folgt unterschieden:

Katalogsystem

Beim Katalogsystem wird der untersuchten Bauaufgabe ein sog. Regel- oder Standardfall zugeordnet; d.h. der Kataloganwender sucht den für ihn zutreffenden Regelfall im Katalog und erhält ohne Zwischenrechnungen die gesuchten Dimensionierungsgrößen (z.B. erforderliche Materialfestigkeiten). Dem Regelfall liegen meist starke Vereinfachungen der tatsächlichen Bauaufgabe zugrunde. Zur Katalogisierung von komplexeren Aufgabestellungen können die Angaben zu den Regelfällen durch die Definition von sog. Sonderfällen erweitert werden. Es ist denkbar, dass die Regel- und Sonderfälle für manche Anwendungen rein verbal beschrieben werden.

Der wesentliche Vorteil eines Katalogsystems besteht in der einfachen Anwendung. Der wesentliche Nachteil ist wohl der, dass die vorliegenden Bauaufgaben nur grob erfassbar sind; für einen Vergleich von Varianten (z.B. zur Kostenoptimierung) reichen die mit Hilfe eines Katalogs ermittelten Bemessungsdaten i.d.R. nicht aus.

Dimensionierungsvorschriften

Unter Dimensionierungsvorschriften wird verstanden, dass der Dimensionierung Formeln zugrunde liegen, die eventuell durch Kurvendarstellungen und Tabellen ergänzt sind. Die Anwendung dieser Formeln auf ein vorliegendes Problem, was als Modellbildung bezeichnet wird, bleibt dem Anwender überlassen.

Mit Hilfe von Dimensionierungsvorschriften können auch komplexe Zusammenhänge übersichtlich erfasst und Varianten unter verschiedenen Aspekten einfach untereinander verglichen werden. Diesem Vorteil steht entgegen, dass die Modelbildung in manchen Fällen umfangreiche Sachkenntnisse sowie Erfahrung erfordert. Gelegentlich kann auch der zur Dimensionierung erforderliche Rechenaufwand erheblich sein.

Kombination aus Katalogsystem und Dimensionierungsvorschriften

Durch die eventuell notwendige Einführung von Sonderfällen, als Ergänzung von Standardfällen, kann ein ansonsten übersichtliches Katalogsystem den Vorteil der leichten Handhabung und Uebersichtlichkeit rasch wieder einbüßen. In solchen Fällen kann z.B. durch eine formelmässige Erfassung von Sonderfällen die ursprünglich einfache Darstellung beibehalten werden; d.h. durch eine Kombination der Katalogdarstellung mit Dimensionierungsvorschriften.

Welche Darstellungsform letztendlich für eine Dimensionierungsempfehlung geeignet ist, hängt primär von den folgenden beiden Randbedingungen ab:

- Zielgruppe der Anwender,
- Grundlagen der Dimensionierung: empirisch, semi-empirisch oder theoretisch,

Von den eben genannten Randbedingungen sollen zunächst die verschiedenen Dimensionierungsgrundlagen noch weiter erläutert werden:.

Empirische Dimensionierungsgrundlagen

Der Dimensionierung liegen hierbei Erfahrungswerte von bereits erstellten Bauwerken zugrunde. In manchen Fällen werden mit Hilfe solcher Erfahrungswerte auch empirische Formeln aufgestellt (vgl. z.B. Lit. 2,3). Einflussgrößen (z.B. Materialfestigkeiten) sind meist nur grob durch Indexwerte erfasst.

Sofern keine empirischen Formeln vorliegen, kommt wohl nur ein Katalogsystem für die Darstellung in Frage. Sofern mit den Erfahrungswerten Formeln aufgestellt wurden können auch Dimensionierungsvorschriften, im oben angegeben Sinn, für die Darstellung Verwendung finden. Mischformen beider Darstellungsarten sind ebenso denkbar.

Es sei noch erwähnt, dass rein empirische Dimensionierungsgrundlagen möglichst nicht als Grundlage von Empfehlungen dienen sollten. Einige Gründe: Erfahrungswerte sind strenggenommen nur auf genau gleiche Verhältnisse übertragbar; Inter- und Extrapolation auf der Basis derartiger Daten sind fragwürdig (Einhaltung von Modellgesetzen a priori nicht gewährleistet).

Damit empirisch gewonnene Daten als Bemessungsgrundlage gerechtfertigt sind, müssen diese zunächst mit Hilfe der Ähnlichkeitsmechanik ausgewertet und dargestellt werden: sog. semi-empirische Bemessungsgrundlage.

Semi-empirische Dimensionierungsgrundlagen

Die Besonderheiten dieser Dimensionierungsgrundlagen wurden bereits bei der Diskussion der rein empirischen Grundlagen (s.o.) genannt. Zur Darstellung sind alle 3 genannten Möglichkeiten grundsätzlich geeignet.

Theoretische Dimensionierungsgrundlagen

In diesem Fall liegt der Bemessungsaufgabe ein mathematisches Modell zugrunde. Die Lösung der Dimensionierungsaufgabe kann analytisch, in der Form von Kurven und/oder Diagrammen, aber auch in der Form von Algorithmen vorliegen. Letzteres ist dann der Fall, wenn die Lösung numerisch ermittelt werden muss.

Zur Darstellung können alle 3 angegebenen Formen grundsätzlich angewendet werden. Meist sind hier jedoch Dimensionierungsvorschriften wohl am zweckmässigsten.

Soviel zu den Dimensionierungsgrundlagen und ihren Darstellungsformen. Aus der Zusammenstellung der Grundlagen geht hervor, dass meist - eine Ausnahme sind die rein empirischen Grundlagen ohne Angabe von Formeln - alle genannten Darstellungsformen anwendbar sind. Demnach ist die vorgesehene Zielgruppe der Norm-Anwender für die Wahl einer Darstellung entscheidend und nicht die Form der vorliegenden Dimensionierungsgrundlagen. Nachfolgend werden die Bedürfnisse verschiedener Anwenderkreise angegeben:

Personenkreis Baustelle

Hier ist eine Katalogdarstellung wohl besser geeignet als die Angabe von umfangreichen Formeln.

Personenkreis Planungsbüro

Hier sind alle genannten Darstellungsformen anwendbar; vorzugsweise jedoch Dimensionierungsvorschriften.

4.1.4 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass eine Norm oder Empfehlung zumindest auf ihren Zweck, ihre Gültigkeit sowie auf die Dimensionierungsempfehlungen inkl. der Sicherheitsanforderungen eingehen sollte. Bei der Wahl der Darstellung von Dimensionierungsempfehlungen sollte primär die Zielgruppe der Anwender (Bauausführung oder Planungsbüro) entscheidend sein, die vorliegenden Dimensionierungsgrundlagen sind daher bei der Wahl der Darstellung eher sekundär. Allgemein gültige Regeln lassen sich hierfür jedoch kaum angeben.

4.2 Geotextilspezifische Gesichtspunkte

4.2.1 Anwendungsgebiete

Die innerhalb der geplanten VSS-Empfehlungen zu erfassenden Anwendungsgebiete sind in Tab. 4.1 zusammengestellt. Obwohl es sich beim Kleinwasserbau und Bahnbau um keine direkten Strassenbauanwendungen handelt, werden diese Gebiete traditionell durch VSS-Empfehlungen mit erfasst.

Durch VSS-Empfehlungen erfasste Anwendungsgebiete
- National-, Kantons- und Gemeindestrassen - Bahnbau - Parkflächen - Flur-, Velo- und Wanderwege - Lagerplätze; keine Stoffe im Sinne des Abfallbeseitigungsgesetzes - Kleinwasserbau (Bach-, Fluss- und Seeufer) - Bahnbau - Kunstbauwerke im Zusammenhang mit Verkehrswegen (Brücken, Unterführungen usw.) - Bauhilfsmassnahmen; z.B. Befahrbarkeit von Baupisten - Entwässerungen

Tab. 4.1 Hauptanwendungsgebiete von Geotextilien im Strassenbau

Die in Tab. 4.1 aufgeführten Anwendungsgebiete sollen in den Empfehlungen explizit aufgeführt werden.

Nicht erfasste Anwendungsgebiete

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Tunnelbau- Wasserbau- Dammbau (Stauhaltung, Hochwasserrückhaltung)- Massivbau; ausgenommen Schutz von Bauteilen die im Kontakt mit Boden stehen- Isolationen im Hochbau- Neubau und Sanierung von Strassenbelägen mit Hilfe von Geotextilien- Sport- und Gartenanlagen- Abdichtung von Deponien zur Lagerung von Abfällen,- Tiefendränage mit Hilfe von Geotextilien |
|--|

Tab. 4.2 Zusammenstellung der durch die VSS-Empfehlungen nicht erfassten Anwendungsgebiete

Zur eindeutigen Abgrenzung der erfassten Anwendungsgebiete sollen die nicht erfassten Anwendungen ebenfalls explizit in den Empfehlungen aufgeführt werden.

4.2.2 Bauaufgaben

Es erweist sich als zweckmässig, wenn den vielseitigen Anwendungsgebieten (vgl. Tab. 4.1) typische Bauaufgaben zugeordnet werden. Die vielseitigen und komplexen Anwendungen können somit auf die Lösung von wenigen Bauaufgaben zurückgeführt werden. Diese Bauaufgaben sind in Tab. 4.3 zusammengestellt.

Bauaufgaben unter Einsatz von Geotextilien
- Uebersteile Böschungen bei Einschnitten und zur Hangsicherung - Dämme auf wenig tragfähigem Untergrund - Baupisten auf wenig tragfähigem oder witterungsempfindlichem Untergrund - Schüttgutdeponien - Schutz von mit Erde überdeckten Bauwerksflächen - Entwässerungen allgemein (Filtern/Dränieren) - Entwässerung hinter Stützbauwerken

Tab. 4.3 Zusammenstellung der mit Hilfe von Geotextilien lösbaren Bauaufgaben

Der Benutzer von Empfehlungen kann dem ihn interessierenden Anwendungsgebiet leicht eine oder mehrere der in Tab. 4.3 aufgeführten Bauaufgaben zuordnen. Die Empfehlungen können demnach für die Lösung dieser Bauaufgaben formuliert werden.

4.2.3 Geotextilfunktionen

Bei der Lösung einer der in Tab. 4.3 aufgeführten Bauaufgaben muss ein Geotextil eine oder mehrere der in Tab. 4.4 angegebenen Funktionen übernehmen. Demnach ist es offenbar zweckmässig, wenn zur Dimensionierung den vielfältigen Geotextilanwendungsgebieten zunächst eine oder mehrere der in Tab. 4.3 aufgeführten Bauaufgaben und anschliessend der beabsichtigten Bauaufgaben die zugehörigen Geotextilfunktionen zugeordnet werden. Die Dimensionierung könnte dann prinzipiell für eine oder mehrere der angegebenen Funktionen erfolgen.

Geotextilfunktion	Erläuterung
Trennen	Primär Eindringen und Durchmischen von Schüttmaterial mit einem wenig tragfähigen Untergrund verhindern.
Filtern	Herstellung eines mechanisch und hydraulisch wirksamen Filters bei Strömungsrichtung senkrecht zur Geotextilebene.
Dränieren	Abführung von Sickerwasser in der Geotextilebene; z.B. Entwässerung hinter Stützbauwerken.
Armieren	Herstellung von übersteilen Böschungen Verbesserung der Stabilität von Dämmen auf weichem Untergrund.
Schützen	Mechanischer Schutz von Isolationen und Bauteilen in der Kontaktfläche Boden/Bauwerk.

Tab. 4.4 Zusammenstellung der Geotextilfunktionen

Grundsätzlich wäre es ausreichend, wenn sich die Dimensionierungsempfehlungen auf die wenigen angegebenen Geotextilfunktionen beschränken würden. Allerdings wäre damit der Praxis noch nicht sehr gedient, da insbesondere die Ermittlung der für eine Bauaufgabe relevanten Bemessungsgrößen im Einzelfall mit erheblichem Aufwand verbunden sein kann. Als Beispiel seien Standsicherheitsuntersuchungen genannt. Die Empfehlungen sollten daher neben den Angaben zu den Funktionen auch Dimensionierungsempfehlungen zu den häufigsten Bauaufgaben enthalten.

Gelegentlich werden die für eine Bauaufgabe relevanten Geotextilfunktionen (z.B. "Trennen" und "Dränieren" bei Baupisten) zusätzlich in Haupt- und Nebenfunktionen sowie in sog. positive Nebenwirkungen unterteilt. Hiervon soll in der vorliegenden Arbeit kein Gebrauch gemacht werden, da die genannte Unterteilung im Rahmen der Dimensionierung nicht quantifizierbar ist.

4.2.4 Geotextilien als Bauhilfsmittel und Konstruktions- element

Bei der Einsatzplanung von Geotextilien kann zwischen den folgenden 3 Fällen unterschieden werden:

1. Planmässiger permanenter Einsatz bei Bauwerken mit einer Lebensdauer von 30 - 50 Jahren. Typische Anwendungsbeispiele sind übersteile Böschungen sowie Drainagemassnahmen.
2. Planmässiger temporärer Einsatz zur Unterstützung von Baumassnahmen. Als typisches Anwendungsbeispiel sind Baupisten zu nennen.
3. Ad-hoc-Einsatz als Bauhilfsmassnahme zur Ueberwindung von unerwarteten schlechten Witterungs- und/oder Bodenverhältnissen.

Beim planmässigen permanenten Einsatz ist das Geotextil für die Sicherheit und Funktion des Bauwerkes entscheidend. Die Planung derartiger Baumassnahmen erfolgt i.d.R. durch Spezialisten. Die notwendigen Untersuchungen zu den Bodenkennwerten usw. können im notwendigen Umfang und rechtzeitig durchgeführt werden. Solche Geotextilanwendungen sind jedoch bisher eher selten und müssen daher nicht notwendigerweise durch die geplanten Empfehlungen abgedeckt werden.

In der Schweiz wird zur Zeit der weitaus grösste Teil der produzierten Geotextilien für temporäre Zwecke, ad-hoc-Einsätze oder permanente Bauwerke von untergeordneter Bedeutung (z.B. Dämme mit geringer Kronenhöhe) eingesetzt. In solchen Fällen sind meist keine grösseren Aufwendungen für Voruntersuchungen und die Dimensionierung gerechtfertigt. Für Bodenkennwerte liegen beispielsweise oft nur Schätz- oder grobe Indexwerte vor. Die Einsatzplanung erfolgt oft aufgrund von Erfahrung.

Die Hauptanwendungen von Geotextilien im Strassenbau sind demnach durch die unter 2. und 3. beschriebenen Fälle charakterisiert; die geplanten Empfehlungen sollten daher insbesondere auf diese Fälle eingehen:

- Permanenter Einsatz bei Bauwerken von untergeordneter Bedeutung; sog. Standardfälle,
- Einsatzplanung erfolgt vorwiegend auf der Baustelle, grösserer Dimensionierungsaufwand nicht gerechtfertigt,
- Last- und Materialgrössen nur grob bekannt,
- Einsatz vorwiegend für temporäre Zwecke und/oder Bauhilfsmassnahmen.

Sonderanwendungen, d.h. planmässiger Geotextileinsatz bei Bauwerken mit langer Lebensdauer, sollen ausdrücklich aus dem Geltungsbereich der geplanten Empfehlungen ausgeschlossen werden.

4.2.5 Bodenkennwerte

In Abschnitt 4.2.4 wurden temporäre- und ad-hoc-Anwendungen sowie untergeordnete Bauwerke als Schwerpunkte des Geotextileinsatzes genannt, die primär durch die geplanten Empfehlungen erfasst werden sollen. Aufgrund dieser Einsatzschwerpunkte ist folglich davon auszugehen, dass Voruntersuchungen allenfalls in dem im Strassenbau üblichen Umfang durchgeführt werden; z.B. dürften für die Bodenkennwerte meist nur Indexwerte vorliegen. In den Dimensionierungsempfehlungen müssen demnach die im Strassenbau üblichen Bodenkennwerte verwendet werden.

4.2.6 Materialkennwerte von Geotextilien

Bedingt durch ihre unterschiedliche Struktur (Gewebe, Vlies) und chemische Zusammensetzung können sich die Eigenschaften (mechanisch, hydraulisch, Beständigkeit, Verarbeitung) verschiedener Geotextilprodukte sehr stark voneinander unterscheiden. Es ist daher kaum möglich, Materialkennwerte (im Sinne von sog. Stoffkonstanten in Materialgesetzen) für Geotextilien anzugeben, die den Vergleich von Materialeigenschaften über eine breite Produktpalette erlauben. Aus diesem Grund, aber auch zur Reduzierung des versuchstechnischen Aufwandes, verwenden die vom VSS in Zusammenarbeit mit der SVG entwickelten Prüfvorschriften vorwiegend sog. Indexwerte zur Materialbeschreibung (vgl. Lit.6). Indexwerte haben den Vorteil, dass mit ihrer Hilfe die Eigenschaften sehr unterschiedlicher Geotextilprodukte miteinander vergleichbar sind. Für die Bemessung sind Indexwerte jedoch weniger geeignet als Materialkennwerte, da aus der Dimensionierung meist die erforderlichen Materialkennwerte erhalten werden.

Die vorgesehenen Empfehlungen müssen mit den bereits vorliegenden Prüfvorschriften kompatibel sein. Die Empfehlungen sollen daher auf Indexwerte als Dimensionierungsgrößen führen. Das Geotextilhandbuch [Lit. 1] enthält bereits einen umfassenden Produktkatalog mit den erforderlichen Angaben zu den vorliegenden Indexwerten.

Es ist noch zu erwähnen, dass die vom VSS in Zusammenarbeit mit der SVG vorgeschlagenen Versuchstechniken [Lit. 6] auf internationaler Ebene abgestimmt sind. Internationale Organisationen (ISO, AIPCR, RILEM usw.) bemühen sich zur Zeit um eine noch weitergehende Standardisierung bei der Versuchsdurchführung.

4.2.7 Qualitätskontrolle

Auf der Baustelle kann eine Qualitätskontrolle der angelieferten Geotextilien erforderlich sein. Als leicht durchzuführende und aussagekräftige Versuchstypen bieten sich hierbei die Ermittlung des Flächengewichtes und der Stempeldurchdruckversuch an. Für das Flächengewicht und die Stempeldurchdruckkraft liegen Richtwerte im Produktkatalog [Lit. 1] vor.

Die oben genannten Versuchstypen sollten in den geplanten Empfehlungen beschrieben werden. Hierbei kann auf die vorliegenden Prüfvorschriften des VSS zurückgegriffen werden [Lit. 6]. Weitergehende Qualitätskontrollen sind Sache der Geotextilproduzenten und daher nicht in den Empfehlungen zu erfassen.

4.2.8 Regeln zur Lagerung und Verarbeitung von Geotextilien

Zur sachgemässen Lagerung und Verlegung liegen gewisse Versuchsergebnisse und Erfahrungswerte vor; z.B. ist bei der Lagerung auf die UV-Beständigkeit zu achten, zur Stossausbildung sind gewisse Regeln zu beachten usw.

Die geplanten Empfehlungen sollen voraussetzungsgemäss stark praxisorientiert formuliert werden. Aufgrund dieser Zielsetzung sollen Regeln zur Lagerung und zur Verlegung in den Empfehlungen mit erfasst werden. Für die hierzu notwendigen Detailangaben kann auf die einschlägigen Kapitel des Geotextilhandbuches [Lit. 1] zurückgegriffen werden.

4.2.9 Stand der Technik bei der Dimensionierung

Die bisher verwendeten Dimensionierungsgrundlagen sind entweder rein empirisch begründet oder sie lehnen sich an Standsicherheitskonzepte der Bodenmechanik an. [vgl. Lit. 1]. Als Beispiele für empirische Bemessungsverfahren seien die hydraulischen Anforderungen an Geotextilien sowie die Bemessung von Baupisten genannt. Zur Bemessung von übersteilen Böschungen werden die notwendigen Zugeinlagen mit Hilfe der in der Bodenmechanik üblichen Methoden ermittelt. Der Verbundwerkstoff Boden/Geotextil kann dagegen bisher nicht in geeigneter und einfacher Weise rechnerisch erfasst werden. Auch Verformungen können bisher kaum zutreffend vorhergesagt werden. Zudem liegen nur wenige Untersuchungen zu den mit der Bemessung zusammenhängenden Sicherheitsfragen vor (vgl. Lit. 8); d.h. es fehlen bisher weitgehend die notwendigen Angaben zum Ansatz von Partialsicherheiten.

Andererseits haben sich Geotextilien seit langem bei vielen Anwendungen bewährt. Die Dimensionierung erfolgt hierbei oft aufgrund von lokalen Erfahrungen. Die Zuverlässigkeit von gängigen Dimensionierungsvorschriften wird dagegen in der Praxis als eher gering eingeschätzt, da sich die Erfahrungen z.B. bezüglich der Tragfähigkeit meist nicht mit der rechnerischen Vorhersage decken (vgl. z.B. Lit. 13).

Aufgrund des eben beschriebenen Sachstandes bei der Dimensionierung und den Praxiserfahrungen kann gefolgert werden, dass bisher nicht auf beiden Gebieten ein vergleichbarer Stand der Technik erreicht wurde. Das mag z.T. daran liegen, dass in der Praxis bisher noch kaum einfache und konsistente, d.h. auf mechanischen Grundlagen beruhende, Dimensionierungsempfehlungen zur Verfügung standen. Diese Lücke soll durch die geplanten Empfehlungen geschlossen werden. Hiermit sollen auch die folgenden Absichten verfolgt werden:

- Auf der Grundlage des eingeführten Dimensionierungsstandards und den daraus resultierenden praktischen Erfahrungen sollen die offenen Sicherheitsfragen in Zukunft abgeklärt werden.
- Ersatz von empirischen Bemessungsregeln durch mechanisch begründete Bemessungsverfahren.

Andererseits sollten die geplanten Empfehlungen die bisherigen praktischen Erfahrungen mit berücksichtigen. D.h. Berechnungsergebnisse müssen gegebenenfalls den praktischen Erfahrungen angepasst oder falls notwendig durch Erfahrungswerte ergänzt werden; letzteres gilt insbesondere für Angaben zu den Verformungen.

4.2.10 Zielgruppe der Empfehlungen

Mit den geplanten Empfehlungen soll primär der Praktiker bei der Lösung von Standardaufgaben unterstützt werden. Für komplexere Anwendungen werden von dieser Anwendergruppe Spezialisten hinzugezogen. Für die Gestaltung der Empfehlungen ergibt sich hieraus die Forderung, dass die Bemessung bei Standardfällen einfach und ohne grossen Rechenaufwand lösbar sein muss. D.h. die Empfehlungen dürfen nicht nur Methoden zur Dimensionierung beschreiben, sondern diese Methoden müssen vielmehr bereits weitgehend ausgewertet vorliegen. Als Beispiel sei hierzu die Bemessung von Zugeinlagen in der Aufstandsfläche von Dämmen genannt. Im Geotextilhandbuch [Lit. 1] werden Methoden zur Berechnung der erforderlichen Geotextilzugkraft angegeben, wobei die Zugkraftberechnung im Einzelfall mit erheblichem Aufwand verbunden sein kann. Die geplanten Empfehlungen sollten dagegen für einige Standardfälle bereits die berechneten Zugkräfte enthalten.

4.2.11 Kosten-Nutzenverhältnis der Dimensionierungsaufwendungen

Geotextilien sind vergleichsweise billige Baustoffe (Grössenordnung von 1 Fr./m²), die m²-Preise verschiedener Hersteller unterscheiden sich kaum, auch ist eine feine Anpassung von erforderlichen und zulässigen Geotextilkennwerten aufgrund der bzgl. der Kennwerte nur grob abgestuft erhältlichen Geotextilprodukte meist nicht möglich. Aufgrund der eben genannten Argumente sind grössere Aufwendungen, die im Rahmen der Dimensionierung für eine Kostenoptimierung erforderlich wären, meist nicht vertretbar. In den geplanten Empfehlungen kann daher auch auf fein abgestufte Angaben der erforderlichen Geotextilkennwerte verzichtet werden. Für die Darstellung der Empfehlungen ergeben sich hieraus wesentliche Vereinfachungen.

5. INHALT UND DARSTELLUNG DER EMPFEHLUNGEN

5.1 Ziele

Die Empfehlungen sollen primär die häufigsten Geotextilanwendungen im Strassenbau abdecken und durch geeignete Formulierung vor allem die Bedürfnisse der Praxis berücksichtigen. Letzteres bedingt, dass die Empfehlungen die häufigsten Bauaufgaben behandeln und den Empfehlungen Zahlenwerte für die erforderlichen Geotextilkennwerte entnommen werden können; d.h. die Empfehlungen dürfen sich nicht auf die Beschreibung von Methoden, mit deren Hilfe diese Zahlenwerte ermittelt werden können, beschränken.

Neben der Darstellung der Bauaufgaben sind die folgenden ergänzenden Kapitel vorzusehen:

- Erläuterungen zu den Anwendungsgebieten,
- Erläuterungen zu den Geotextilfunktionen,
- Beständigkeit und Lagerung von Geotextilien,
- Qualitätskontrolle von Geotextilien,
- Hinweise zur Ausschreibung und Bauausführung.

Die Empfehlungen sollten alle für die Dimensionierung notwendigen Angaben enthalten, wozu auch der im Geotextilhandbuch [Lit. 1] veröffentlichte Produktkatalog gehört.

5.2 Aufbau der Empfehlungen

Zur übersichtlichen Erfassung der zahlreichen Anwendungsgebiete ist eine stark strukturierte Darstellung der Empfehlungen notwendig. Wie in Abschnitt 4 bereits im Detail erläutert, kann zur Strukturierung den zahlreichen Anwendungsgebieten eine reduzierte Zahl der häufigsten Bauaufgaben zugeordnet werden. Die Dimensionierung bei den verschiedenen Bauaufgaben könnte wiederum auf wenigen Geotextilfunktionen aufbauen.

Würden nur die Geotextilfunktionen in den Empfehlungen erfasst, so blieben für den Praktiker wohl zuviele Fragen bei der Dimensionierung offen; z.B. kann die Ermittlung der erforderlichen Geotextilzugkräfte für ein übersteile Böschung mit erheblichem Aufwand verbunden sein. In den Empfehlungen werden daher die häufigsten Bauaufgaben behandelt. Angaben zu den hierbei massgebenden Geotextilfunktionen dienen lediglich zur Erläuterung der Wirkungsweise von Geotextilien.

In Bild 5.1 ist die Gliederung der Empfehlungen in einer Uebersicht dargestellt. Die Grobgliederung ist wie folgt vorgesehen:

- Teil 1: Allgemeiner Teil,
- Teil 2: Anwendungs- und Dimensionierungsempfehlungen,
- Teil 3: Produktkatalog.

Bei der Ausgestaltung der Empfehlungen könnte diese Grobgliederung hervorgehoben werden (farbige Blätter uä).

Im allgemeinen Teil soll ua. auf den Gebrauch der Empfehlungen eingegangen werden, wobei eine kurze Erläuterung des Inhaltes als ausreichend erachtet wird; d.h. die Darstellung der Empfehlungen soll so einfach gehalten werden, dass die Anwendung der Empfehlungen selbsterklärend ist. Ausserdem werden im allgemeinen Teil die Ziele, Anwendungsgebiete sowie die erfassten und nicht erfassten Bauaufgaben erläutert.

Der 2. Teil der Empfehlungen enthält die Anwendungs- und Dimensionierungsempfehlungen (vgl. Bild 5.1). Die Anwendungsempfehlungen gehen auf die von den Bauaufgaben unabhängigen Anforderungen an die Beständigkeit und Lagerung, die Qualitätskontrolle sowie auf die Ausschreibung und allgemeinen Gesichtspunkte der Bauausführung ein. Innerhalb der Dimensionierungsempfehlungen werden zunächst die Geotextilfunktionen erläutert und anschliessend die erfassten Bauaufgaben in einer Uebersicht zusammengestellt. An diese Uebersicht schliessen sich die eigentlichen Dimensionierungsempfehlungen für die einzelnen Bauaufgaben an; die Feingliederung dieser Empfehlungen kann Bild 5.1 entnommen werden. Die zu den Bauaufgaben gehörenden Dimensionierungsempfehlungen sind in sich geschlossen; auf eine einheitliche Darstellung des Dimensionierungsvorganges (Katalogform oder Dimensionierungsvorschriften) wurde verzichtet. Vielmehr wurde jeweils die für den Einzelfall zweckmässigste Darstellungsform gewählt.

Der 3. Teil der Empfehlungen soll schliesslich den bereits im Geotextilhandbuch [Lit. 1] veröffentlichten Produktkatalog enthalten.

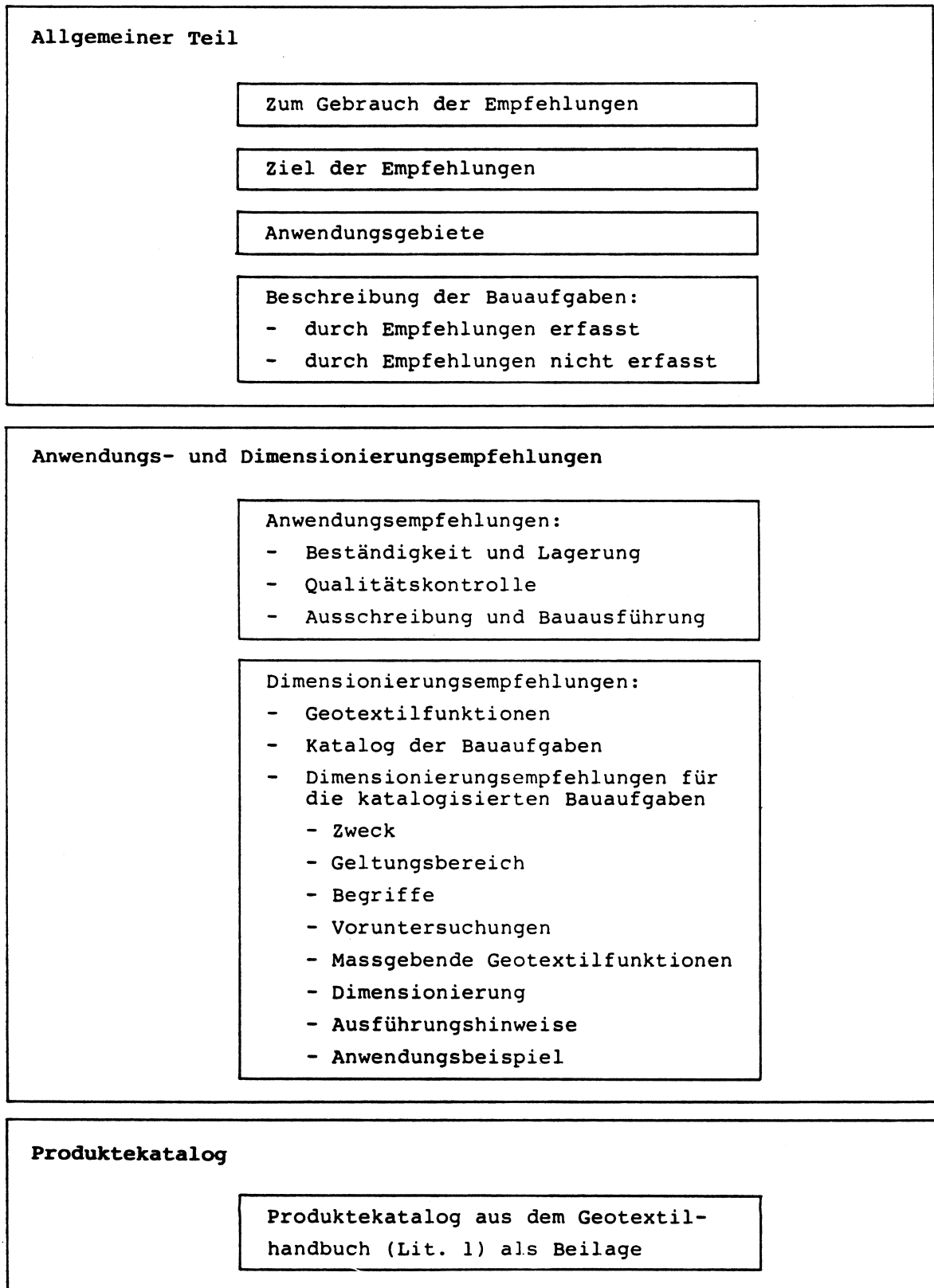


Bild 5.1 Gliederung der Empfehlungen

6. ENTWURF DER EMPFEHLUNGEN

Der Entwurf der Empfehlungen ist unabhängig vom vorliegenden Bericht gestaltet und in Beilage 1 zusammengestellt. Die Empfehlungen bestehen aus den folgenden Teilen:

Teil 1

Erläuterung der Empfehlungen

Teil 2

Anwendungs- und Dimensionierungsempfehlungen

Teil 3

Produktekatalog, womit der im Geotextilhandbuch [Lit. 1] veröffentlichte Katalog gemeint ist. Aus urheberrechtlichen Gründen enthält Beilage 1 keine Kopie dieses Produktkataloges.

7. DISKUSSION DER VORGESCHLAGENEN EMPFEHLUNGEN

7.1 Zu Teil 1 der Empfehlungen: "Erläuterung der Empfehlungen"

In Teil 1 wird zunächst die Grobgliederung der vorliegenden Empfehlungen erläutert. Zudem wird auf die Voraussetzungen eingegangen, die vom Anwender zum Gebrauch der Empfehlungen mitgebracht werden müssen. Schliesslich wird ein Ueberblick über die Geotextilanwendungsgebiete sowie die damit verknüpften Bauaufgaben gegeben. Auf die Geotextilfunktionen wird in Teil 1 bewusst noch nicht eingegangen, da diese wohl zum eher technisch orientierten Teil 2 der Empfehlungen gehören und auch nur dort tatsächlich benötigt werden. Ebenfalls bewusst wurde bei der Darstellung von Teil 1 auf eine starke Strukturierung des Inhaltes, z.B. in der Form von Flussdiagrammen, verzichtet. Der Grund hierfür liegt darin, dass das Vorgehen, etwa bei der Zuordnung von Bauaufgaben zu den Anwendungsgebieten eher intuitiv ist; d.h. eine starke Strukturierung hätte die eher einfachen Zusammenhänge bei der Darstellung unnötig kompliziert erscheinen lassen.

7.2 Zu Teil 2 der Empfehlungen: "Anwendungs- und Dimensionierungsempfehlungen"

Der Teil 2 behandelt die folgenden Hauptthemen:

Allgemeine Hinweise

Hier sind die Angaben zusammengefasst, die unabhängig von einer Bauaufgabe bei der Auswahl und Dimensionierung eines Geotextils sowie für die Einsatzplanung auf der Baustelle benötigt werden.

Ausschreibung und Bauausführung

Hierbei wird auf die für eine Ausschreibung relevanten Themen wie etwa die Ausschreibungsarten, die erforderlichen Ausschreibungsunterlagen sowie auf den Inhalt des Leistungsverzeichnisses eingegangen. Schliesslich wird das Ausmass, die Abnahme sowie die Ausführungskontrolle behandelt.

Geotextilfunktionen

Hier werden die verschiedenen Geotextilfunktionen, unabhängig von den Dimensionierungsempfehlungen, dargestellt.

Dimensionierungsempfehlungen

Hier werden die Dimensionierungsempfehlungen für einige häufige Bauaufgaben behandelt.

Die eben genannten Hauptthemen werden in den Abschnitten 7.2.1 bis 7.2.4 noch im Detail diskutiert.

7.2.1 Zu den allgemeinen Hinweisen

Die Angaben zu den allgemeinen Hinweisen sind weitgehend dem Geotextilhandbuch [Lit. 1] entnommen. Im Gegensatz zum Geotextilhandbuch wurde jedoch hier versucht, die im Geotextilhandbuch an verschiedenen Stellen des Textes anzutreffenden Hinweise gesamthaft und auch knapper darzustellen. Neben den eigentlichen technischen Angaben wurden in den vorliegenden Text bewusst Hinweise auf mögliche Schwierigkeiten oder häufige Fehlerursachen aufgenommen.

Der vorliegende Text könnte bei vermehrter Verwendung von Literaturhinweisen noch knapper gestaltet werden. Dann ist allerdings zu befürchten, dass die durch Literaturangaben bezweckten Hinweise wohl von der Mehrzahl der Anwender nicht mehr beachtet werden, da die Literaturbeschaffung -ganz abgesehen von inkonsistenten Begriffen und Bezeichnungen- einen zusätzlichen Aufwand bedeutet, welcher der Zielgruppe dieser Empfehlungen nicht zugemutet werden sollte.

7.2.2 Zu den Angaben zur Ausschreibung und Bauausführung

Auf die Angaben zu den Ausschreibungsarten könnte wohl zugunsten einer knapperen Darstellung verzichtet werden. Andererseits sind Hinweise auf die verschiedenen Ausschreibungsarten sicher dann hilfreich, wenn ein Entscheid für die zweckmässigste Zusammenarbeit von Planern, Bauherren und Unternehmern zu treffen ist.

Die Angaben zu den erforderlichen Ausschreibungsunterlagen (Checkliste) und zur Darstellung des Leistungsverzeichnisses sind wohl unverzichtbar, da viele Anwender hier nur über wenig eigene Erfahrung verfügen werden. Dasselbe gilt für die Angaben zum Ausmass und den Ausführungskontrollen.

7.2.3 Zur Erläuterung der Geotextilfunktionen

Die Kenntnis der Geotextilfunktionen ist zur sachgemässen Beurteilung einer vorliegenden Bauaufgabe unerlässlich. Deshalb wurde die Beschreibung der Funktionen den eigentlichen Dimensionierungsempfehlungen vorangestellt.

7.2.4 Zu den Dimensionierungsempfehlungen

Die Dimensionierungsempfehlungen werden anhand einiger Standardbauaufgaben, die in einer Uebersicht am Anfang der Dimensionierungsempfehlungen zusammengestellt sind, formuliert. Es wurden bewusst Bauaufgaben und keine Geotextilfunktionen zugrundegelegt, da es sich gezeigt hat, dass eine zu starke Systematisierung (Anwendungsfall - Bauaufgabe - Haupt- und Nebenfunktionen der Geotextilien usw.) die Darstellung der Sachverhalte unnötig kompliziert. Damit die allgemein dargestellten Dimensionierungsvorgänge leicht nachvollziehbar sind, wurden die Empfehlungen durch Anwendungsbeispiele ergänzt.

Die zu den ausgewählten Bauaufgaben vorliegenden Empfehlungen werden in Abschnitt 8 noch im Detail erläutert.

7.3 Zu Teil 3 der Empfehlungen: "Produktekatalog"

Der im Geotextilhandbuch [Lit. 1] veröffentlichte Produktkatalog ist ein für die Dimensionierung unerlässliches Hilfsmittel und sollte daher auch ein fester Bestandteil der vorgeschlagenen Empfehlungen werden. Falls dies aus rechtlichen Gründen nicht möglich ist, wäre eine separate Veröffentlichung des Produktkataloges, d.h. unabhängig vom Geotextilhandbuch [Lit. 1], wünschenswert.

8. ERLÄUTERUNG DER VORGESCHLAGENEN DIMENSIONIERUNGS- EMPFEHLUNGEN

8.1 Filtern

Der Abschnitt 2.4.3 des Empfehlungsentwurfes enthält die Dimensionierungshinweise zur Filterfunktion (vgl. Beilage 1).

8.1.1 Grundlagen

Die Dimensionierung von Geotextilfiltern erfolgt aufgrund von empirisch abgestützten Regeln, die analog zu den für Böden entwickelten Filterkriterien aufgebaut sind; d.h. es ist die hydraulische und mechanische Wirksamkeit nachzuweisen. Es wird hierbei angenommen, dass die Wirksamkeit massgeblich von einigen charakteristischen Korndurchmessern, vom Ungleichförmigkeitsgrad des abzufilternden Bodens sowie von der Porengeometrie eines Geotextils abhängt.

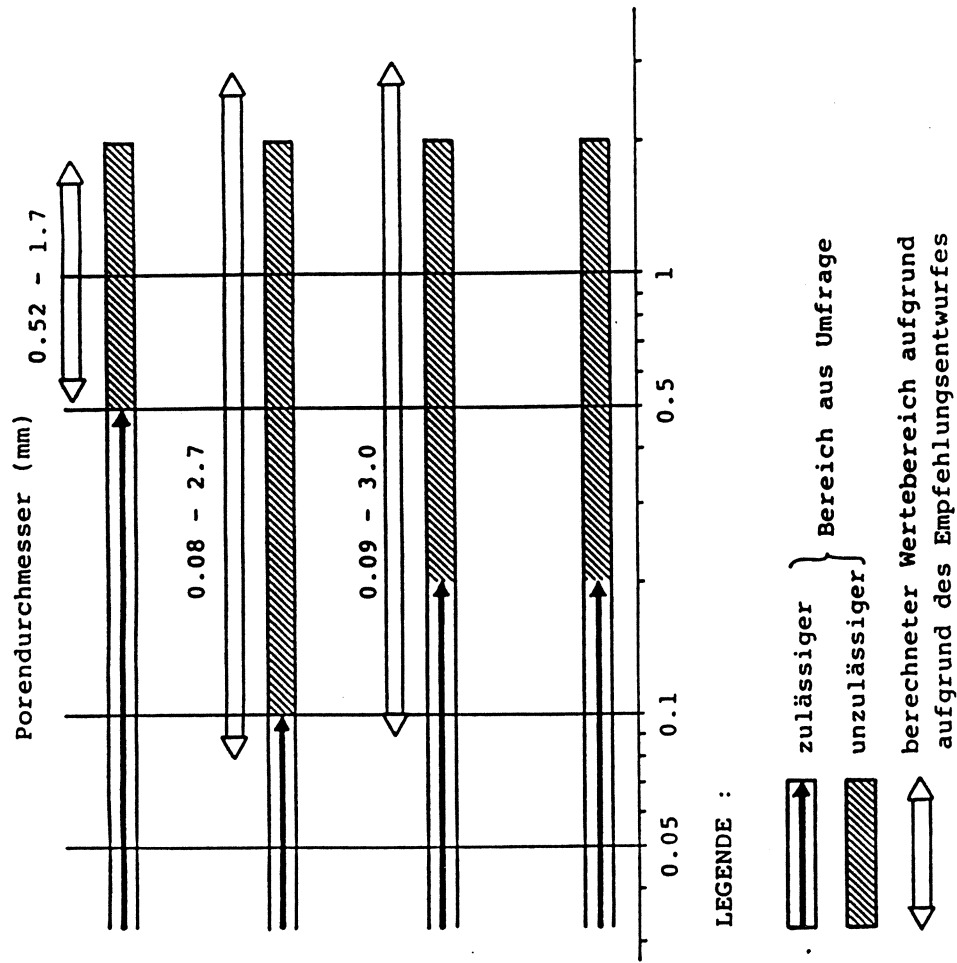
In der Vergangenheit wurden von verschiedenen Forschungseinrichtungen Filterkriterien für die Geotextilbemessung entwickelt (vgl. Lit. 13). Diese Filterkriterien hängen stark von den Randbedingungen der Versuche ab, mit deren Hilfe sie entwickelt wurden. Die Kriterien sind daher kaum untereinander vergleichbar. Beim Entwurf der Empfehlungen wurde auf die im Geotextilhandbuch [Lit. 1] veröffentlichten Kriterien zurückgegriffen.

Der grösste Nachteil aller rein empirischen Regeln besteht wohl darin, dass sie strenggenommen nur auf die Fälle übertragbar sind, für die eine experimentelle Abstützung vorliegt. Bei Verallgemeinerungen ist i.d.R. Vorsicht geboten. Aus diesem Grund wurden beim Entwurf der Empfehlungen diejenigen Anwendungen aus dem Geltungsbereich ausgeschlossen, bei denen die Filterwirkung für die Sicherheit und Funktion des Bauwerkes massgebend ist. Für die Beurteilung der nicht erfassten Fälle wird die Durchführung von Versuchen sowie die Beratung durch Spezialisten empfohlen.

8.1.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung

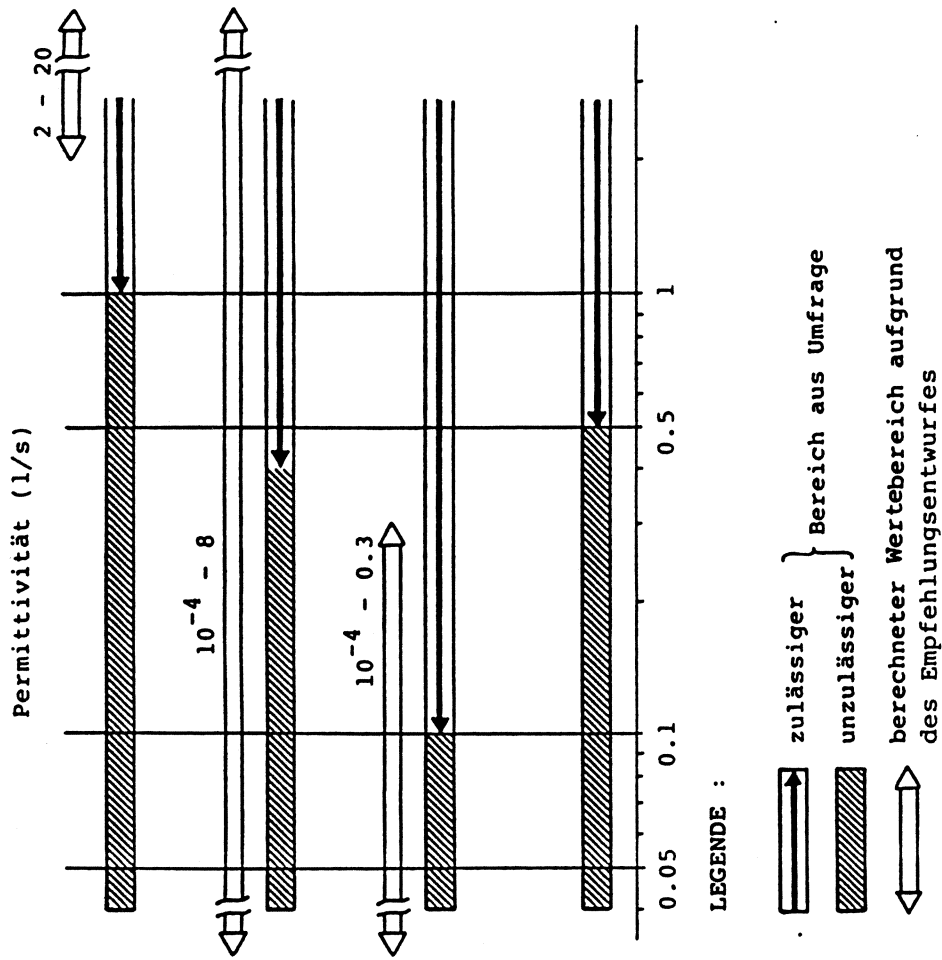
Bei einer Umfrage unter Geotextilproduzenten und Anwendern wurden Werte zur zulässigen Porenweite und zur erforderlichen Permittivität ermittelt [Lit. 11]. Die beiden eben genannten Dimensionierungsgrössen werden im folgenden kurz als zulässige Werte bezeichnet. Das Ziel der Umfrage war die Ermittlung der zulässigen Werte für einige USCS-Klassen. Zum Vergleich wurden die zulässigen Werte mit Hilfe des vorliegenden Entwurfs der Empfehlungen berechnet (vgl. Abschnitt 2.4.3.6 in Beilage 1).

Die aus der Umfrage und den Berechnungen stammenden Porendurchmesser und Permittivitäten sind in Bild 8.1 und Bild 8.2 dargestellt. Zur Berechnung der Permittivität wurde eine Geotextildicke von 1 mm angenommen.



Regelfälle	Boden A	USCS-Klassifikation
A	saubere Sande	SW, SP
B	Silt und siltige Böden	ML, GM, SM GM-ML, SM-ML GM-GC, SM-SC
C	tonhaltige Böden	GC, SC, CL-ML, CL GC-GL, SC-CL GC-CH, SC-CH
D	organische Böden	OL PT

Bild 8.1 Vergleich der zulässigen Porendurchmesser aus Umfrage und Empfehlungen



Regelfälle	Boden A		USCS-Klassifikation
	A	saubere Sande	
B	Silt und siltige Böden	ML, GM, SM GM-ML, SM-ML GM-GC, SM-SC	SW, SP
C	tonhaltige Böden	GC, SC, CL-ML, CL GC-GL, SC-CL GC-CH, SC-CH	
D	organische Böden	OL PT	

Bild 8.2 Erforderliche Permittivität aus Umfrage und Berechnung mit Hilfe des Entwurfs für die Empfehlungen

Bei Betrachtung der Ergebnisse fallen zunächst die zu einer USCS-Klasse gehörenden grossen Streuungen für die zulässigen Werte auf; d.h. die zu einer USCS-Klasse gehörenden Durchlässigkeiten können sich um 3 Zehnerpotenzen voneinander unterscheiden (vgl Tab. 2.6 in Beilage 1). Die USCS-Klassen sind daher kaum als Eingangsparameter für eine Filterdimensionierung geeignet. Als besser geeignet erscheinen einige charakteristische Grössen der Sieblinie, auch wenn diese nur grob geschätzt sind.

Die Porendurchmesser werden aufgrund der Berechnung durchweg etwas grösser erhalten als bei der Umfrage, wobei allerdings noch Ueberschneidungen der zulässigen Bereiche vorliegen. Eine vertiefte Diskussion dieses Ergebnisses scheint jedoch nicht angebracht, da verallgemeinerungsfähige Schlussfolgerungen, bedingt durch die wenigen Umfrageergebnisse, kaum zulässig sind. Die zuletztgenannte Bemerkung gilt auch für die folgende Diskussion der aus Berechnungen und der Umfrage stammenden Permittivitäten.

Die aus der Umfrage und den Berechnungen erhaltenen Permittivitäten stimmen besser überein als die Ergebnisse für die Porenweiten. Für weitergehende Schlussfolgerungen reichen aber auch hier die vorliegenden Daten nicht aus.

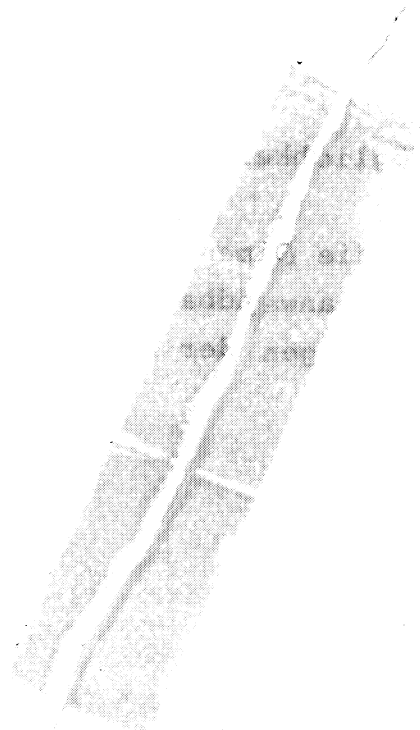
Abschliessend kann festgestellt werden, dass keine groben Widersprüche zwischen den Umfrage- und Berechnungsergebnissen vorliegen. Diese Aussage wird allerdings durch die geringe Umfragebeteiligung abgeschwächt.

8.1.3 Möglichkeiten zur vereinfachten Darstellung

Wie in Abschnitt 8.1.3 erläutert, sind die USCS-Klassen als Eingabeparameter einer Filterdimensionierung ungeeignet. Der Dimensionierung muss die Sieblinie des abzufilternden Bodens zugrundegelegt werden. Eine weiter vereinfachte Darstellung der Dimensionierungsempfehlungen ist daher kaum möglich. Auf die Ermittlung der Eingabegrößen wurde nicht verzichtet, da hierbei erfahrungsgemäss meist die grössten Schwierigkeiten auftreten und die Angabe einiger Richtwerte hilfreich ist.

8.1.4 Offene Fragen

Die Formulierung von verbesserten Filterkriterien für Böden und Geotextilfilter ist zur Zeit Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten. Von Seiten des VSS könnte hier ein wertvoller Beitrag durch die Sammlung und Auswertung zukünftiger praktischer Erfahrungen geleistet werden.



8.2 Drainieren

Der Abschnitt 2.4.4 des Empfehlungsentwurfes enthält die Dimensionierungsangaben zum Nachweis der Drainfunktion (vgl. Beilage 1). Die Anwendung auf die Drainage von Stützbauwerken ist in einer separaten Empfehlung erfasst (vgl. hierzu Abschnitt 2.4.5 in Beilage 1).

8.2.1 Grundlagen

Die erforderliche Transmissivität wird aufgrund der Annahme der Gültigkeit des Darcyschen Gesetzes ermittelt. Diese Annahme ist wohl für die meisten Anwendungen gerechtfertigt und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

8.2.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung

Umfrageergebnisse [Lit. 11] liegen nur für die Drainage von Stützbauwerken vor und werden in Abschnitt 8.3.2 diskutiert.

8.2.3 Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung

Da die Dimensionierungsempfehlungen zum Drainieren allgemein anwendbar sein sollen, erscheinen weitere Vereinfachungen der Darstellung kaum möglich.

8.2.4 Offene Fragen

Hinsichtlich der Grundlagen sind hier kaum weitere offene Fragen zu klären. Für den Anwender relevante Fragen betreffen die Langzeitwirkung von Drainagen und die Ermittlung der anfallenden Wassermenge für komplexere Randbedingungen.

8.3 Drainieren/Stützmauer

Der Entwurf der Dimensionierungsempfehlungen kann dem Abschnitt 2.4.5 der Beilage 1 entnommen werden.

8.3.1 Grundlagen

Die Grundlagen zum Nachweis der Filter- und Drainagewirkung wurden bereits in den Abschnitten 8.1.1 und 8.2.1 erläutert. Die anfallende Wassermenge wird nach Dupuit wie für einen Sickerschlitze berechnet. Die Reichweite der Absenkung und die Ergiebigkeit des Sickerschlitzes wird nach Sichardt abgeschätzt. Die erforderliche Transmissivität wird mit Hilfe der berechnete Wassermenge ermittelt.

8.3.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung

Für die Drainage von Stützbauwerken liegen Umfrageergebnisse für die erforderliche Transmissivität vor. (vgl. Lit. 11 sowie Bild 8.3). Bei der Umfrage sollten die Transmissivitäten für einen wenig durchlässigen Boden ($K < 10^{-6}$ m/s), einen Boden mit mittlerer Durchlässigkeit ($10^{-6} < K \leq 10^{-5}$ m/s) sowie für einen durchlässigen Boden ($K > 10^{-5}$ m/s) angegeben werden. Die Angaben über die Höhe des absenkenden Wasserspiegels waren nicht genauer spezifiziert. Es kann davon ausgegangen werden, dass von den Befragten eine Höhe von 5 m bis 10 m angenommen wurde.

Für die bei der Umfrage zugrundegelegten K-Werte wurden die erforderlichen Transmissivitäten mit Hilfe von Bild 2.20 (vgl. Beilage 1) ermittelt. Den Berechnungen der Transmissivität wurde eine Wasserspiegelhöhe von 10 m zugrundegelegt. Die Umfrage- und die Berechnungsergebnisse sind in Bild 8.3 dargestellt.

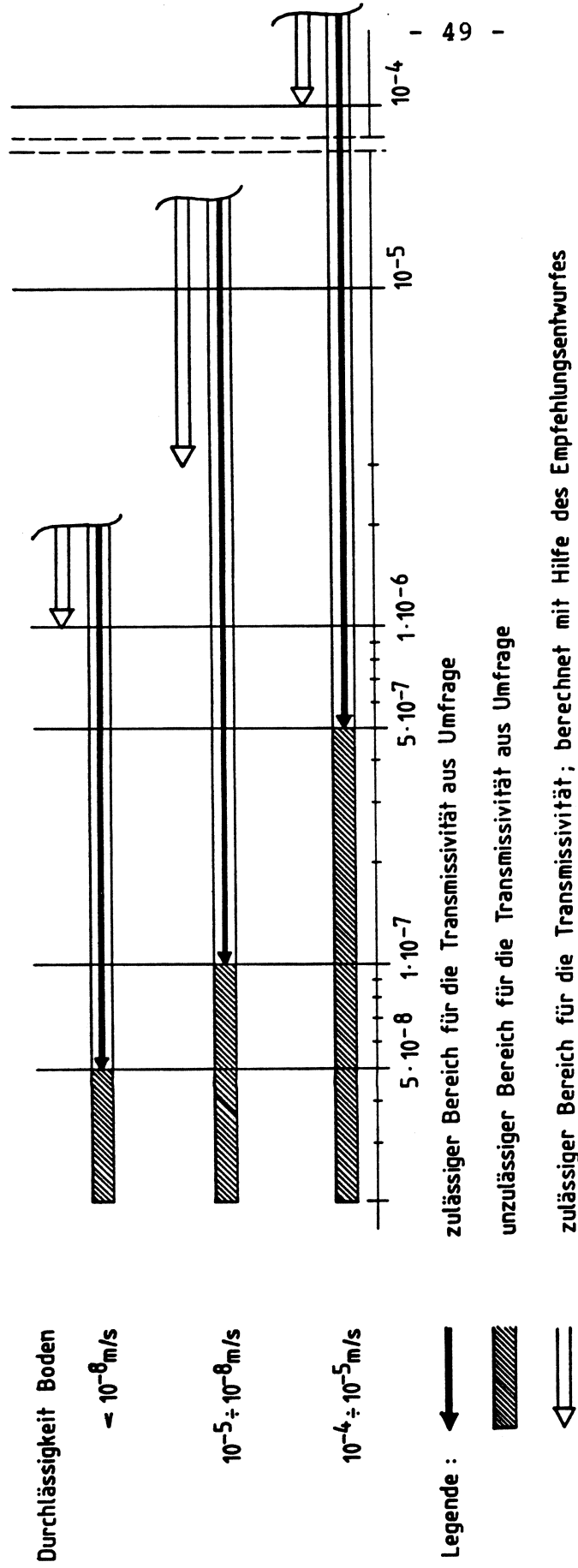


Bild 8.3 Erforderliche Transmissivität für vertikale Drainagen hinter Stützbauwerken; Gegenüberstellung von Umfrage- und Berechnungsergebnissen

Die berechneten Transmissivitäten sind in der Grössenordnung von 10^{-6} m²/s bis 10^{-4} m²/s und somit um eine bis zwei Zehnerpotenzen grösser als die aus der Umfrage stammenden Transmissivitäten. Ursache für die grossen Abweichungen dürfte die bei der Berechnung angenommene grosse Wasserspiegelhöhe sowie der bei der Berechnung berücksichtigte Sicherheitsfaktor von $f = 5$ sein.

Andererseits ist die Transmissivität von handelsüblichen Geotextilien grösser als 10^{-6} m²/s; d.h. für Böden mit mittlerer Durchlässigkeit und bei Wasserspiegelhöhen bis zu 5m, ist für die Transmissivität kein besonderer Nachweis erforderlich. Die erforderlichen Transmissivitäten sind dann immer kleiner als der ohnehin vorhandene Wert von 10^{-6} m²/s. Aufgrund dieses Ergebnisses könnten die Empfehlungen noch weiter vereinfacht werden.

8.3.3 Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung

Für Böden mit mittlerer Durchlässigkeit und Absenktiefen bis zu 5 m könnte auf einen genaueren Nachweis der erforderlichen Transmissivität verzichtet werden, sofern ein Geotextiltyp eine Transmissivität von mehr als 10^{-6} m²/s aufweist. Für eine noch weitergehende Vereinfachung müsste der Geltungsbereich auf die eben genannten Absenktiefen und Durchlässigkeit eingeschränkt werden. Innerhalb eines derart eingeschränkten Geltungsbereiches könnte dann einheitlich eine erforderliche Transmissivität von 10^{-6} m²/s empfohlen werden.

8.3.4 Offene Fragen

Offene Fragen betreffen weniger die Grundlagen. Von besonderem Interesse erscheinen vielmehr gut dokumentierte Praxiserfahrungen mit den vorliegenden Empfehlungen, Erfahrungsberichte über die Langzeitbeständigkeit von Drainagen sowie praxiserprobte Ausführungshinweise. Insbesondere wären detaillierte Angaben zur bewährten konstruktiven Ausbildungen für einige Standardfälle hilfreich.

8.4 Trennen/Baupiste

Der Entwurf dieser Dimensionierungsempfehlung kann dem Abschnitt 2.4.6 der Beilage 1 entnommen werden.

8.4.1 Grundlagen

Bei der Dimensionierung für die Trennfunktion stehen die folgenden Fragestellungen im Vordergrund:

- Vermeidung von Beschädigungen des Geotextils infolge des Einbau- und Schüttvorganges
- Verhinderung der Durchmischung von Schüttmaterial und Untergrund infolge Verdichten und Befahren
- Durchstanzen infolge Radlasten und Bildung tiefer Spurrillen verhindern

Diese Fragestellungen sind theoretisch nur schwer zugänglich. Man ist daher bisher vorwiegend auf empirisch begründete Dimensionierungsgrundlagen angewiesen.

Die vorliegende Dimensionierungsempfehlung für die Trennfunktion (Verhinderung von: Durchmischung, Durchstanzen, Spurrillenbildung) wurde mit Hilfe der im Geotextilhandbuch [Lit.1] angegebenen Formeln erstellt (vgl. Tab. 2.33 in Beilage 1). Die Formeln gehen auf Arbeiten des Comité Français de Géotextiles [Lit. 3] zurück und wurden aufgrund von Beobachtungsergebnissen rein empirisch aufgestellt.

Derartige Formeln sind strenggenommen nur auf die Fälle anwendbar, die zu ihrer Aufstellung zugrundegelegt wurden; d.h. Extrapolationen auf der Grundlage derartiger Formeln sind fragwürdig. Im folgenden Abschnitt 8.4.2 werden daher Vergleichsrechnungen mit diesen Formeln angestellt.

Die Dimensionierungsempfehlung zur Vermeidung von Beschädigungen infolge Einbau verwenden ebenfalls die im Geotextilhandbuch [Lit.1] angegebenen Grundlagen (vgl. Abschnitt 2.4.6 der Beilage 1). Auch diese Dimensionierungsempfehlungen sind rein empirisch abgestützt.

8.4.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung

In Tab. 2.33 der Beilage 1 sind die Werte für die erforderlichen Schütthöhen, Reisskräfte und Reissdehnungen zusammengestellt. Diese Tabellenwerte dienen zum Nachweis, dass Vermischen und Durchstanzen sowie tiefe Spurrillen nicht auftreten.

Aufgrund der den Tabellenwerten zugrundeliegenden Formeln ergeben sich die erforderlichen Reisskräfte und Reissdehnungen in der Größenordnung von 10 KN/m und 15 %. Die erforderliche Reisskraft von 10 KN/m kann mit praktisch allen gebräuchlichen Geotextiltypen nachgewiesen werden. Die erforderliche Reissdehnung von 15% ist dagegen i.d.R. nur mit Vliesen nachweisbar, die aber wiederum nur vergleichsweise geringe Zugkräfte aufnehmen können. Während die erforderlichen Reissdehnungen von 15 % im Hinblick auf die Bauwerksverformungen bei Baupisten meist nicht problematisch sind, sind dagegen für permanente Dammbauwerke wenig dehnbare Geotextilen mit hoher Reissfestigkeit erforderlich.

Damit im Dammbau für die Trennfunktion (im Bauzustand erforderlich) und für die Bewehrung der Dammaufstandsfläche derselbe Geotextiltyp eingesetzt werden kann, wurden in Tab. 2.33 (Beilage 1) verminderte Reissdehnungen bei gleichzeitig erhöhter Reissfestigkeit zugelassen. Die Prozedur zur Berechnung der erhöhten Reissfestigkeiten wurde hierbei dem Geotextilhandbuch [Lit. 1] entnommen.

Für Verkehrslasten von 10 bis 50 LW/Tag und 50 bis 100 LW/Tag ergeben sich aufgrund des Geotextilhandbuches [Lit. 1] etwa die gleichen Geotextilanforderungen. Aus diesem Grund wurde in Tab. 2.33 (Beilage 1) nur eine Verkehrsklasse von 10 bis 100 LW/Tag berücksichtigt.

Für die nun noch zu diskutierenden Vergleichsrechnungen wurde von den folgenden Standardfällen für Baupisten ausgegangen:

- Untergrund mit CBR-Werten: 0.5%, 1%, 2%, 3%
- Verkehrslast von 10 - 50 LW/Tag und/oder 10'000 - 50'000 t Gesamtlast; d.h. mittlere Verkehrslast
- Spurrillentiefe nicht grösser als 5 cm
- Kiessand als Schüttmaterial
- eine Geotextillage in der Aufstandsfläche mit einer Reissfestigkeit von $r = 14 \text{ KN/m}$

Mit diesen Eingabeparametern wurden die erforderlichen Schütthöhen mit Hilfe der folgenden Berechnungsvorschläge ermittelt:

A

Bemessungstabelle 2.33 in Beilage 1 (vorliegende Dimensionierungsempfehlung)

B

Umfrageergebnisse [Lit. 11]

C

Geotextilhandbuch der Chemie Linz AG [Lit. 4]

D

Berechnungsvorschlag aus Lit. [10]; hierbei wird davon ausgegangen, dass keine Geotextileinlage vorhanden ist.

Für den Untergrund wurde ein Cu-Wert von 12 KN/m² angenommen, was für CBR-Werte < 3% etwa zutrifft.

Die Berechnungsergebnisse für die erforderlichen Schütthöhen sind in Tab.8.1 zusammengestellt.

	erforderliche Schütthöhe [cm] berechnet nach			
CBR [%]	¹⁾ A	¹⁾ B	¹⁾ C	¹⁾ D
0.5	31	30 - 45	75	90
1.0	29		55	
2.0	26		30	
3.0	23		20	

¹⁾vgl. Bemerkung im Text oben zur Literaturangabe

Tab. 8.1 Vergleich der erforderlichen Schütthöhen

Aufgrund des Vergleichs der erforderlichen Schütthöhen für die Fälle A,B,C (1 Geotextillage) mit Fall D (kein Geotextil) zeigt, dass die Schütthöhe durch den Geotextileinsatz erheblich reduziert werden kann. Im folgenden werden nur noch die Ergebnisse A,B,C (1 Geotextillage) der Tab. 8.1 weiter diskutiert.

Für $\text{CBR} > 2\%$ stimmen die Ergebnisse A,B,C für die Schütthöhe recht gut überein. Für kleinere CBR-Werte ($\text{CBR-Werte} < 2\%$) sind die Unterschiede dagegen erheblich. Die Ursache für diese grossen Abweichungen könnte darin liegen, dass mit den empirischen Formeln für kleine CBR-Werte extrapoliert wird. Anders ausgedrückt: Für kleine CBR-Werte liegen offenbar nicht genügend Versuchsergebnisse zur Abstützung der empirischen Formeln vor. Anwendungen mit CBR-Werten von weniger als 2% sollten daher vorerst aus dem Geltungsbereich der Empfehlungen ausgenommen werden. Da im Verbreitungsgebiet der vorgeschlagenen Empfehlung ohnehin Böden mit $\text{CBR} < 2\%$ eher selten sind, ergeben sich hieraus keine grossen Einschränkungen für die Verwendbarkeit der Dimensionierungsempfehlungen.

8.4.3 Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung

Für den Untergrund, das Schüttmaterial und die Lasten wurden bereits grobe Klassen eingeführt. Die Möglichkeiten zur vereinfachten Darstellung sind daher bereits weitgehend ausgenutzt.

8.4.4 Offene Fragen

Die vorliegenden Dimensionierungsempfehlungen basieren auf der rein empirischen Auswertung von Versuchsdaten. Eine zumindest teilweise theoretisch abgestützte Dimensionierung (System: Untergrund, Geotextil, Schüttung, Verkehrslast) wäre jedoch aus mehreren Gründen wünschenswert: Auswertevorschrift für Versuchsergebnisse, besseres Verständnis der Wirkungsweise und damit gezielte Einsatzplanung für Geotextilien.

Weiterhin sind die Dimensionierungsempfehlungen insbesondere für kleinere CBR-Werte ($\text{CBR} < 2$) nicht genügend abgesichert (vgl. Abschnitt 8.4.2). Für diesen CBR-Bereich sind demnach weitere Untersuchungen (theoretisch und experimentell) notwendig.

Der Ansatz von Partialsicherheitsfaktoren ist bei den Empfehlungen nicht berücksichtigt. In dieser Hinsicht sind die Empfehlungen daher z.B. nicht mit den Empfehlungen "Bewehren/Dammbau" kompatibel. Die Frage nach dem Ansatz der Partialsicherheitsfaktoren sollte daher noch weiter abgeklärt werden.

8.5 Bewehren/Dammbau

Der Entwurf dieser Dimensionierungsempfehlung kann dem Abschnitt 2.4.7 der Beilage 1 entnommen werden.

8.5.1 Grundlagen

Für die Dimensionierung von Dämmen auf weichem Untergrund, bei denen die Aufstandsfläche durch eine Zugeinlage verstärkt ist, liegen bisher keine einfach anwendbaren Empfehlungen vor. Meist muss die Standsicherheit mit einer der in Bodenmechanik gebräuchlichen Methode für jeden Einzelfall neu berechnet werden. Die Anwendung derartiger Verfahren ist, auch beim Einsatz von Computern, recht aufwendig und zudem, wenn der massgebende Bruchmechanismus gefunden werden soll (Optimierung), meist recht verwickelt. Aus diesem Grund wurden für die vorliegenden Empfehlungen Diagramme und Tabellen entwickelt, mit deren Hilfe die Dimensionierung einfach erfolgen kann. Die zur Aufstellung der Diagramme und Tabellen verwendeten Berechnungsgrundlagen werden nachfolgend angegeben.

Bei einem Damm auf weichem Untergrund kann vereinfacht zwischen den folgenden Versagensarten unterschieden werden:

Böschungsbruch

Versagen auf einer Gleitfläche durch den Damm- und den Dammuntergrund

Grundbruch

Der gesamte Damm versinkt im weichen Untergrund; sog. Ausquetschen einer weichen Schicht unter dem Damm.

Abgleiten auf der Dammaufstandsfläche

Infolge zu grosser Schubspannungen gleitet der Damm auf der Aufstandsfläche ab.

Für die in den Empfehlungen erfassten Dämme, mit Kronenhöhen bis zu 5 m, spielt das Abgleiten auf der Aufstandsfläche keine Rolle. Im folgenden wird daher nur der Grund- und Böschungsbruch weiter untersucht.

Grundbruch

Der angenommene Bruchmechanismus und die für die Dammgeometrie verwendeten Bezeichnungen können Bild 8.4 entnommen werden.

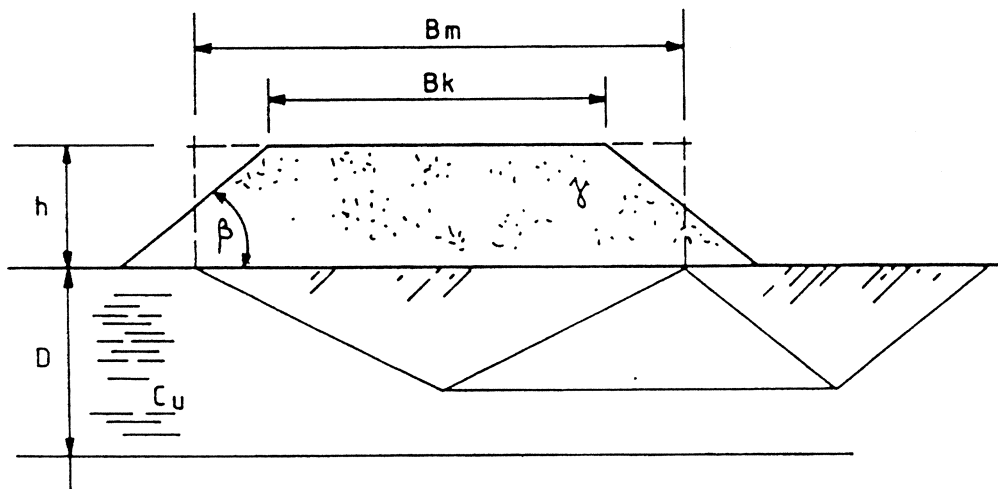


Bild 8.4 Bruchmechanismus für Versagen infolge von Grundbruch

Die Berechnungsannahmen sind wie folgt:

- Nachweis der Anfangsstandsicherheit für Versagen infolge von Grundbruch; d.h. für die Festigkeit des Dammuntergrundes ist die undrainierte Kohäsion c_u massgebend.
- Der Damm wird durch eine schlaffe Oberflächenlast mit der Lastbreite:

$$B_m = B_K + 2h/\tan \beta \quad (8.1)$$

ersetzt. Flächenlasten auf der Dammkrone können zur Dammauflast: $\gamma \cdot h$ hinzuaddiert werden.

Für den in Bild 8.4 dargestellten Bruchmechanismus wurden die Grenzzustandsgleichungen aufgestellt und die Geometrie des Bruchmechanismus durch (numerische) Optimierung so bestimmt, dass der für die Standsicherheit massgebende Tragfähigkeitsfaktor:

$$K_a = c_u/\gamma h \quad (8.2)$$

maximal wird. Für $D/B_m > 0.663$; d.h. für grosse Dicken der wenig tragfähigen Schicht, ergibt sich $K_a = 0.189 = \text{konst.}$ Die Ergebnisse der Berechnungen sind beispielhaft in Bild 2.30 (vgl. Beilage 1) dargestellt. Mit Hilfe dieses Diagrammes kann der Grundbruchnachweis einfach geführt werden. Die angegebenen Partialsicherheitsfaktoren wurden den einschlägigen DIN-Empfehlungen entnommen.

Böschungsbruch

Der angenommene Bruchmechanismus und die für die Damngeometrie verwendeten Bezeichnungen können Bild 8.5 entnommen werden.

- Für den Bruchmechanismus wurde die Grenzzustandsgleichung aufgestellt und die Gleitkreisgeometrie (r, α) so ermittelt, dass die freigeschnittene Zugkraft Z des Geotextils:

$$Z^* = Z/\gamma h^2 \quad (8.3)$$

zu gegebenen Parametern:

$$K_a = c_u/\gamma h$$

$$p^* = p/\gamma h \quad (8.4)$$

$$\zeta = D/h$$

$\emptyset$: Reibungswinkel Dammschüttmaterial

β : Böschungsneigung

maximal wird. Diese Optimierungsaufgabe wurde numerisch gelöst.

Durch Vergleichsrechnungen konnte nachgewiesen werden, dass für grosse Dicken der wenig tragfähigen Schicht ($D/B_m \geq 0.663$) immer der Grundbruch für das Versagen massgebend ist. Für kleinere Dicken der wenig tragfähigen Schicht ($D/B_m < 0.663$) sind immer beide Versagensarten (Grund- und Böschungsbruch) nachzuweisen. Ist für kleine Dicken der wenig tragfähigen Schicht der Böschungsbruch für das Versagen massgebend, so kann die Standsicherheit durch eine Zugeinlage verbessert werden. Zur Dimensionierung sind in Beilage 1 Tabellen und Diagramme angegeben.

Die Darstellung in Tabellen und Diagrammen ist wegen der grossen Parameterzahl recht umfangreich, jedoch einfach anzuwenden. Der Dimensionierungsvorgang könnte jedoch noch wesentlich vereinfacht werden, wenn das Computerprogramm zur Optimierung, z.B. auf einer Diskette, den Empfehlungen beigegeben würde.

Die Partialsicherheitsfaktoren wurden den einschlägigen DIN-Empfehlungen entnommen.

8.5.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung

Den Vergleichsrechnungen wird zunächst ein im Geotextilhandbuch angegebenes Beispiel zugrundegelegt. Anschliessend werden die Umfrageergebnisse diskutiert.

Den Vergleichsrechnungen liegen die folgenden Eingabedaten für einen Damm zugrunde: $h = 4\text{ m}$, $B_K = 10\text{ m}$, $\beta = 26^\circ$, $D = 3\text{ m}$, $\gamma = 20\text{ KN/m}^3$, $\phi = 32^\circ$, $c_u = 15\text{ KN/m}^2$, $p = 10\text{ KN/m}^2$. Für diese Daten soll die Standsicherheit nachgewiesen und die im Gebrauchszustand erforderliche Zugkraft ermittelt werden.

Berechnungsverfahren	Quelle	Zugkraft [kN/m]
Blockgleiten	Geotextilhandbuch [Lit. 1]	128
Gleitkreis/ Bishop	-"-	96
Janbu	-"-	113
Gleitkreis	Beilage 1 der Empfehlungen	87

Tab 8.2 Gegenüberstellung der im Gebrauchszustand erforderlichen Zugkräfte

Die mit den vorliegenden Empfehlungen berechneten Ergebnisse können von dem in Abschnitt 2.4.7.8 der Beilage 1 angegebenen Berechnungsbeispiel übernommen werden. Demnach ist der Böschungsbruch für das Versagen massgebend. Die erforderliche Zugkraft (Gebrauchszustand) ergibt sich zu $Z = 87 \text{ KN/m}$. In Tab. 8.2 ist dieses Ergebnis, zusammen mit den im Geotextilhandbuch [Lit.1] angegebenen Zugkräften, zusammengestellt. Den Zugkraftangaben des Geotextilhandbuches liegt ein globaler Standsicherheitsfaktor von 1.3 zugrunde. Die berechneten Zugkräfte streuen um etwa $\pm 20\%$ um einen Mittelwert von $Z = 106 \text{ KN/m}$.

Angesichts der unterschiedlichen Rechenannahmen und Sicherheitsdefinitionen ist diese Streuung erstaunlich gering. Die unterschiedlichen Berechnungsmethoden bestätigen sich daher gegenseitig recht gut, wobei allerdings der Berechnung mit Partialsicherheitsfaktoren der Vorzug zu geben ist: Die Sicherheitsdefinition auf der Grundlage von Partialsicherheiten ist universell einsetzbar und berücksichtigt die Streuungen mit dem notwendigen Gewicht genau dort, wo die Streuungen tatsächlich auftreten. Die in Beilage 1 vorgeschlagene Zugkraftberechnung kann daher als einfach anwendbar und durch andere Methoden abgesichert bewertet werden.

Im Rahmen der Umfrage (vgl. Lit. 11) sollte die erforderliche Zugkraft für einen 2 m hohen Damm ermittelt werden. Für den Untergrund wurden die folgenden Bodenklassen nach SN 670 010 vorgegeben: SM, SC, SM-ML, SC-CL, SC-CH, ML, CL-ML sowie CH. Zur Bodenklassifizierung ist zu bemerken, dass zu diesen Klassen, deren Einteilung primär aufgrund der Kornverteilung erfolgt, nur schwer Tragfähigkeitsklassen und daher c_u -Werte zugeordnet werden können. Im vorliegenden Fall erscheint daher die SN 670 010-Einteilung als nicht so sehr geeignet für die Klassifizierung des Dammuntergrundes.

Aufgrund der Umfrage ergab sich eine erforderliche Reisskraft von 30 kN/m. Aufgrund von Vergleichsrechnungen, mit den vorliegenden Empfehlungen, gehört zu dieser Zugkraft ($Z = 30 \text{ kN/m}$) eine undrainierte Kohäsion von $c_u \approx 8 \text{ kN/m}$, was einem Boden mit sehr schlechter Tragfähigkeit entsprechen würde. Diese schlechte Tragfähigkeit steht im Widerspruch zu den Tragfähigkeiten, die den vorgegebenen SN 670 010-Klassen entsprechen. Die Umfrageergebnisse für die Zugkraft sind daher als eher konservativ zu bewerten. Dies gilt insbesondere dann, wenn die angegebenen Zugkräfte zum Gebrauchszustand (keine Erhöhung mit Partialsicherheit) gehören sollen. Für eine Bewertung des Empfehlungsentwurfes, auf der Grundlage der Umfrage, liegen zu wenig Umfrageergebnisse vor.

8.5.3 Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung

Es soll hier vor allem diskutiert werden, wie die Zahl der vorliegenden Bemessungstabellen reduziert und der Bemessungsvorgang noch weiter vereinfacht werden kann.

Zur Reduktion der Bemessungstabellen müssten die meist vorkommenden Parametersätze identifiziert und in die Empfehlung aufgenommen werden. Angesichts der grossen Zahl der Parameter und der zugehörigen grossen Wertebereiche, gelangt man jedoch hierdurch kaum zu einer wesentlichen Reduktion des Tabellenumfanges. Weitaus sinnvoller erscheint, dass das zur Berechnung der Böschungsbruchsicherheit vorliegende Programm den Empfehlungen beigegeben wird (Diskette).

Der Nachweis der Grundbruchsicherheit und die Identifikation des massgebenden Standsicherheitsnachweises kann wohl kaum umgangen oder weiter vereinfacht werden.

8.5.4 Offene Fragen

Die angegebenen Partialsicherheitsfaktoren wurden einschlägigen DIN-Empfehlungen entnommen; d.h. auf die vorliegende Geotextilanwendung übertragen. Es fehlt eine Absicherung dieser Partialsicherheitsfaktoren entweder auf probabilistischen Grundlagen oder aufgrund der Auswertung von Fallbeispielen für Dämme.

8.6 Bewehren/Stützbauwerke

Der Entwurf dieser Dimensionierungsempfehlung kann dem Abschnitt 2.4.8 der Beilage 1 entnommen werden.

8.6.1 Grundlagen

Als Dimensionierungsgrundlage dient eine von Gudehus und Schwing [Lit. 8] veröffentlichter Berechnungsvorschlag. Für unbelastete vertikale Wände liegt ein einfach anzuwendendes Bemessungsdiagramm zur Ermittlung der erforderlichen Länge und Zugkraft vor. Angaben zu den Partialsicherheitsfaktoren und Erddruckansätzen (verkleidete Wände) wurden ebenfalls von Gudehus und Schwing übernommen. Die der Dimensionierung zugrundeliegenden Berechnungsannahmen sind durch Modellversuche verifiziert (vgl. Lit.8).

8.6.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung

Den folgenden Vergleichsrechnungen wird ein im Geotextilhandbuch [Lit. 1] veröffentlichtes Fallbeispiel für eine senkrechte Wand zugrundegelegt:

- $h = 6 \text{ m}$
- $\Delta h = h/i = 6/8 = 0.75 \text{ m}$; d.h. $i = 8$ - Zugeinlagen
- $\varnothing = 30^\circ$
- $\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$
- $p = 60 \text{ kN/m}^2$ (inkl. Sicherheitszuschlag)

Es soll die erforderliche Länge und Zugkraft für die Geotextileinlagen ermittelt werden (vgl. Abschnitt 2.4.8 der Beilage 1):

$$\text{cal } \emptyset = 30^\circ / 1.15 = 26^\circ$$

$$\xi = 0.75/6 = 0.125.$$

Aus Bild 2.60 der Beilage 1 ermittelt man somit:

$$\lambda = 65\%$$

$$z^* = 0.07$$

und:

$$\text{erf } l \geq 65.6/100 = \underline{3.9 \text{ m}}$$

$$\begin{aligned} \text{erf } Z &> 0.07 \cdot 18.6^2 + 60 \cdot \text{tg}^2 (45 - 26/2) \cdot 0.75 = \\ &= 45 + 17 = \underline{62 \text{ KN/m}} \end{aligned}$$

Die erforderliche Zugkraft gehört zum Gebrauchszustand.

Für das eben untersuchte Fallbeispiel wurden im Geotextilhandbuch die Zugkräfte nach mehreren Methoden ermittelt. Diese Ergebnisse sind in Tab. 8.3 zusammengestellt.

Die in Tab. 8.3 angegebenen Berechnungsergebnisse zeigen, dass mit Hilfe der vorliegenden Empfehlung die kleinste erforderliche Länge und die grösste erforderliche Zugkraft ermittelt wird, wobei die erforderliche Länge jedoch beinahe mit dem ENKA-Berechnungsergebnis übereinstimmt.

Methode	erf l [m]	erf Z [kN/m]	Anzahl Zugeinlagen
¹⁾ Broms	6.2	33	7
¹⁾ Rüegger	5.5	34	8
¹⁾ Enka	4.5	36	7
	4	36	8
¹⁾ Jaecklin	4.8	36	8
Empfehlungs- + entwurf, Beilage 1	3.9	63	8

¹⁾ vgl. Geotextilhandbuch [Lit. 1]

Tab. 8.3 Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse für eine senkrechte Wand

Es kann davon ausgegangen werden, dass mit der vorliegenden Empfehlung die Zugkraft infolge von grossflächigen Auflasten eher etwas überschätzt wird. Dies wird mit der vereinfachten Berücksichtigung von grossflächigen Auflasten begründet. Allerdings ergibt sich die erforderliche Zugkraft mit erf Z = 45 kN/m bereits ohne Auflast grösser als die erforderlichen Zugkräfte aufgrund der anderen aufgeführten Berechnungsmethoden (vgl. Tab. 8.3), bei denen die Auflast in der Zugkraftangabe enthalten ist. Bei der Bewertung der Berechnungsergebnisse ist wohl entscheidend, dass der Bruchmechanismus für das Versagen massgebend ist, für den die Zugkraft maximal wird. Dies ist demnach der den vorliegenden Empfehlung zugrundeliegende Bruchmechanismus, der zudem durch Versuche verifiziert ist (vgl. Lit. [8]). Für die Anwendung werden daher die Ergebnisse der vorliegenden Empfehlung (Beilage 1) empfohlen. Bei Ansatz einer Partialsicherheit von $\eta_s = 4$ müssten die Zugeinlagen auf eine Reisskraft von 248 kN/m bemessen werden. Für derartig hohe Reisskräfte kommen nur wenige Geotextiltypen in Frage. Man würde wohl deshalb im vorliegenden Fall den Abstand der Zugeinlagen verringern.

Der Umfrage [Lit. 11] wurden bis zu 4 m hohe Böschungen mit Neigungen zwischen 70° und 80° zugrundegelegt. Der Abstand der Zugeinlagen war auf maximal $\Delta h = 0.5\text{ m}$ begrenzt. Unter diesen Voraussetzungen ergab sich somit aus der Umfrage eine erforderliche Zugkraft von $Z \approx 25 \text{ kN/m}$. Ueber die erforderliche Länge liegen keine Angaben vor. Aufgrund der Empfehlung ergibt sich $\text{erf } Z = 26 \text{ kN/m}$ und $\text{erf } l = 1.8 \text{ m}$ für: $\Delta h = 0.5 \text{ m}$, $\alpha = 30^\circ$. Die für den Gebrauchszustand berechnete Zugkraft stimmt daher recht gut mit dem Umfrageergebnis überein. Allerdings ist nicht klar, ob sich die Zugkraftangaben bei der Umfrage auf den Gebrauchs- oder Bruchzustand beziehen. Eine abschliessende Bewertung des Vergleichs von Umfrage- und Berechnungsergebnissen ist daher nicht möglich.

8.6.3 Möglichkeiten zur weiter vereinfachten Darstellung

Mit Hilfe des in Bild 2.60 (Beilage 1) angegebenen Bemessungsdiagrammes könnten für einige ausgewählte Parametersätze (h , Δh , ϕ , p) Tabellen mit den erforderlichen Längen und Zugkräften erstellt werden, mit denen die Dimensionierung dann noch einfacher durchführbar wäre.

8.6.4 Offene Fragen

Das vorliegende Rechenmodell sollte für Fälle mit geneigten Wänden und Oberflächenlasten erweitert werden. Hierzu sind bereits Arbeiten in Vorbereitung (vgl. Gudehus und Schwing [Lit.8]).

Durch den Einsatz von bindigen oder schwach bindigen Schüttmaterialien könnten erhebliche Kosteneinsparungen erzielt werden. Entsprechende Untersuchungen (Kriechen, Anwendungsgrenzen) liegen bisher noch kaum vor.

8.7 Oberflächenschutz

Der Entwurf dieser Dimensionierungsempfehlung kann dem Abschnitt 2.4.9 der Beilage 1 entnommen werden.

8.7.1 Grundlagen

Die vorliegenden Empfehlungen basieren auf den Angaben des Geotextilhandbuches zum Schützen von im Tagbau erstellten unterirdischen Bauwerken. Für Angaben zu den Grundlagen wird daher auf die Ausführungen im Geotextilhandbuch verwiesen.

8.7.2 Vergleichsrechnungen und Bewertung

Bei der Umfrage (vgl. Lit. 11) wurden die erforderlichen Werte für die Dicke und das Flächengewicht für 3 verschiedene Verfüllmaterialien ermittelt. Die vorliegenden Empfehlungen stützen sich dagegen auf die Angaben im Geotextilhandbuch (Lit. 1) ab, in dem nach mechanischen, hydraulischen sowie chemisch-biologischen Bemessungsgrößen unterschieden wird, wobei für die mechanischen Größen Angaben zur erforderlichen Reisskraft, der Reissdehnung und zum Durchschlagwiderstand vorliegen. Die Dimensionierungsangaben der vorliegenden Empfehlungen und aus der Umfrage sind daher nicht direkt vergleichbar.

Die im Geotextilhandbuch [Lit. 1] vorgeschlagenen mechanischen Dimensionierungsgrössen wurden aus den folgenden Gründen den aus der Umfrage ermittelten Dimensionierungsgrössen vorgezogen: Die in der Umfrage verwendete Dicke und das Flächengewicht sind korreliert und daher nicht gleichzeitig als Dimensionierungsgrössen geeignet. Zudem sind Geotextilprodukte mit grossen Dicken und Flächengewichten denkbar, die aufgrund der Umfrageergebnisse für die Dimensionierung geeignet wären, aber tatsächlich nur über einen geringen Durchschlagwiderstand verfügen. Bei einem zu geringen Durchschlagwiderstand wird jedoch die Schutzfunktion nicht erfüllt. Die Verwendung der Reisskraft, der Reissdehnung sowie des Durchschlagwiderstandes als Dimensionierungsgrössen, wie in den Empfehlungen vorgeschlagen, erscheint daher zweckmässiger.

8.7.3 Offene Fragen

Die mit den vorliegenden Empfehlungen erzielten praktischen Erfahrungen sollten gesammelt und ausgewertet werden.

LITERATUR

- Lit. 1 Das Geotextil-Handbuch. SVG Schweizerischer Verband der Geotextilfachleute, 1985.
- Lit. 2 Comité français des Géotextiles: "Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les voies de circulation provisoire, les voies à faible trafic et les couches de forme". Document du Ministère des transports, direction des routes et de la circulation routière, Février 1981 [4.8].
- Lit. 3 Comité français des Géotextiles: "Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les voies de circulation provisoire, les voies à faible trafic et les couches de forme". Boulogne-Billancourt.
- Lit. 4 Polyfelt TS. Bemessung und Praxis. Chemie Linz, 1986.
- Lit. 5 SN 640 550; 1983. "Geotextilien, Begriffe und Produktbeschreibung". Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute VSS, Zürich.
- Lit. 6 Zeitschrift Strasse und Verkehr. "Prüfvorschriften zur Eignungsprüfung der Geotextilien". 11/1983.
- Lit. 7 Murray, R.T. and Mc Gown, A. (1982): The Selection of Testing Procedures for the Specification of Geotextiles. Proceedings of the Second International Conference on Geotextiles. Las Vegas, Nevada, USA.
- Lit. 8 Gudehus, G. und Schwing, E.: Standsicherheit kunststoffbewehrter Erdbauwerke an Geländesprüngen. Baugrundtagung, Nürnberg, 1986
- Lit. 9 Vorlesung "Erdbau und Erddammbau". Institut für Boden- und Felsmechanik der Universität Karlsruhe, 1977.

- Lit. 10 Graf, B., Gudehus, G. und Vardoulakis, I. (1985): Grundbruchlast von Rechteckfundamenten auf einem geschichteten Boden. Bauingenieur 60 (1985) 29-37.
- Lit. 11 GSS-Umfrage, unveröffentlicht.
- Lit. 12 Siedek, P. und Diesler, W. (1969): Die Standsicherheit von Dämmen auf wenig tragfähigem Untergrund. Strassen- und Tiefbau 11,5.1030-1042.
- Lit. 13 van Zanten, V.R. (Editor): Geotextiles and Geomembranes in Civil Engineering. A.A. Balkema, 1986.

Beilage 1

Entwurf der Empfehlungen

Empfehlungen für die häufigsten
Geotextilanwendungen im Strassenbau

Entwurf

Februar 1989

INHALT

Teil 1	Erläuterung der Empfehlungen	B1. 1
Teil 2	Anwendungs- und Dimensionierungsempfehlungen	B2. 1
Teil 3	Produktekatalog	B3. 1

Teil 1

Erläuterung der Empfehlungen

INHALT

Teil 1	Erläuterung der Empfehlungen	Bl. 1
1.1	Zum Aufbau und zur Verwendung der Empfehlungen	Bl. 1
1.2	Ziele der Empfehlungen	Bl. 3
1.3	Anwendungsgebiete	Bl. 3
1.4	Bauaufgaben	Bl. 5
	Literatur zu Teil 1	Bl. 6

1. ERLÄUTERUNG DER EMPFEHLUNGEN

1.1 Zum Aufbau und zur Verwendung der Empfehlungen

Die Empfehlungen bestehen aus den folgenden 3 Teilen:

Teil 1: Erläuterung der Empfehlungen

Der vorliegende Teil 1 enthält einen Ueberblick über die Ziele der Empfehlungen und die Anwendungsgebiete von Geotextilien. Ausserdem sind die mit Hilfe von Geotextilien lösbaren Bauaufgaben zusammengestellt.

Teil 2: Anwendungs- und Dimensionierungsempfehlungen

Die Anwendungsempfehlungen behandeln die von den Bauaufgaben unabhängigen Geotextilanforderungen:

- Beständigkeit und Lagerung von Geotextilien,
- Qualitätskontrolle von Geotextilprodukten,
- Ausschreibung und Hinweise zur Bauausführung.

Die Dimensionierungsempfehlungen beziehen sich auf die Lösung konkreter Bauaufgaben. Es wird hierzu zunächst auf die Geotextilfunktionen eingegangen. Als Geotextilfunktionen werden die mechanischen und hydraulischen Aufgaben bezeichnet, die ein Geotextil bei der Lösung einer Bauaufgabe übernehmen kann. Anschliessend werden die Dimensionierungsempfehlungen für einige Bauaufgaben angegeben. Die erfassten Bauaufgaben sind in einer Uebersicht zusammengestellt. Die Anwendung der Empfehlungen wird durch Beispiele erläutert.

Teil 3: Produktkatalog

Der Teil 3 soll den im Geotextilhandbuch [Lit.1] veröffentlichten Produktkatalog enthalten. In diesem Katalog sind die Materialkennwerte einiger gängigen Geotextilprodukte angegeben. Aus urheberrechtlichen Gründen ist dieser Produktkatalog im vorliegenden Empfehlungsentwurf nicht abgedruckt.

Zur Anwendung der Dimensionierungsempfehlungen wird vorausgesetzt, dass der Anwender mit den Inhalt der Anwendungsempfehlungen und den Geotextilfunktionen vertraut ist. Zur Lösung einer konkreten Bauaufgabe wird zunächst eine passende Standardbauaufgabe aus dem Katalog der Bauaufgaben ausgewählt. Anschliessend können die erforderlichen Geotextilkennwerte mit Hilfe der zugehörigen Dimensionierungsempfehlung direkt ermittelt werden. Die Auswahl eines geeigneten Geotextilproduktes erfolgt dann schliesslich mit Hilfe des Produktkataloges.

1.2 Ziele der Empfehlungen

Durch die Empfehlungen soll die Dimensionierung bei einigen der am häufigsten im Strassenbau vorkommenden Bauaufgaben unterstützt werden. Zur Lösung von abweichenden Bauaufgaben oder bei unklaren Verhältnissen wird die Beratung durch Geotextil- und Baugrundfachleute empfohlen.

1.3 Anwendungsgebiete

Die Tab. 1.1 enthält eine Uebersicht über die Hauptanwendungsgebiete von Geotextilien, die jedoch nicht alle für den Strassenbau von Bedeutung sind. Die durch die vorliegenden Empfehlungen erfassten Anwendungsgebiete sind daher besonders gekennzeichnet. Einige der nicht erfassten Anwendungen werden z.B. im Geotextilhandbuch [Lit.1] näher behandelt.

Die zu den Anwendungsgebieten gehörenden Bauaufgaben sind in Abschnitt 1.4 zusammengestellt.

Geotextilanwendungsgebiete	
durch VSS-Empfehlung erfasst	durch VSS-Empfehlung nicht nicht erfasst
- National-, Kantons- und Gemeindestrassen - Bahnbau - Parkflächen - Flur-, Velo- und Wanderwege - Lagerplätze für Stoffe die nicht unter das Abfallbeseitigungsgesetz fallen - Kleinwasserbau - Kunstbauwerke; z.B. Stützbauwerke - Bauhilfsmassnahmen; z.B. Baupisten u.ä. - Drainagen und Filter - Schutz von Bauwerksoberflächen die im Kontakt mit dem Baugrund stehen	- Tunnelbau - Wasserbau - Dammbau (Stauhaltung, Hochwasserrückhaltung, Dämme mit Kronenhöhen < 5m) - Massivbau; ausgenommen Schutz von Bauteilen die im Kontakt mit dem Baugrund stehen - Isolationen im Hochbau - Neubau und Sanierung von Strassenbelägen - Sport- und Gartenanlage - Deponieabdichtungen

Tab. 1.1 Geotextilanwendungsgebiete

1.4 Bauaufgaben

Die Tab. 1.2 enthält einen Ueberblick über die in den vorliegenden VSS-Empfehlungen erfassten Bauaufgaben. Diese Bauaufgaben werden in Abschnitt 2.4 noch genauer definiert; d.h. durch Angabe von Schranken für die Abmessungen und Bodenkennwerte werden sog. Standardbauaufgaben eingeführt. Die vorliegenden Empfehlungen befassen sich mit der Dimensionierung dieser Standardbauaufgaben.

- Baupisten zum Zweck der Befahrbarkeit von wenig tragfähigen Böden,
- Uebersteile Böschungen bei Dämmen und zur Sicherung von Einschnitten und Geländesprüngen,
- Dammbauwerke auf wenig tragfähigem Untergrund,
- Geotextilfilter,
- Drainagen allgemein,
- Drainagen zur Entwässerung der Hinterfüllung von Stützbauwerken,
- Schutz von Bauwerksoberflächen, die im Kontakt mit dem Baugrund stehen.

Tab. 1.2 Zusammenstellung der erfassten Bauaufgaben

Bei den angegebenen Bauaufgaben müssen z.T. mehrere Geotextilfunktionen (z.B. Bewehren und Drainieren als Funktionen) bei der Dimensionierung berücksichtigt werden. Diese Geotextilfunktionen sind in Abschnitt 2.3 separat erläutert. Die massgebenden Funktionen werden in den Dimensionierungsempfehlungen genannt

Literatur zu Teil 1

- [Lit. 1] Das Geotextil-Handbuch. SVG Schweizerischer
Verband der Geotextilfachleute, 1985.

Teil 2

Anwendungs- und Dimensionierungsempfehlungen

INHALT

Teil 2 Anwendungs- und Dimensionierungsempfehlungen	B2.1
2.1 Allgemeine Hinweise	B2.1
2.1.1 Klassifizierung der Geotextilien	B2.1
2.1.2 Beständigkeit von Geotextilien	B2.2
2.1.3 Transport und Lagerung von Geotextilien	B2.3
2.1.4 Qualitätskontrolle	B2.5
2.1.5 Verlegen von Geotextilien	B2.7
2.1.6 Mechanische Mindestanforderungen für den Einbau	B2.8
2.1.7 Stossausbildung und Verankerungslängen	B2.8
2.2 Ausschreibung und Bauausführung	B2.12
2.2.1 Ausschreibungsarten	B2.12
2.2.2 Ausschreibungsunterlagen	B2.13
2.2.3 Leistungsverzeichnis	B2.14
2.2.4 Ausmass	B2.16
2.2.5 Abnahme angelieferter Geotextilien	B2.16
2.2.6 Ausführungskontrollen	B2.17
2.3 Die Geotextilfunktionen	B2.18
2.4. Dimensionierungsempfehlungen	B2.24
2.4.1 Einleitung	B2.24
2.4.2 Katalog der erfassten Bauaufgaben	B2.24
2.4.3 Filtern	B2.26
2.4.3.1 Zweck	B2.26
2.4.3.2 Geltungsbereich	B2.28
2.4.3.3 Begriffe, Definitionen und Randbedingungen	B2.30
2.4.3.4 Voruntersuchungen	B2.32
2.4.3.5 Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise	B2.36
2.4.3.6 Dimensionierung für die Filterfunktion	B2.38
2.4.3.7 Ausführungshinweise	B2.42
2.4.3.8 Anwendungsbeispiel	B2.43
2.4.4 Drainieren	B2.47
2.4.4.1 Zweck	B2.47
2.4.4.2 Geltungsbereich	B2.49
2.4.4.3 Begriffe, Definitionen und Randbedingungen	B2.50
2.4.4.4 Voruntersuchungen	B2.54
2.4.4.5 Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise	B2.59
2.4.4.6 Dimensionierung für die Drainagefunktion	B2.60
2.4.4.7 Ausführungshinweise	B2.66
2.4.4.8 Anwendungsbeispiel	B2.67

2.4.5	Drainieren/Stützmauer	B2.74
2.4.5.1	Zweck	B2.74
2.4.5.2	Geltungsbereich	B2.74
2.4.5.3	Begriffe, Definitionen und Randbedingungen	B2.75
2.4.5.4	Voruntersuchungen	B2.78
2.4.5.5	Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise	B2.83
2.4.5.6	Dimensionierung für Drainieren/ Stützmauer	B2.84
2.4.5.7	Ausführungshinweise	B2.92
2.4.5.8	Anwendungsbeispiel	B2.93
2.4.6	Trennen/Baupiste	B2.99
2.4.6.1	Zweck	B2.99
2.4.6.2	Geltungsbereich	B2.101
2.4.6.3	Begriffe, Definitionen und Randbedingungen	B2.102
2.4.6.4	Voruntersuchungen	B2.104
2.4.6.5	Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise	B2.107
2.4.6.6	Dimensionierung für Trennen/ Baupiste	B2.108
2.4.6.7	Ausführungshinweise	B2.111
2.4.6.8	Anwendungsbeispiel	B2.113
2.4.7	Bewehren/Dammbau	B2.116
2.4.7.1	Zweck	B2.116
2.4.7.2	Geltungsbereich	B2.119
2.4.7.3	Begriffe, Definitionen und Randbedingungen	B2.120
2.4.7.4	Voruntersuchungen	B2.123
2.4.7.5	Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise	B2.126
2.4.7.6	Dimensionierung für Bewehren/ Dammbau	B2.128
2.4.7.7	Ausführungshinweise	B2.162
2.4.7.8	Anwendungsbeispiel	B2.163
2.4.8	Bewehren/Stützbauwerke	B2.167
2.4.8.1	Zweck	B2.167
2.4.8.2	Geltungsbereich	B2.168
2.4.8.3	Begriffe, Definitionen und Randbedingungen	B2.170
2.4.8.4	Voruntersuchungen	B2.173
2.4.8.5	Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise	B2.174
2.4.8.6	Dimensionierung für Bewehren/ Stützbauwerke	B2.176
2.4.8.7	Ausführungshinweise	B2.183
2.4.8.8	Anwendungsbeispiel	B2.185

2.4.9	Oberflächenschutz	B2.187
2.4.9.1	Zweck	B2.187
2.4.9.2	Geltungsbereich	B2.188
2.4.9.3	Begriffe, Definitionen und Randbedingungen	B2.189
2.4.9.4	Voruntersuchungen	B2.191
2.4.9.5	Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise	B2.192
2.4.9.6	Dimensionierung für die Ober- flächenschutzfunktion	B2.193
2.4.9.7	Ausführungshinweise	B2.195
2.4.9.8	Anwendungsbeispiel	B2.195
	Literatur zu Teil 2	B2.196
	Anhang 1 "Tabellen zur Bemessung der Zugeinlagen bei Dämmen auf weichem Untergrund"	

2.1 ALLGEMEINE HINWEISE

2.1.1 Klassifizierung der Geotextilien

Ausführliche Angaben können der SN 640 550 entnommen werden. An dieser Stelle werden lediglich einige der wichtigsten Begriffe angegeben:

Geotextil

Ein in Kontakt mit Locker- und Festgestein sowie Bauteilen im Bauwesen verwendetes, wasser- und luftdurchlässiges, membranartiges Gebilde.

Klassifizierung von Geotextilien

Die Geotextilien werden entsprechend ihrem Aufbau in Klassen eingeteilt:

Aufbau/Klasse	Grundsysteme	Verfestigung
Gewebe	Stapelfasergarn	keine
Maschenware	Monofil Multifil Bändchen	evtl. thermisch chemisch
Netz	Stapelfasern Monofil Multifil	mechanisch (verknotet) thermisch chemisch Kombinationen
Vlies	Stapelfasern Endlosfasern	mechanisch (vernadelt) thermisch chemisch Kombinationen
Nähwirkstoffe	Vlies lose Fadenlagen	vernähen
Verbundstoffe	Kombinationen	Kombinationen

Die Grundsysteme können sich wiederum, je nach den zur Herstellung verwendeten Rohstoffen (meist Polymere) und der Art der Verfestigung, weiter voneinander unterscheiden. Die mechanischen und hydraulischen Geotextileigenschaften hängen stark vom Aufbau (Gewebe, Netz usw.), dem Grundsystem sowie von der Art der Verfestigung ab.

2.1.2 Beständigkeit von Geotextilien

Die Beständigkeit von Geotextilien ist wie folgt definiert:

Prozentuale Abnahme der Reißkraft nach
einer gewissen Zeit

Die Reißkraftabnahme kann chemische, physikalische und biologische Ursachen haben.

Bei der standardisierten Geotextilprüfung (vgl. Lit. 1) wird die chemische, physikalische und biologische Beständigkeit ermittelt. Die Prüfergebnisse können dem Produktkatalog (vgl. Teil 3 der Empfehlungen) entnommen werden.

Für die Beständigkeit sollten die in Tab. 2.1 angegebenen Werte eingehalten werden.

Weiterhin sollten die folgenden Hinweise beachtet werden:

- Auf Polyesterbasis hergestellte Geotextilprodukte sind nicht alkalibeständig. Da Frischbeton stark alkalisch ist, sollte daher der direkte Kontakt zwischen Frischbeton und solchen Geotextilien vermieden werden.

	zulässige Reisskraftabnahme infolge		
Funktionsdauer des Geotextils	UV - Einstrahlung	biologische Einflüsse	chemische Einflüsse
maximal 1 Jahr	25%	25%	0 ¹
über 10 Jahre	5%	5%	0 ¹

¹⁾ in ph-neutralen ($5 < \text{pH} < 8$) Böden und Grundwässern ist praktisch keine Reisskraftabnahme feststellbar. In kontaminierten (Laugen, Säuren) Umgebungen werden dagegen spezielle Eignungsversuche empfohlen; die zulässige Reisskraftabnahme ist dann im Einzelfall festzulegen.

Tab. 2.1 Angaben zur Beständigkeit von Geotextilien

- Auch unter nur kurzzeitiger Einwirkung von höheren Temperaturen ($>120^{\circ}\text{C}$) nimmt die Reisskraft von Geotextilien, die auf der Basis von Polypropylen und Polyäthylen hergestellt sind, stark ab. Der Kontakt zwischen heissem Bitumen und derartigen Geotextilien sollte daher vermieden werden.
- In unklaren Fällen sollten zur Beurteilung Prüfinstitute und Geotextilfachleute herangezogen werden.

2.1.3 Transport und Lagerung von Geotextilien

Geotextilien werden in den meisten Fällen in der Form von eingepackten Rollen transportiert. Beim Um- und Abladen ist darauf zu achten, dass die Schutzhüllen der Rollen sowie die äusseren Lagen der Rollen nicht beschädigt werden (Löcher, Anrisse).

Hinsichtlich der Lagerung wird zwischen der Kurz- und Langzeitlagerung unterschieden:

Kurzzeitlagerung: bis zu einem Monat

Hierfür gelten keine besonderen Vorschriften. Eine Lagerung im Freien ist auch unter Sonnenbescheinung (UV-Beständigkeit) unbedenklich.

Eine Abdeckung zum Schutz vor Nässe ist jedoch empfehlenswert.

Langzeitlagerung: mehrere Monate

Bei der Lagerung sind die Hinweise der Hersteller zu beachten. Gewisse Produkte können durch UV-Strahlen in ihren mechanischen Eigenschaften beeinträchtigt werden. Bei den äusseren Lagen der Rolle kann dann eine Abnahme der Reisskraft auftreten. In diesem Falle sollten vor dem Verlegen die äusseren 2 Lagen weggeschnitten werden. Keine Beeinträchtigungen sind bei Produkten zu erwarten, die bezüglich der UV-Beständigkeit eine Reisskraftabnahme unter 5% aufweisen oder in unbeschädigten Schutzhüllen gelagert werden.

Es sollte weiterhin der folgende Hinweis beachtet werden: Bei vereisten Geotextilien kann infolge von mechanischer Beanspruchung (Biegung, Scherung) Faserbruch auftreten. Frost allein hat dagegen keinen Einfluss auf die Geotextileigenschaften. Während des Transportes und der Lagerung sollte daher die Eisbildung durch geeignete Massnahmen (Schutzhüllen, Abdeckung u.ä.) verhindert werden, bei vereisten Geotextilien sind mechanische Beanspruchungen (z.B. beim Verlegen) zu vermeiden.

2.1.4 Qualitätskontrolle

Die Prüfvorschriften für die Qualitätskontrolle von Geotextilien sowie die Darstellung der Prüfungsergebnisse sind in den Prüfvorschriften nach VSS/SVG [Lit.2] sowie in der SN 640 550 verbindlich festgelegt. Die dort beschriebenen Prüfungen sind Aufgabe von Geotextilherstellern und unabhängigen Prüfinstituten. Für die gebräuchlichsten Geotextilprodukte können die Prüfungsergebnisse dem Produktkatalog (vgl. Teil 3 der Empfehlungen) entnommen werden.

Für die Qualitätskontrolle auf der Baustelle kommen die folgenden Prüfungsmethoden in Frage:

Gewicht pro Flächeneinheit

Die Ermittlung des Flächengewichtes erfolgt nach SN 198 431 und SN 198 433.

Für die Flächengewichte gelten die folgenden Anhaltswerte:

- Gewebe: 1 bis 3 Nm^{-2} ,
- Spezialgewebe: bis über 10 Nm^{-2} ,
- Vliese: 1 bis 4 Nm^{-2}
- Spezialvliese: bis über 10 Nm^{-2}

Das Flächengewicht liefert einen ersten Anhaltswert über die Qualität der angelieferten Ware.

Stempeldurchdruckversuch

Zur Versuchsdurchführung dient ein modifiziertes CBR-Versuchsgerät. Der Stempeldurchdruckversuch erfolgt nach DIN 54307.

Der Versuchsaufbau ist in Bild 2.1 schematisch dargestellt.

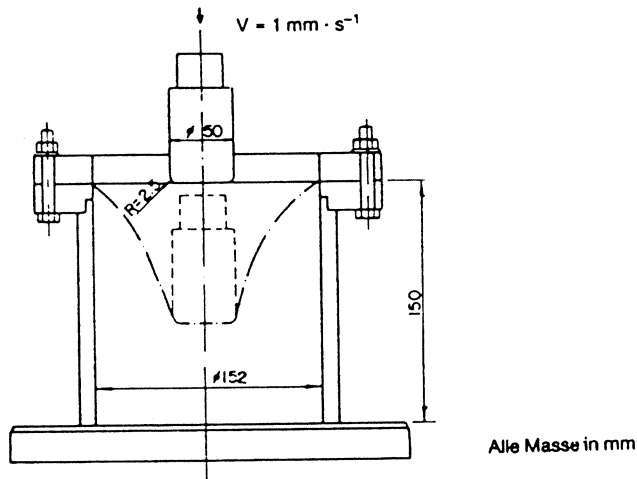


Bild 2.1 Versuchsaufbau beim Stempeldurchdruckversuch

Zur Versuchsdurchführung wird eine Geotextilprobe auf einem CBR-Topf ($\varnothing 152 \pm 1 \text{ mm}$) ringförmig eingespannt. Als Druckkörper dient ein Zylinder ($\varnothing 50 \pm 0.05 \text{ mm}$; $h \geq 100 \text{ mm}$). Die Kanten des Druckkörpers sollten mit einem Radius von $2.5 \pm 0.05 \text{ mm}$ abgerundet sein. Der Versuch erfolgt weggesteuert mit einer Stempelvorschubgeschwindigkeit von $1 \pm 0.1 \text{ mm s}^{-1}$. Während des Versuches wird die Stempelkraft fortlaufend aufgezeichnet.

Die Stempeldurchdruckkraft R_p dient als Mass für die Geotextilfestigkeit. Für die Sollwerte von R_p liegen Herstellerangaben vor (vgl. Teil 3 der Empfehlungen).

2.1.5 Verlegen von Geotextilien

Geotextilien können wie folgt verlegt werden:

Verlegen von Hand

Bei grossen Flächen werden die Rollen mit Hilfe von Baumaschinen an den Verlegeort transportiert und anschliessend von Hand abgerollt. Bei kleineren Flächen oder schlechter Zugänglichkeit können die Geotextilien auch vorab auf die gewünschte Grösse zugeschnitten und anschliessend verlegt werden.

Maschinelles Verlegen

Hierbei werden Baumaschinen mit Abrolleinrichtungen ausgerüstet und für die Verlegung eingesetzt. Diese Verlegemethode ist i.d.R. nur auf Grossbaustellen wirtschaftlich einsetzbar.

Wichtig

- Geotextilien müssen für die Verlegung mechanischen Mindestanforderungen genügen; vgl. hierzu Abschnitt 2.1.6
- Frisch verlegte Geotextilien dürfen erst nach Aufbringung einer ausreichend dicken Materialschicht mit Baumaschinen befahren werden.
- Bei manchen Geotextilprodukten können die Festigkeitseigenschaften in zueinander senkrechten Richtungen stark unterschiedlich sein. Beim Verlegen ist dies zu beachten.

2.1.6 Mechanische Mindestanforderungen für den Einbau

Die mechanischen Mindestanforderungen an die Reissfestigkeit r hängen von der Einbaumethode und der Qualität des Planums ab. Für die Mindestanforderungen gelten die Angaben in Tab. 2.2.

Einbau	Qualität Planum	minimale Reissfestigkeit $r_{\min}$ [kN/m]
von Hand	gut	2,5
von Hand	schlecht	7,0
maschinell	gut	7,0
maschinell	schlecht	7,0

Tab. 2.2 Minimalanforderungen an die Reissfestigkeit

Frisch verlegte Geotextilien dürfen erst nach Aufbringung einer ausreichend dicken Materialschicht mit Baumaschinen befahren werden.

2.1.7 Stossausbildung und Verankerungslängen

Bei der Stossausbildung wird zwischen kraftschlüssigen und nicht-kraftschlüssigen Verbindungen unterschieden:

nicht-kraftschlüssige Verbindungen

Derartige Verbindungen kommen vorwiegend beim Geotextileinsatz zu Trenn-, Filter- und Drainagezwecken vor. Die Stossausbildung erfolgt dann durch Ueberlappung der Geotextilbahnen. Die Mindestanforderungen an die Ueberlappungslängen L_u sind in Tab. 2.3 zusammengestellt.

Qualität Planum	Bodentrag- fähigkeit	Verlege- kontrolle	minimale Ueber- lappungslängen min L_a [m]
eben	gut bis mittel	gewähr- leistet	0,3
schlecht	schlecht	nicht ge- währleistet	0,5

Tab. 2.3 Minimale Ueberlappungslängen bei
nicht-kraftschlüssigen Verbindungen

Gelegentlich kann eine Fixierung der Stösse mit Steinen, Nägeln, Holzpfählen u.ä. nützlich sein.

kraftschlüssige Verbindungen

Kraftschlüssige Verbindungen kommen dann vor, wenn Geotextilien planmässig Zugkräfte aufnehmen sollen und Stösse in der Hauptkraftrichtung angeordnet werden müssen; z.B. Geotextilien in Dammaufstandflächen oder bei der Bewehrung von übersteilen Böschungen. Derartige Stösse sollten jedoch möglichst vermieden werden.

Erfolgt die Stossausbildung durch Ueberlappen, so muss nachgewiesen werden, dass die Zugkräfte bei den herrschenden Normalspannungen allein durch die zwischen 2 Geotextilbahnen wirksame Reibung übertragen werden können; vgl. Bild 2.2.

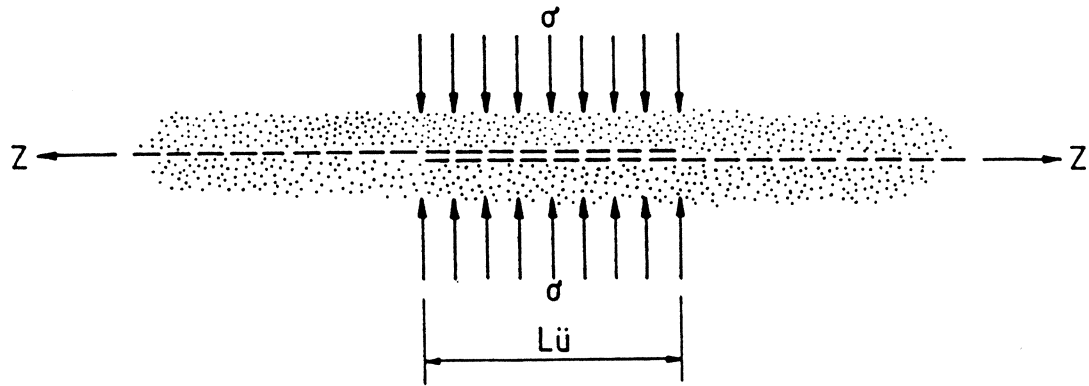


Bild 2.2 Ueberlappungslänge bei kraftschlüssigen Verbindungen.

Die erforderliche Ueberlappungslänge berechnet sich dann wie folgt:

$$\text{erf } L_u = (Z \cdot f) / (\sigma \cdot \text{tg} \varphi_{gg}) \geq \min L_u = 1,5 \text{ m} \quad (2.1)$$

Z : Zugkraft [kN/m],

$f = 2.0$: Sicherheitsfaktor

σ : ständig wirksame Normalspannung [kN/m²]

φ_{gg} : $20^\circ \leq \varphi_{gg} \leq 25^\circ$: Reibungswinkel
zwischen Geotextilien; bei glatten
Oberflächen Herstellerangaben beachten.

$\min L_u = 1,5 \text{ m}$: minimale Ueberlappungslänge.

Bei quer zur Zugkraftrichtung angeordneten Ueberlappungsstößen kann die Ueberlappungslänge wie bei nicht-kraftschlüssigen Verbindungen gewählt werden.

Es empfiehlt sich, dass bei den Geotextilherstellern produktspezifische Angaben zur Stossausbildung eingeholt werden. In Ausnahmefällen kommt für die Stossausbildung auch Vernähen, Verschweissen oder Verkleben in Frage.

Verankerungslängen

Diese Angaben sind in den Dimensionierungsempfehlungen
enthalten.

2.2 AUSSCHREIBUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

Die folgenden Angaben können gegebenenfalls in einen Werkvertrag aufgenommen werden.

2.2.1 Ausschreibungsarten

Es kommen die üblichen Ausschreibungsarten in Frage:

Projektanden-Ausschreibung

Die Ausschreibungsunterlagen werden vom Projektverfasser vollständig erstellt. Der Unternehmer erstellt sein Angebot aufgrund der unveränderten Ausschreibungsunterlagen. Dem Unternehmer kann jedoch freigestellt werden, welcher Geotextiltyp in dem Angebot aufgeführt wird.

Insbesondere kann der Unternehmer zusätzlich einen Sonder-vorschlag offerieren.

kombinierte Ausschreibung

Der Projektand gibt die Randbedingungen (Boden, Wasser, Lasten usw.) vor. Aufgrund dieser Angaben wird vom Unternehmer ein Ausführungsvorschlag mit zugehörigem Angebot eingereicht. Dem Ausführungsvorschlag müssen die notwendigen statischen und sonstigen Nachweise in prüfbarer Form beiliegen. In besonderen Fällen kann es auch genügen, wenn die Nachweise nachträglich auf Anfrage vorgelegt werden.

Generalunternehmer Variante

Der Unternehmer übernimmt die Projektierung und Ausführung. Im Rahmen der Projektierung sind alle Nachweise für die Geotextilbeanspruchungen zu erbringen.

2.2.2 Ausschreibungsunterlagen

Im Falle einer Projektanden- oder kombinierten Ausschreibung (vgl. Abschnitt 2.2.1) sind dem Unternehmer die folgenden Unterlagen zur Verfügung zu stellen:

- Projektpläne mit Angabe zur Lage und Aufgabe(n) des Geotextils
- Angabe der mechanischen und hydraulischen Bodenkennwerte, ev. ergänzt mit Hinweisen auf besondere chemische und biologische Eigenschaften von Grundwasser und Boden.
- Angaben zur Verlegerichtung der Bahnen und zur Stossausbildung.
- Angaben über spezielle Einbaubedingungen (provisorische Befestigungen, Aufbringen von Schutzschichten für das Befahren usw.)
- Ausmass der mit Geotextilien abgedeckten Fläche (Flächen für Ueberlappungen und Verbindungen sind einzurechnen).

2.2.3 Leistungsverzeichnis

Das Leistungsverzeichnis sollte die folgenden Angaben enthalten:

- Aufbau des Geotextils (vgl. Abschnitt 2.1.1)
- Kennwerte (Vorgaben)

Bedingungen (Min.- bzw. Max.-Werte) ¹			
mechanische:	Reisskraft	r	min...kN m ⁻¹
	Reissdehnung	ϵ_r	min.....% max.....%
	Stempeldurchdrückkraft	R_p	min.....N
	Durchschlagwiderstand	O_a	max.....mm
	Kriechen bei.....%r	ϵ_{kr}	max.....%
hydraulische:	Permittivität	ψ	min.....s ⁻¹
	Durchlässigkeit	k_n	min....m s ⁻¹
	Transmissivität	θ	min....m ² s ⁻¹
	wirks. Porenweite	O_w	max.....mm
Beständigkeit: (Reisskraft- abnahme)	UV-Strahlung	Abnahme von r	max.....%
	chemische	Abnahme von r	max.....%
	biologische	Abnahme von r	max.....%
Zusatzbedingungen: z.B. min. Flächengewicht..... Brandklasse.....			

¹Min.-Werte: Aus Prüfung Mittelwert-Standardabweichung massgebend.

Max.-Werte: Aus Prüfung Mittelwert + Standardabweichung massgebend.

Es sollten nur die wirklich massgebenden Kennwerte vorgeschrieben werden.

- Einheitspreis bei Lieferung franko Baustelle oder Einsatzort (vom Offertsteller auszufüllen)

offeriertes Produkt:..... Typ:.....

Rollenbreite:..... m Preis: per m².....

Zusätzliche Angaben: Ist das offerierte Produkt nicht im Produktkatalog des SVG-Handbuches enthalten, so sind dem Angebot Prüfzeugnisse einer staatlich anerkannten Prüfstelle für die verlangten Geotextilkennwerte beizulegen. Für die Prüfung gelten die Prüfvorschriften der VSS [Lit.2].

- Verlegen nach Projektvorschlag von
Hand.....Einheitspreis/m²
maschinell.....Einheitspreis/m²

Im Einheitspreis ist der Transport auf der Baustelle, d.h. vom Rollenlager zum Einbauort, enthalten.

- Mechanische Verbindungen
vernähen.....Einheitspreis/m²
verschweissen.....Einheitspreis/m²
verkleben.....Einheitspreis/m²

Die Einheitspreise beinhalten die Arbeitsleistung sowie die erforderlichen Geräte und Verbrauchsmaterialien (Klebstoffe usw.). Für die Ausführung gelten die in der Projektbeschreibung genannten Anforderungen.

- Sonstige Arbeiten

Befestigungen mit Rundeisen,
Steinen usw.

Einheitspreis/m².....

Im Einheitspreis sind die Arbeitsleistungen sowie die Verbrauchsmaterialien eingerechnet.

- Ausmass

Als Ausmass gelten die mit Geotextilien abgedeckten Flächen. Die Flächen für Ueberlappungen und Verbindungen sind einzurechnen.

2.2.4 Ausmass

Die Ermittlung des Ausmasses sollte im Leistungsverzeichnis festgelegt werden:

Als Ausmass gelten die mit Geotextilien abgedeckten Flächen. Die Flächen für Ueberlappungen und Verbindungen sind einzurechnen.

2.2.5 Abnahme angelieferter Geotextilien

Das angelieferte Geotextil ist durch die Bauleitung abzunehmen; d.h. Angaben zur Typenbezeichnung und zum Hersteller kontrollieren. Die Ueberprüfung des Flächengewichtes liefert erste Anhaltspunkte für die Eignung der angelieferten Ware und kann leicht überprüft werden; vgl. hierzu auch Abschnitt 2.1.4 zur Qualitätskontrolle von Geotextilien.

Bei grossen Verlegemengen (über 10'000 m²) oder bei speziellen Anforderungen (z.B. hohe mechanische Beanspruchung), sind zusätzliche Eignungsversuche, z.B. Stempeldurchdruckversuche, anzuordnen.

2.2.6 Ausführungskontrollen

Die Bauleitung hat die Arbeitsausführung zu überwachen. Dabei hat sie auch dafür zu sorgen, dass in sämtlichen Bauzuständen keine für das Geotextil unzulässigen Beanspruchungen auftreten, die zu Beschädigungen führen können.

2.3 DIE GEOTEXTILFUNKTIONEN

Im Rahmen von Strassenbauaufgaben können Geotextilien verschiedene Funktionen übernehmen:

Trennen

Hierbei soll durch eine Geotextileinlage die Durchmischung von 2 mechanisch belasteten Bodenschichten verhindert werden; vgl. Bild 2.3.

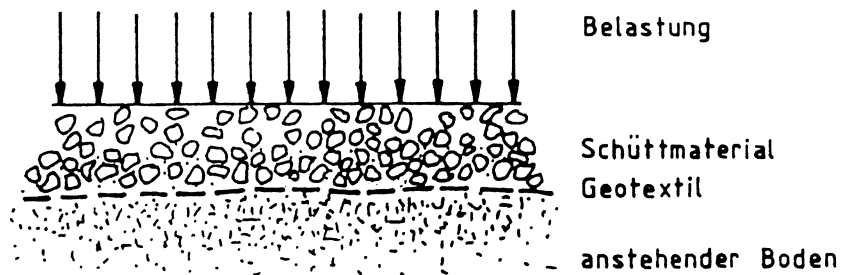


Bild 2.3 Trennfunktion

Die Gefahr der Durchmischung besteht vor allem dann, wenn grobkörnige Schüttmaterialien auf weiche anstehende Böden geschüttet und anschliessend verdichtet werden. Durch eine Geotextileinlage kann der Materialverlust vermindert und die Verdichtbarkeit verbessert werden.

Filtern

Beim Filtern sollen 2 Bodenschichten mit unterschiedlicher Kornverteilung durch eine Geotextileinlage hydraulisch voneinander getrennt werden; vgl. Bild 2.4.

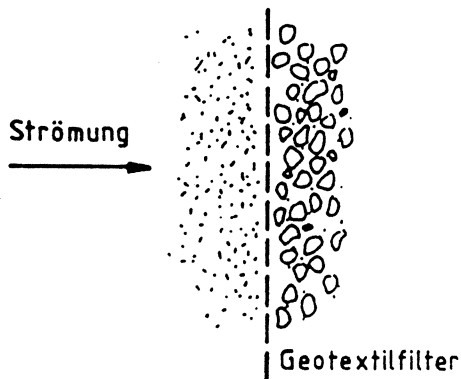


Bild 2.4 Filterfunktion

Ein Geotextilfilter wird senkrecht zu seiner Ebene durchströmt. Die Filtereinlage soll verhindern, dass feine Bodenanteile ausgeschwemmt werden, was als mechanische Filterfestigkeit bezeichnet wird. Gleichzeitig sollte das Filtermaterial über eine ausreichende Durchlässigkeit verfügen, damit sich in der Filterfläche kein Wasserüberdruck aufbauen kann, was als hydraulische Filterfestigkeit bezeichnet wird.

Durch den Einsatz von Geotextilfiltern kann in vielen Fällen auf aufwendige mineralische Filter verzichtet werden.

Drainieren

Beim Drainieren soll durch den Boden zuströmendes Wasser mit Hilfe eines Geotextils in einen Vorfluter abgeleitet werden; d.h. die Strömungsrichtung fällt hierbei in die Geotextilebene; vgl. Bild 2.5.

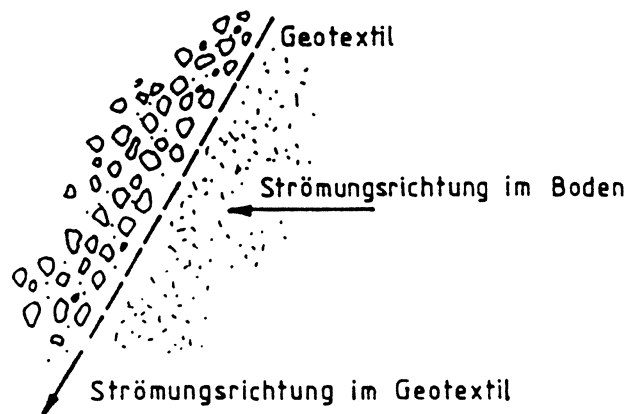


Bild 2.5 Drainfunktion

Bei der Lösung von Drainageaufgaben ist auch die Filterfunktion nachzuweisen.

Bewehren

Mit Hilfe von Geotextilien und Boden wird ein Verbundwerkstoff hergestellt. Die Geotextileinlagen übernehmen hierbei die Aufgabe von Zuggliedern; vgl. Bild 2.6.

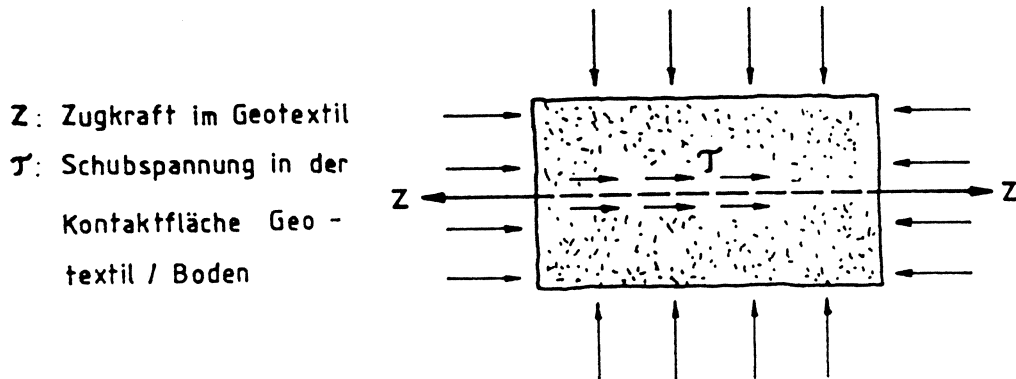


Bild 2.6 Bewehrungsfunktion

Schützen

Hierbei werden empfindliche Bauwerksoberflächen (z.B. Abdichtungsmembranen), die mit Boden überdeckt werden sollen, mit Hilfe von Geotextilien vor mechanischen Beschädigungen geschützt; vgl. Bild 2.7.

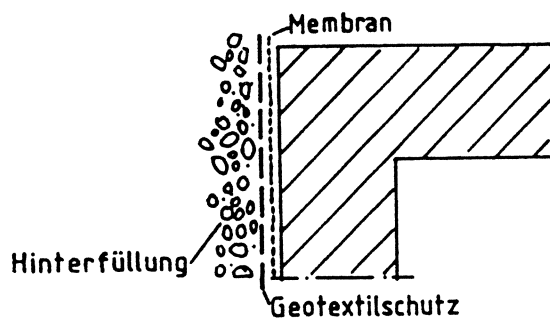


Bild 2.7 Schutzfunktion

Damit ein Geotextil eine oder mehrere der angegebenen Funktionen übernehmen kann, müssen die hierbei auftretenden Beanspruchungen ermittelt werden. Anschliessend muss das Geotextil für diese Beanspruchungen dimensioniert werden. Die quantitative Ermittlung der erforderlichen Geotextilkennwerte ist Gegenstand der Dimensionierungsempfehlungen in Abschnitt 2.4. Der Tab. 2.4 kann die Zuordnung zwischen den Funktionen und den zugehörigen Geotextilkennwerten entnommen werden.

Massgebende Geotextileigenschaft	Trennen	Filtern	Drainieren	Bewehren	Schützen
Reissfestigkeit	x			x	x
Reissdehnung	x			x	x
Kraft-Dehnung	x			x	
Kriechen				x	
Reibung (Boden/ Geotextil)				x	
Porendurchmesser		x	x		
Durchlässigkeit senkrecht zur Geotextilebene		x	x		
Durchlässigkeit in der Geotextilebene			x		
Dicke des Geotextils					x

Tab. 2.4 Uebersicht über die Zuordnung der Geotextilfunktionen und Geotextilkennwerte

Im Rahmen von Strassenbauaufgaben muss ein Geotextil meist mehrere Funktionen übernehmen; z.B. soll ein in einer Dammaufstandsfläche verlegtes Geotextil die Dammaufstandsfläche "verstärken" (Aufnahme von Sohlschubspannungen usw.) und gleichzeitig als Drainage wirken, falls der Dammuntergrund konsolidiert werden soll.

2.4 DIMENSIONIERUNGSEMPFEHLUNGEN

2.4.1 Einleitung

Die vorliegenden Dimensionierungsempfehlungen erfassen einige der am häufigsten im Strassenbau vorkommenden Geotextilanwendungen. Diese Anwendungen sind in der Form von Standardbauaufgaben in Abschnitt 2.4.2 in einem Katalog zusammengestellt.

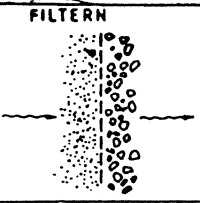
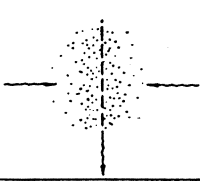
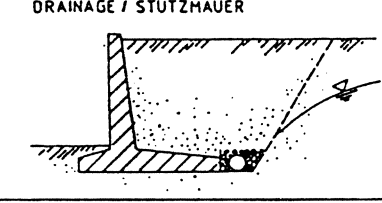
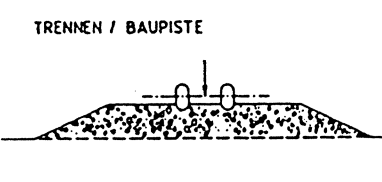
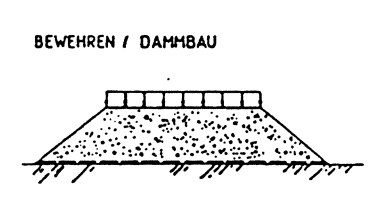
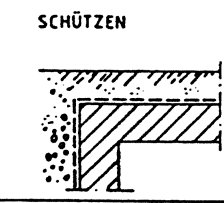
Für den Gebrauch der Empfehlungen wird vorausgesetzt, dass der Anwender mit dem Begriff der Geotextilfunktionen (vgl. Abschnitt 2.3) sowie mit den Grundlagen der Bodenmechanik vertraut ist. Die Empfehlungen enthalten alle für die Dimensionierung erforderlichen Angaben. Der Gebrauch der Empfehlungen wird an Beispielen erläutert. Die Dimensionierungsprozeduren sind so weit aufbereitet, dass die gesuchten Dimensionierungsgrößen meist direkt aus Tabellen entnommen werden können.

Zur Auswahl eines geeigneten Geotextilproduktes kann der in Teil 3 der Empfehlungen angegebene Produktkatalog verwendet werden.

2.4.2 Katalog der erfassten Bauaufgaben

Die durch die Dimensionierungsempfehlungen erfassten Standardbauaufgaben sind in Tab. 2.5 zusammengestellt. Für diese Standardbauaufgaben gelten gewisse Schranken für die vorkommenden Abmessungen, Lasten und Materialkennwerte. Diese Schranken sind jeweils bei den Dimensionierungsempfehlungen angegeben.

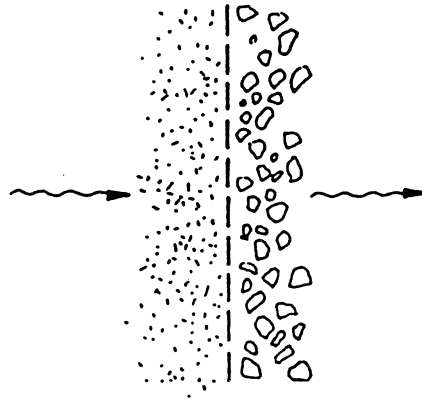
Bei der Lösung der meisten Bauaufgaben muss ein Geotextil mehrere Funktionen übernehmen. Diese Funktionen sind bei den Empfehlungen explizit genannt.

BAUAUFGABE	GEOTEXTILFUNKTION(EN)	BEMERKUNGEN
FILTERN 	Filtern	Gewährleistung der mechanischen und hydraulischen Filterfestigkeit. Verwendung anstatt mineralischer Filter bei verschiedenen Bauaufgaben.
DRAINIEREN 	Drainieren, Filtern	Ableitung von Sickerwasser in der Geotextilebene zu einem Vorfluter. Anwendung bei verschiedenen Entwässerungsaufgaben, vgl. Drainieren/Stützmauer.
DRAINAGE / STÜTZMAUER 	Drainieren, Filtern	Entwässerung hinter Stützbauwerken.
TRENNEN / BAUPISTE 	Trennen, Filtern, Drainieren	Verbesserung der Befahrbarkeit von Baupisten auf wenig tragfähigem oder witterungsempfindlichem Untergrund.
BEWEHREN / DAMMBAU 	Bewehren, Trennen, Filtern, Drainieren	Verbesserung der Standsicherheit von Dämmen auf wenig tragfähigem Untergrund.
BEWEHREN / STÜTZBAUWERKE 	Bewehren	Herstellung von übersteilen Böschungen
SCHÜTZEN 	Schützen	Schützen von empfindlichen Bauwerksflächen (z.B. Dichtungsmembranen) vor mechanischen Beschädigungen bei der Hinterfüllung oder Uberschüttung des Bauwerks mit Boden.

Legende: ---- Geotextil

Tab. 2.5 Katalog der erfassten Bauaufgaben

FILTERN



2.4.3 Filtern

2.4.3.1 Zweck

Die in Bild 2.8 dargestellten Bodenschichten A und B werden durchströmt. Die Schichten A und B weisen eine unterschiedliche Kornverteilung auf. Der feinkörnige Boden A soll

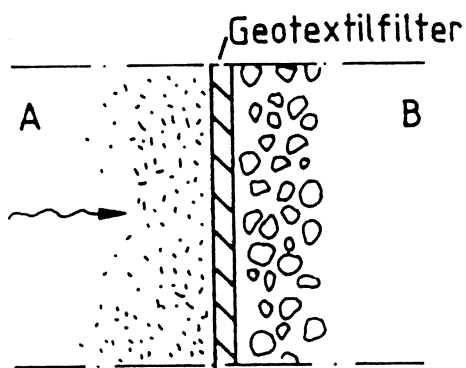


Bild 2.8 Erläuterung zum Filtern

durch ein Geotextilfilter von dem grobkörnigen Boden B getrennt werden. Bei einer Durchströmung des Bodens soll das Geotextilfilter die folgenden Aufgaben erfüllen:

Hydraulische Wirksamkeit

Das durch den Boden A zuströmende Wasser soll druckfrei in den Boden B versickern können, d.h. an der Filterebene soll sich kein Wasserüberdruck aufbauen. Hierzu muss das Filtermaterial über eine ausreichend hohe Durchlässigkeit verfügen.

Mechanische Wirksamkeit

Es soll verhindert werden, dass Feinbestandteile des Bodens A in den Boden B eingeschwemmt werden; d.h. Verhinderung von Bodenentzug in Boden A. Infolge von Bodenentzug können unerwünschte Sackungen entstehen und Bauwerksschäden verursachen. Damit ein Filter mechanisch wirksam ist, darf der Porendurchmesser des Filtermaterials einen gewissen Wert nicht überschreiten.

Zudem müssen für ein Geotextilfilter auch gewisse mechanische Mindestanforderungen eingehalten werden, damit das Filtermaterial nicht infolge Einbau und/oder mechanischer Beanspruchung (Erddruck) beschädigt wird.

Die vorliegenden Empfehlungen behandeln somit die Dimensionierung von Geotextilfiltern aufgrund folgender Kriterien:

Hydraulische Kriterien

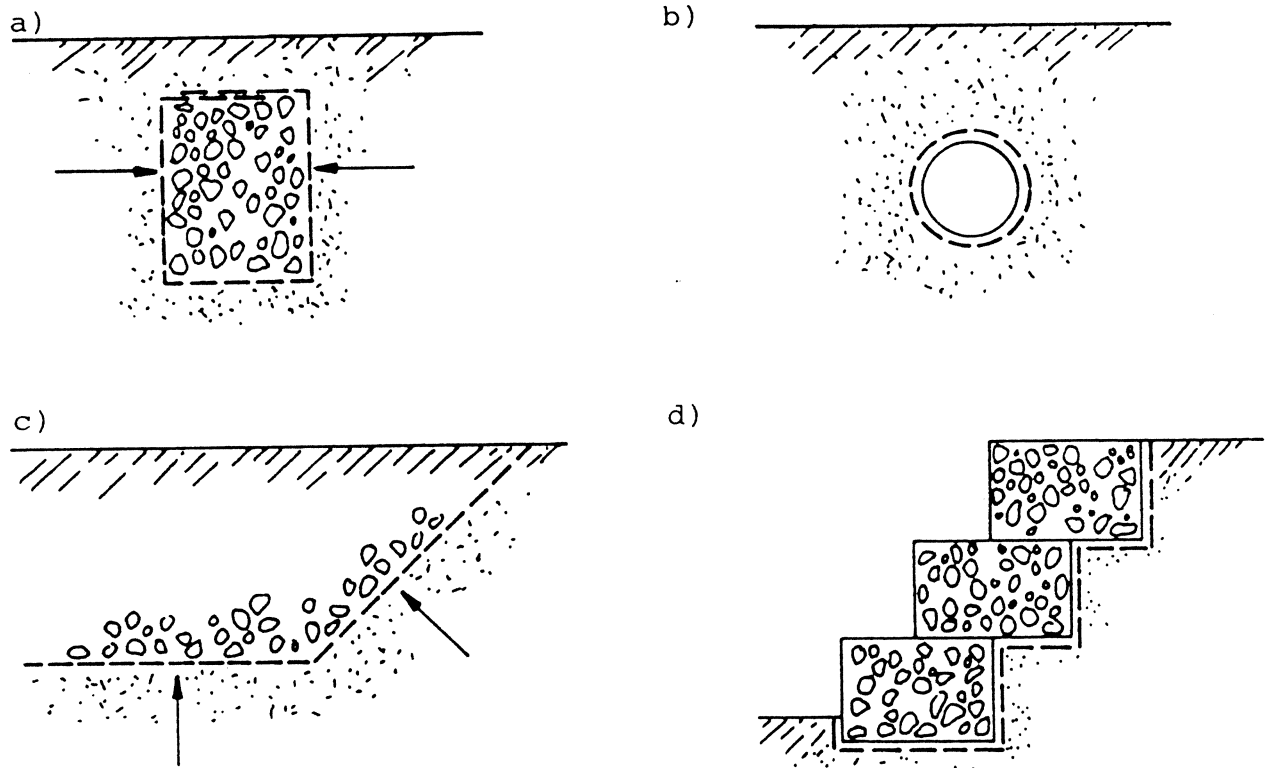
Ermittlung der erforderlichen Filterdurchlässigkeit und des zulässigen Porendurchmessers des Filtermaterials.

Mechanische Kriterien

Erforderliche Reisskraft, Reissdehnung, Stempeldurchdruckkraft und Durchschlagwiderstand in Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften der in Kontakt mit dem Filter stehenden Böden A und B sowie in Abhängigkeit von den vorliegenden Einbaubedingungen. Durch die Verwendung von Geotextilfiltern kann gegebenenfalls auf aufwendige mineralische Filter verzichtet werden.

2.4.3.2 Geltungsbereich

Einige der häufigsten Anwendungen sind in Bild 2.9 dargestellt. Die hydraulische Filterbelastung kann in diesen Fällen vorwiegend statisch oder dynamisch erfolgen. Soll ein Geotextilfilter auch zur Drainage eingesetzt werden, so muss die Drainfunktion gesondert nachgewiesen werden; vgl. hierzu Abschnitt 2.4.4.



Legende: ----- Geotextilfilter

Bild 2.9 Anwendung von Geotextilfiltern:

- a) Drainagegraben
- b) Filterrohrummantelung
- c) Flächenfilter allgemein
- d) Flächenfilter hinter einer Stützmauer

Die folgenden Anwendungen fallen hingegen nicht unter den Geltungsbereich der Empfehlungen:

- Filterwirkung für die Sicherheit und Funktion eines Bauwerkes massgebend; z.B. Stabilisierung von Rutschhängen, Drainagen bei Erdstaudämmen usw.
- Bodenarten mit Ausfallkörnung und damit ungenügender innerer Filterstabilität; vgl. Bild 2.10.

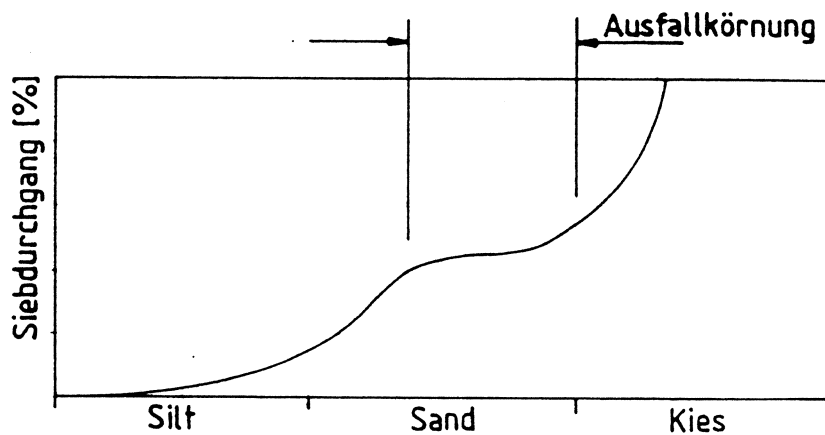


Bild 2.10 Boden mit Ausfallkörnung

- Sickerströmungen unter grossen Gradienten
- Filter bei Küstenschutzbauwerken.

Bei den nicht erfassten Anwendungsgebieten sollte der Geotextileinsatz von erfahrenen Fachleuten geplant und überwacht werden.

2.4.3.3 Begriffe, Definitionen und Randbedingungen

Begriffe

Boden A: zu entwässernder feinkörniger Boden; vgl. Bild 2.8.

Boden B: grobkörniger Boden (Kies oder Geröll) zur druckfreien Entwässerung von Boden A. Boden B dient somit zur Drainage.

dynamische Filterbelastung: Zeitlich stark veränderliche Druckhöhe am Filter. Hierdurch wird der Aufbau eines natürlichen Filters im abzufilternden Boden erschwert und daher die Ausschwemmung von Feinbestandteilen begünstigt. Bei dynamischer Filterbelastung sollte daher der wirksame Porendurchmesser des Filtermaterials kleiner sein als in einem vergleichbaren Fall mit vorwiegend statischer Filterbelastung.

Versinterung: Aufgrund von Temperatur- und/oder Druckschwankungen werden Substanzen (z.B. Kalk) aus dem Wasser ausgefällt. Als Folge kann der Filter verstopfen. Versinterungsgefahr besteht vor allem bei hartem Wasser und wird durch Luftzutritt begünstigt.

Definitionen

K [m/s]: Durchlässigkeit von Boden A

K_n [m/s]: Durchlässigkeit des Geotextils normal zu seiner Fläche. K_n ist von der Normalspannung infolge Erddruck, Oberflächenlasten abhängig.

O_w [mm]: wirksamer Porendurchmesser des Geotextilfilters.

r [kN/m]: Reisskraft nach SN 640 550.

ϵ_r [%]: Reissdehnung nach SN 640 550.

R_p [N]: Stempeldurchdrückkraft nach SN 640 550.

O_d [mm]: Durchschlagwiderstand nach SN 640 550.

S_0 bis S_4 : Tragfähigkeitsklassen der Böden A, B.

Randbedingungen

Die Dimensionierungsgrössen K_n und O_w können für die folgenden Filterbelastungen ermittelt werden:

- hydraulische Belastung vorwiegend statisch oder dynamisch,
- Versinterungsgefahr.

Das Filtermaterial kann durch Normalspannungen infolge Erd-
druck u.ä. belastet sein.

2.4.3.4 Voruntersuchungen

Zur Filterdimensionierung müssen die Sieblinien, Durchlässigkeiten sowie die Tragfähigkeitsklassen der Böden A und B bekannt sein.

Sieblinien

Es wird davon ausgegangen, dass die Sieblinien zumeist nur grob (Feldklassifizierung des Bodens) bekannt sind.

Durchlässigkeit

Auch hier wird davon ausgegangen, dass meist nur grobe Untersuchungen vorgenommen werden können. Zur Abschätzung der Durchlässigkeit werden daher im folgenden Tabellenwerte und Formeln angegeben. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Böden homogen sind.

Die Tab. 2.6 enthält Anhaltswerte für die Durchlässigkeiten einiger Bodenklassen.

Bodenklassifikation nach SN 670 010		
Bezeichnung	Beschreibung	Anhaltswerte für die Durchlässigkeit K [m/s]
GW, GP	gut oder schlecht abgestufte saubere Kiese	$> 10^{-4}$
GM	siltiger Kies, wenig Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-7}$
GM-ML, GM-GC	siltiger Kies sowie siltiger bis toniger Kies	$10^{-5} - 10^{-9}$
GC-CL, GC-CH	tonige Kiese mit hohen Feinanteilen	$10^{-7} - 10^{-10}$
GC	tonige Kiese; wenig Feinanteile	$10^{-7} - 10^{-10}$
SW	saubere Sande, gut abgestuft	$> 10^{-5}$
SP	saubere Sande, schlecht abgestuft	$> 10^{-5}$
SM	siltige Sande, wenig Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-9}$
SC	tonige Sande, wenig Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-9}$
ML	Silt	$10^{-5} - 10^{-9}$
SM-ML	siltige Sande, viel Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-9}$
SM-SC	siltige bis tonige Sande	$10^{-5} - 10^{-9}$
SC-CL	tonige Sande, viel Feinanteile	$10^{-8} - 10^{-10}$
CL-ML	Silt bis toniger Silt	$10^{-7} - 10^{-10}$
ZL,OL,MH	toniger Silt, toniger Silt mit organischen Beimengungen, spezielle Silte, wie Seekreide	$10^{-7} - 10^{-10}$
CH, OH	Ton sowie Ton mit organischen Beimengungen	$10^{-7} - 10^{-10}$

Tab. 2.6 Anhaltswerte für die Durchlässigkeiten einiger Bodenklassen

Die Durchlässigkeiten können auch mit Hilfe der folgenden Angaben berechnet werden:

Bindige Böden

Bei einem Tonanteil von mehr als 15% kann $K = 10^{-8}$ m/s angenommen werden. Bei kleinerem Tonanteil wird die Durchlässigkeit mit Hilfe von Gl. (2.2) überschlägig ermittelt.

Nichtbindige Böden

Die Durchlässigkeit von nichtbindigen Böden wird überschlägig wie folgt berechnet:

$$K = (d_{10})^2 \cdot c(U) 10^{-2} \text{ [m/s]}, \quad (2.2)$$

$$U = d_{60}/d_{10} \quad (\text{Ungleichförmigkeitsgrad}) \quad (2.3)$$

d_x [cm]: Siebdurchgang bei x %

c : von U abhängiger Proportionalitätsfaktor aus Tab. 2.7

U	1-1.9	2-2.9	3-4.9	5-9.9	10-19.9	20
c	110	100	90	80	70	60

Tab. 2.7 Werte des Proportionalitätsfaktors c als Funktion des Ungleichförmigkeitsgrades U ; vgl. Gl. (2.2).

Bei Sanden mit steilen Siebkurven werden mit Gl. (2.2) zuverlässige Werte für die Durchlässigkeit erhalten.

Kiese und Grobsande

Die Durchlässigkeit kann überschlägig mit Hilfe von Gl. (2.2) ermittelt werden.

Bei flachen Kornverteilungskurven trifft Gl. (2.2) nur sehr grob zu. In solchen Fällen werden Labor- oder in situ Versuche zur Durchlässigkeitsermittlung empfohlen.

Es ist jeweils der grössere der Durchlässigkeitsbeiwerte aus Tab. 2.6 oder Gl. (2.2) für die Dimensionierung massgebend.

Zur Beurteilung der Verockerungsgefahr und/oder der Beständigkeit des Filtermaterials können ebenfalls Versuche angebracht sein.

Tragfähigkeitsklassen

Die Tragfähigkeitsklassen für bindige- und nichtbindige Böden sind in Tab. 2.8 und 2.9 angegeben (vgl. Lit. 1). Für die Dimensionierung ist die schlechtere Tragfähigkeitsklasse, der Böden A,B massgebend.

Tragfähigkeit	Tragfähigkeitsklasse	Rammwiderstände		Konsistenz	undrain. Scherf. c_u kN m ⁻²	Zusammen-drück. modul M_E MN m ⁻²	CBR-Wert [%]
		N ¹ [-]	n ² [-]				
sehr schlecht	S ₀	2 2- 6	5 5-15	sehr weich weich	12 12- 40	3 3- 6	1 1- 3
schlecht	S ₁	6-15	15-40	steif	40- 80	6-15	3- 6
mittel	S ₂	15-30	40-75	sehr steif	80-120	15-30	6-12
gut	S ₃	>30	>75	hart	150	30	12

Böden: OH, CH, MH, OL, CL, CL-ML, SC-CL, SM-SC, SC

¹ STP-Sonde

² VAWE-Sonde

Tab. 2.8 Tragfähigkeitsklassen für bindige Böden

Tragfähig- keit	Tragfähig- keits- klasse	Rammwider- stände		Lagerung	Zusammen- drück.modul		CBR- Wert [%]
		N ¹ [-]	n ² [-]		D [-]	M _z [MN m ⁻²]	
schlecht	S ₁	< 4	< 10	sehr locker	< 0,15	6- 15	3- 6
mittel	S ₂	4-10	10- 30	locker	0,15-0,3	15- 30	6-12
gut	S ₃	10-30	30- 70	mittel	0,3- 0,5	30- 60	12-25
sehr gut	S ₄	30-50	70-150	dicht	0,5- 0,8	60-120	25-50
ausge- zeichnet	Trag- schicht	>50	>150	sehr dicht	> 0,8	>120	>50

Böden: SM, SP, SW, GM, GC, GP, GW

¹STP-Sonde

²VAWE-Sonde

Tab. 2.9 Tragfähigkeitsklassen für nichtbindige Böden

2.4.3.5 Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungs- nachweise

Beim Filtern sind die Bauaufgabe und die Geotextilfunktion identisch. Für den Fall, dass das Geotextil zusätzliche Drainageaufgaben übernehmen soll, ist die Drainfunktion gesondert nach Abschnitt 2.4.4 nachzuweisen. Die für Filteraufgaben nachzuweisenden Geotextilfunktionen und die zugehörigen Dimensionierungsgrößen sind in Tab. 2.10 zusammengestellt.

Angaben zur Beständigkeit und den mechanischen Mindestanforderungen können Abschnitt 2.1 entnommen werden.

nachzuweisende Geotextilfkt.	zugehörige Dimensionsierungsgrößen	Bemerkung
Filtern	K_n : Durchlässigkeit normal zur Filterebene O_w : wirksamer Porendurchmesser des Geotextilfilters r : Reisskraft ϵ_r : Reissdehnung R_p : Stempeldurchdrückkraft O_d : Durchschlagwiderstand	Dimensionsierungsangaben in Abschnitt 2.4.3.6
Drainieren	vgl. Angaben in Abschnitt 2.4.4.5	Nachweise erforderlich, sofern Sickerwasser in der Geotextilebene abgeleitet werden soll; vgl. hierzu Abschnitt 2.4.4

Tab. 2.10 Zusammenstellung der nachzuweisenden Geotextilfunktionen.

2.4.3.6 Dimensionierung für die Filterfunktion

Die folgenden Dimensionierungshinweise basieren auf den Angaben des Geotextilhandbuches [Lit. 1]. Bei Einhaltung der nachfolgend genannten Dimensionierungsgrößen genügt ein Geotextilfilter den folgenden Anforderungen:

- Hohes Bodenrückhaltvermögen (sog. mechanische Filterwirksamkeit) bei ausreichender Durchlässigkeit (sog. hydraulische Filterwirksamkeit). Für anders definierte Anforderungen (z.B. hohe Durchlässigkeit, Materialausschwemmungen werden akzeptiert) gelten andere Filterkriterien (vgl. z.B. Lit. 1).
- Ausreichende mechanische Festigkeit unter den vorliegenden Verlegebedingungen und mechanischen Eigenschaften der mit dem Filter in Kontakt stehenden Böden.

Zu vorgegebener Kornverteilung und Durchlässigkeit des abzufilternden Bodens sowie zu einer vorgegebenen hydraulischen Filterbelastung können die Dimensionierungsgrößen:

- O_w : erforderlicher wirksamer Porendurchmesser,
- K_n : erforderliche Durchlässigkeit des Geotextils

mit Hilfe der in Tab. 2.11 zusammengestellten Filterkriterien berechnet werden. Für die Dimensionierung ist jeweils der kleinere der beiden berechneten Porendurchmesser massgebend. Der Boden B (vgl. Bild 2.8) sollte mindestens die Durchlässigkeit des Filtermaterials aufweisen.

	hydraulische Filterbelastung			
	statisch		dynamisch oder Versinterungsgefahr	
	Dimensionierungsgrössen		Dimensionierungsgrössen	
Bodenart	K_n	O^1_w	K_n	O^1_w
bindig $d_{40} < 0.06 \text{ mm}$	$\geq 10 \text{ K}$	$\leq 10 d_{60}$ $\leq 3 d_{85}$	$\geq 100 \text{ K}$	$\leq 10 d_{60}$ $\leq 2 d_{85}$
nichtbindig $d_{40} < 0.06 \text{ mm}$	$\geq 10 \text{ K}$	$\leq 6 d_{60}$ $\leq d_{85}$	$\geq 100 \text{ K}$	$\leq 6 d_{60}$ $\leq d_{85}$
grob- und gemischt- körnig $d_{40} > 0.06 \text{ mm}$	$\geq 10 \text{ K}$	$\leq 5 d_{10} \sqrt{u}$ $\leq d_{85}$	$\geq 100 \text{ K}$	$\leq 1.5 d_{10} \sqrt{u}$ $\leq d_{60}$

$U = d_{60}/d_{10}$: Ungleichförmigkeitsgrad

¹⁾ kleinerer Wert für die Dimensionierung massgebend

Tab. 2.11 Zusammenstellung der Filterkriterien

Die Angaben zu den mechanischen Mindestanforderungen können den Tabellen 2.12 und 2.13 entnommen werden:

Tab. 2.12

Die Tabelle enthält Angaben zur Reisskraft r , Stempel-
durchdrückkraft R_p und zum Durchschlagwiderstand O_d . Die
erforderlichen Kennwerte hängen vom Kornaufbau (rund,
gebrochen, Grösstkorn d_{max}) sowie von der mechanischen
Filterbeanspruchung infolge Einbau ab. Zusätzlich sind die
Angaben in Abschnitt 2.1.6 (Mindestanforderungen infolge
Verlegen) zu beachten.

Tab. 2.13

Angaben zur Mindestreissdehnung $\min \epsilon_r$. Die minimal erforderliche Reissdehnung hängt von der Tragfähigkeitsklasse sowie vom Korndurchmesser d_{85} der Kontaktmaterialien A,B ab (vgl. Bild 2.8).

Kontaktmaterial (Boden A und B)			mechanische Filterbeanspruchung	erforderliche Geotextilkennwerte		
Fall	Beschreibung	d_{max} [mm]		erf r [KN/m]	erf R_p [N]	erf O_d [mm]
1	gemischtkörnig, rund	≤ 60	geringe Beanspruchung infolge Einbau	≥ 4	≥ 750	≤ 45
2	gemischtkörnig, gebrochen	≤ 35	geringe Beanspruchung infolge Einbau	≥ 6	≥ 1000	≤ 35
3	steinig	≥ 60	grössere mechanische Beanspruchung infolge Einbau	≥ 8	≥ 1400	≤ 30

Tab. 2.12 Angaben zur erforderlichen Reisskraft, zur Stempeldurchdruckkraft sowie zum Durchschlagwiderstand für Filtermaterialien.

Kontaktmaterial (Boden A und B)			Mindestreissdehnung $\min \epsilon_r$ [%]
Fall	Tragfähigkeitsklasse	d_{85} [mm]	
1	S_0, S_1	≥ 30	≥ 40
2	S_2	≥ 30	≥ 30
3	S_3	≥ 30	≥ 20
4	S_0, S_1, S_2, S_3, S_4	< 30	≥ 15

Tab. 2.13 Angaben zur erforderlichen Mindestreissdehnung für Geotextilfilter

Es können auch Filtermaterialien mit $\epsilon_x < \min \epsilon_x$ verwendet werden, wenn die Reisskraft wie folgt erhöht wird:

$$\text{erfr}^* \geq \text{erf r} \cdot \min \epsilon_x / \epsilon_x, \quad (2.4)$$

erfr^* : erhöhte Reisskraft,

erf r : erforderliche Reisskraft aus Tab. 2.2 oder Tab. 2.12,

$\min \epsilon_x$: erforderliche Mindestreissdehnung nach Tab. 2.13,

ϵ_x : vorhandene Reissdehnung des ausgewählten Filtermaterials.

Das Filtermaterial muss schliesslich für den Wert r^* dimensioniert werden.

Mit den berechneten Dimensionierungsgrössen und mit Hilfe des in Teil 3 angegebenen Produktkataloges kann ein geeigneter Geotextiltyp ausgewählt werden. Insbesondere muss hierbei die Normalspannungsabhängigkeit der Geotextildurchlässigkeit beachtet werden.

2.4.3.7 Ausführungshinweise

Die folgenden Hinweise sollten beachtet werden (vgl. Lit. 1):

- Bei Geotextilien mit gleichen hydraulischen Eigenschaften, aber unterschiedlicher Dicke, ist dem dickeren Textil für Filteraufgaben der Vorzug zu geben (grösseres Porenvolumen).
- Drainageeinrichtungen (Gräben, Drainagerohre) müssen vollständig und mit ausreichender Ueberlappung umhüllt werden.
- Löcher im Filtermaterial sind unbedingt zu vermeiden.
- Bei gleichzeitigem Einsatz von mehrstufigen mineralischen Filtern auch dort auf die Einhaltung der Filterkriterien achten.
- Können nicht alle Filterkriterien gleichzeitig eingehalten werden: Entscheid für Einhaltung des im vorliegenden Fall massgebenden Kriteriums (mechanische oder hydraulische Filterfestigkeit).
- Abklärungen zur Beständigkeit des Filtermaterials nicht vergessen.
- Angaben der Abschnitte 2.1 bis 2.3 beachten.

2.4.3.8 Anwendungsbeispiel

Die in Bild 2.11 dargestellte Bodenschicht A soll mit Hilfe der Drainageschicht B und eines dazwischengeschalteten Geotextilfilters entwässert werden. Der Filter soll dimensioniert werden.

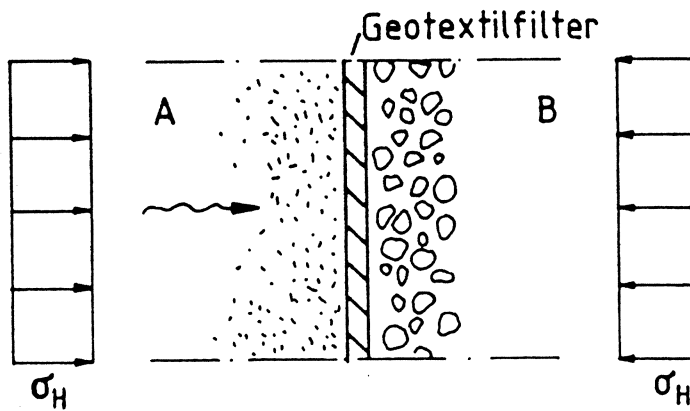


Bild 2.11 Erläuterung zum Anwendungsbeispiel

Angaben

Die Kornverteilung von Boden A ist in Bild 2.12 dargestellt:

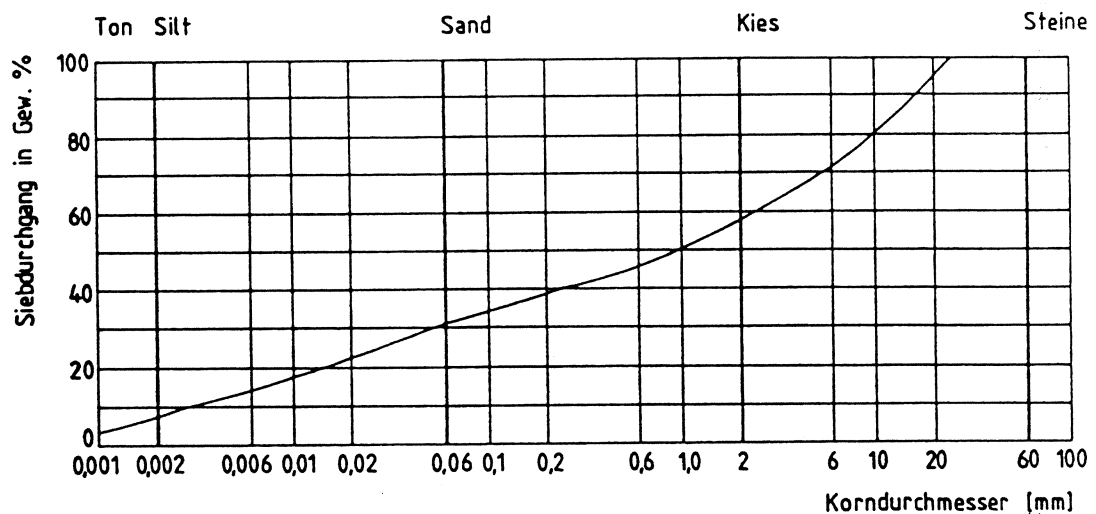


Bild 2.12 Kornverteilungskurve für Boden A

Für Boden A wurde die Tragfähigkeitsklasse S3 ermittelt. Für das Drainagematerial B ist das Grösstkorn $d_{max} < 60$ mm und $d_{85} < 30$ mm; durch entsprechenden Einbau soll für Boden B die Tragfähigkeitsklasse S₄ erreicht werden. Das Planum für die Filterverlegung wird als schlecht angenommen. Infolge Erddruck wird der Filter mit einer Normalspannung von $\sigma_H = 40$ kN/m² belastet. Die hydraulische Filterbelastung ist vorwiegend statisch. Das Filtermaterial wird von Hand eingebaut.

Ermittlung der erforderlichen Geotextilkennwerte

Mit Hilfe der in Bild 2.12 angegebenen Kornverteilung ermittelt man: $d_{max} = 20$ mm, $d_{85} = 12.7$ mm, $d_{60} = 2.25$ mm, $d_{40} > 0.06$ mm, $d_{10} = 0.6027$ mm und somit:

$$U = 2.25 / 0.0027 = \underline{833}$$

nach Gl. (2.3) und

$$K = (0.0027 \cdot 10^{-1})^2 \cdot 60 \cdot 10^{-2} = 4.4 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$$

nach Gl (2.2) für den Ungleichförmigkeitsgrad und die Durchlässigkeit von Boden A. Für die hydraulische Filterbemessung sind die Angaben für grob- und gemischtkörnige Böden aus Tab. 2.11 massgebend:

$$K_n \geq 10 \cdot K = 10 \cdot 4.4 \cdot 10^{-8} = \underline{4.4 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}}$$

$$O_w \leq 5 d_{10} \sqrt{U} = 5 \cdot 0.0027 \sqrt{833} = \underline{0.39 \text{ mm}}$$

$$O_w \leq d_{85} = \underline{12.7 \text{ mm}}$$

Für den erforderlichen wirksamen Porendurchmesser ist der kleinere Wert von $O_w = 0.39$ mm massgebend.

Für die erforderlichen mechanischen Filtereigenschaften sind die Fälle 1 und 4 aus den Tabellen 2.12 und 2.13 massgebend:

$$\text{erf } r \geq 4 \text{ kN/m},$$

$$\underline{\text{erf } R_p \geq 750 \text{ N}},$$

$$\underline{\text{erf } O_a \leq 45 \text{ mm}},$$

$$\underline{\text{min} \epsilon_r \geq 15\%}$$

Aus Tab. 2.2 erhält man $\text{erf } r \geq 7 \text{ kN/m}$ (massgebend)

Dimensionierung

Aus dem Produktkatalog wird ein Vlies mit den folgenden Kennwerten ausgewählt:

- wirksamer Porendurchmesser

$$\underline{\text{vorh } O_w = 0.12 \text{ mm} < \text{zul } O_w = 0.39 \text{ mm}}$$

- Filterdurchlässigkeit

Normalspannung [kN/m ²]	Durchlässigkeit K_n [m/s]
20	$1.8 \cdot 10^{-3}$
200	$0.5 \cdot 10^{-3}$

Für die vorhandene Normalspannung von $\sigma_H = 40 \text{ kN/m}^2$ berechnet man aus den angegebenen K_n -Kennwerten (Zwischenwerte geradlinig eingeschaltet):

$$\underline{\text{vorh } K_n = 1.66 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \gg \text{erf } K_n = 4.4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}}$$

- mechanische Kennwerte

$$\text{vorh } r = 13.7 \text{ kN/m} \gg \text{erf } r = 7 \text{ kN/m}$$

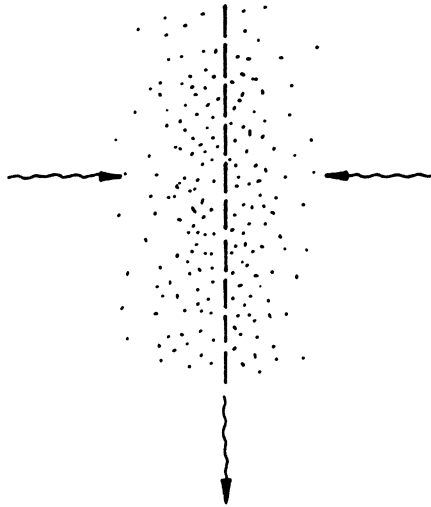
$$\text{vorh } R_p = 2430 \text{ N} \gg \text{erf } R_p = 750 \text{ N}$$

$$\text{vorh } O_a = 20.8 \text{ mm} \ll \text{erf } O_a \leq 45 \text{ mm}$$

$$\text{vorh } \epsilon_r = 42\% \gg \min \epsilon_r \geq 15\%.$$

Das gewählte Vlies genügt somit den hydraulischen und mechanischen Anforderungen.

DRAINIEREN



2.4.4 Drainieren

2.4.4.1 Zweck

Durch eine Drainage sollen 2 Bodenschichten A und B entwässert werden (vgl. Bild 2.13); d.h. das anfallende Wasser wird in der Geotextilebene ab- und einem Vorfluter (z.B. Entwässerungsleitung) zugeführt. Die Bodenschichten A und B können unterschiedliche Kornverteilungen aufweisen. Insbesondere kann auch eine der Schichten A oder B undurchlässig sein. Das ist z.B. dann der Fall, wenn die Drainage auf einer Betonoberfläche verlegt ist.

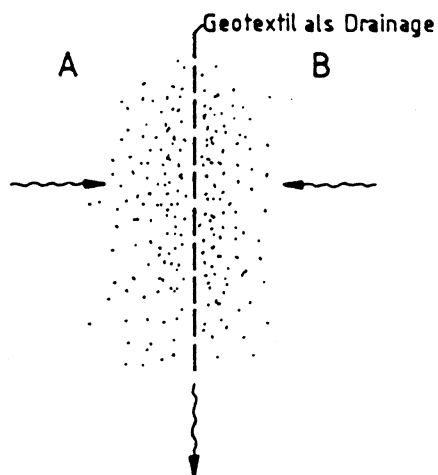


Bild 2.13 Erläuterung zur Drainagefunktion

Für eine Drainage sind die folgenden Funktionen nachzuweisen:

Hydraulische Wirksamkeit

Das durch den Boden zuströmende Wasser sollte möglichst druckfrei im Geotextil abgeleitet werden. Hierzu muss das Geotextil über eine ausreichende Durchlässigkeit in- und senkrecht zur Geotextilebene verfügen.

Mechanische Wirksamkeit

Es soll verhindert werden, dass Feinbestandteile des Bodens in die Drainage gelangen. Falls Feinanteile in die Drainage gelangen, könnte die Durchlässigkeit der Drainage vermindert werden und/oder es könnten Sackungen im Boden auftreten. Damit die mechanische Wirksamkeit der Drainage gewährleistet ist, darf der wirksame Porendurchmesser des Drainagematerials einen gewissen Wert nicht überschreiten.

Zudem müssen für das Drainagematerial gewisse mechanische Mindestanforderungen eingehalten werden. Durch diese Mindestanforderungen soll gewährleistet werden, dass keine mechanischen Beschädigungen infolge Verlegen, Erddruck und Setzungen auftreten.

Die vorliegenden Empfehlungen behandeln somit die Dimensionierung von Drainagen aus Geotextilien aufgrund der folgenden Kriterien:

Hydraulische Kriterien

Ermittlung der erforderlichen Durchlässigkeit und des zulässigen Porendurchmessers eines Drainagematerials.

Mechanische Kriterien

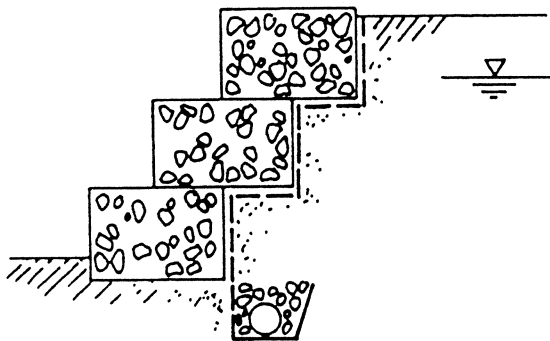
Ermittlung der erforderlichen Reisskraft, Reissdehnung, Stempeldurchdrückkraft und des erforderlichen Durchschlagwiderstandes in Abhängigkeit von den mechanischen Eigenschaften der mit dem Drainagematerial in Kontakt stehenden Böden sowie in Abhängigkeit von den Einbaubedingungen.

In gewissen Fällen können Geotextildrainagen aufwendige mineralische Drainagen ersetzen. Manche Drainageaufgaben können überhaupt nur mit Hilfe von Geotextilien wirtschaftlich gelöst werden.

2.4.4.2 Geltungsbereich

Drainagen aus Geotextilien können generell dort eingesetzt werden, wo vorhandene Wasserspiegel permanent abgesenkt oder Sickerwasser (z.B. aus Niederschlägen) grossflächig abgeleitet werden sollen. Typische Anwendungen sind somit Fahrbahntwässerungen bei unbefestigten Strassen sowie die Entwässerung von Stützbauwerken (vgl. Bild 2.14). Die Drainage von Stützbauwerken (Bild 2.14a) wird gesondert in Abschnitt 2.4.5 behandelt. Die vorliegenden Empfehlungen können auf die in Bild 2.14 dargestellten sowie bei ähnlichen Bauaufgaben angewendet werden.

a)



b)

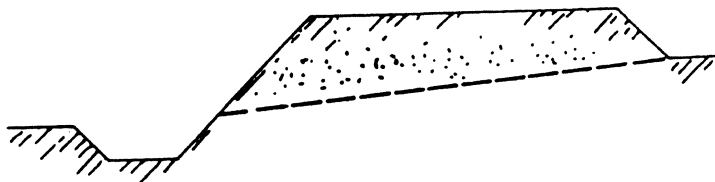


Bild 2.14 Typische Anwendungen von Drainagen aus Geotextilien : a) Entwässerung hinter Stützbauwerken, b) Fahrbahntwässerungen

Die folgenden Anwendungen sind vom Geltungsbereich ausgenommen:

- Drainagefunktion für die Sicherheit und Gesamtfunktion des Bauwerkes entscheidend; z.B. Drainagen bei Erdstaudämmen oder zur Böschungsstabilisierung.
- Tiefendrainagen zur Beschleunigung der Konsolidierung

Ausserhalb des angegebenen Geltungsbereiches angesiedelte Anwendungen sollten durch erfahrene Fachleute beurteilt werden.

2.4.4.3 Begriffe, Definitionen und Randbedingungen

Begriffe

Boden A,B: Kontaktmaterial zur Drainage (vgl. Bild 2.13).
Der Wasserzustrom zur Drainage kann aus Boden A und/oder Boden B erfolgen.

dynamische Filterbelastung: Zeitlich stark veränderliche Druckhöhe am Filter. Hierdurch wird der Aufbau eines natürlichen Filters im abzufilternden Boden erschwert, wodurch die Ausschwemmung von Feinbestandteilen begünstigt wird. Bei dynamischer Filterbelastung sollte daher der wirksame Porendurchmesser des Filtermaterials kleiner sein als in einem vergleichbaren Fall mit vorwiegend statischer Filterbelastung.

Versinterung: Aufgrund von Temperatur- und/oder Druckschwankungen werden Substanzen (z.B. Kalk) aus dem Wasser ausgefällt. Als Folge kann der Filter verstopfen. Versinterungsgefahr besteht vor allem bei hartem Wasser und wird durch Luftzutritt begünstigt.

Definitionen

Es werden zunächst die zu den hydraulischen Eigenschaften der Drainage gehörenden Definitionen angegeben. Hierzu wird ein Drainagestreifen der Länge L und Breite B betrachtet (vgl. Bild 2.15). Die Drainage soll in Längsrichtung durchströmt werden. Bei dieser Strömung werden die Standrohrspiegelhöhen H_1 und H_2 gemessen.

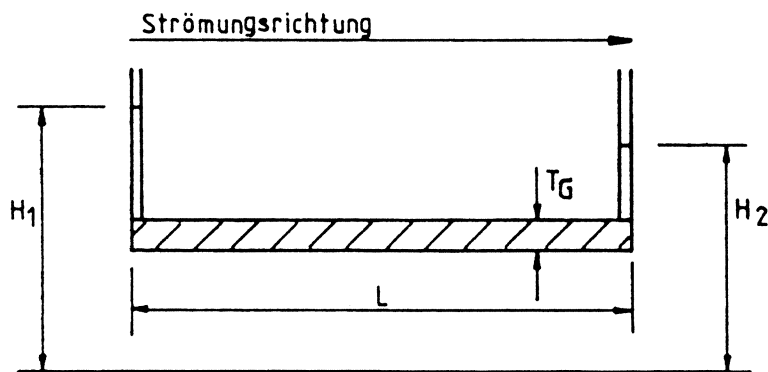


Bild 2.15 Durchströmung eines Drainagestreifens

Zur Dimensionierung werden die folgenden Definitionen benötigt:

$$\theta = K_t T_G, \quad (2.5)$$

θ [m²/s] : Transmissivität,

K_t [m/s]: Durchlässigkeit in Strömungsrichtung,

T_G [m] : Dicke des Geotextils.

Die Materialkennwerte θ , K_t , T_G hängen von der senkrecht zur Geotextilebene wirkenden Normalspannung (Erddruck, Oberflächenlasten) ab.

Mit den angegebenen Grössen kann nun der auf die Querschnittsfläche ($B \times T_G$) bezogene Durchfluss berechnet werden:

$$q = K_t i = (\theta / T_G) i, \quad (2.6)$$

q [m³ s⁻¹/m²] : spezifischer Durchfluss,

$$i = \Delta h / L \quad (\text{hydraulischer Gradient}) \quad (2.7)$$

$$\Delta h = H_1 - H_2 \text{ [m]} \quad (\text{Druckverlust}) \quad (2.8)$$

Mit Hilfe von Gl. (2.6) berechnet man für den gesamten Durchfluss durch einen Querschnitt der Breite B :

$$Q = q B T_G \text{ [m}^3\text{/s]}. \quad (2.9)$$

Wird nun mit Q die bei einer Drainageaufgabe anfallende gesamte Wassermenge bezeichnet, so muss beim Nachweis der hydraulischen Wirksamkeit die folgende Bedingung für die Transmissivität des Drainagematerials eingehalten werden:

$$\theta \geq f (Q L) / (\Delta h B) = f Q / (i \cdot B) \quad (2.10)$$

f [-]: Sicherheitsfaktor

Q [m^3/s]: gesamte, durch Drainage abzuführende Wassermenge

Mit Hilfe von Gl. (2.10) wird der Nachweis erbracht, dass die zuströmende Wassermenge auch in der Geotextilebene abfließen kann.

Es muss weiterhin nachgewiesen werden, dass die anfallende Wassermenge der Drainage auch seitlich zuströmen kann:

$$K_n > K \quad (2.11)$$

K_n : Durchlässigkeit senkrecht zur Geotextilebene,

K : Durchlässigkeit von Boden A und/oder B.

Damit keine Feinanteile des Bodens in den Filter gelangen, ist weiterhin der Nachweis zu erbringen:

$$Q_w \leq z_L O_w, \quad (2.12)$$

Q_w : wirksamer Porendurchmesser des Drainagematerials, $z_L O_w$: zulässiger wirksamer Porendurchmesser aufgrund der Kornverteilungen von Boden A und B; O_w aufgrund von Filterkriterien festlegen,

Zum Nachweis der mechanischen Eigenschaften des Drainagematerials sind die folgenden Kenngrößen massgebend:

- r [kN/m] : Reisskraft nach SN 640 550,
- ϵ_r [%]: Reissdehnung nach SN 640 550,
- R_p [N]: Stempeldurchdrückkraft nach SN 640 550,
- O_d [mm]: Durchschlagwiderstand nach SN 640 550.

Randbedingungen

Die hydraulischen Randbedingungen sind individuell für die vorliegende Bauaufgabe festzulegen. Die hydraulische Belastung kann vorwiegend statisch oder dynamisch sein.

2.4.4.4 Voruntersuchungen

Zur Filterdimensionierung müssen die Sieblinien, Durchlässigkeiten sowie die Tragfähigkeitsklassen der Kontaktmaterialien A und B bekannt sein. Weiterhin ist die anfallende Wassermenge sowie die Belastung des Drainagematerials (z.B. infolge Erddruck) im Rahmen von Voruntersuchungen festzulegen.

Sieblinien

Es wird davon ausgegangen, dass die Sieblinien zumeist nur grob (Feldklassifizierung des Bodens) bekannt sind.

Durchlässigkeit

Es wird davon ausgegangen, dass meist nur grobe Schätzungen der Durchlässigkeit vorgenommen werden können. Zur Abschätzung der Durchlässigkeit werden daher im folgenden Tabellenwerte und Formeln angegeben. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Böden homogen sind.

Die Tab. 2.14 enthält Anhaltswerte für die Durchlässigkeiten einiger Bodenklassen.

Die Durchlässigkeiten können auch mit Hilfe der folgenden Angaben berechnet werden:

Bindige Böden

Bei einem Tonanteil von mehr als 15% kann $K = 10^{-8}$ m/s angenommen werden. Bei kleinerem Tonanteil wird die Durchlässigkeit mit Hilfe von Gl. (2.13) überschlägig ermittelt.

Nichtbindige Böden

Die Durchlässigkeit von nichtbindigen Böden wird überschlägig wie folgt berechnet:

$$K = (d_{10})^2 c(U) 10^{-2} \text{ [m/s]}, \quad (2.13)$$

$$U = d_{60}/d_{10} \quad (\text{Ungleichförmigkeitsgrad}) \quad (2.14)$$

d_x [cm]: Siebdurchgang bei x %

c : von U abhängiger Proportionalitätsfaktor aus
Tab. 2.14

Bodenklassifikation nach SN 670 010		
Bezeichnung	Beschreibung	Anhaltswerte für die Durchlässigkeit K [m/s]
GW, GP	gut oder schlecht abgestufte saubere Kiese	$> 10^{-4}$
GM	siltiger Kies, wenig Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-7}$
GM-ML, GM-GC	siltiger Kies sowie siltiger bis toniger Kies	$10^{-5} - 10^{-9}$
GC-CL, GC-CH	tonige Kiese mit hohen Feinanteilen	$10^{-7} - 10^{-10}$
GC	tonige Kiese; wenig Feinanteile	$10^{-7} - 10^{-10}$
SW	saubere Sande, gut abgestuft	$> 10^{-5}$
SP	saubere Sande, schlecht abgestuft	$> 10^{-5}$
SM	siltige Sande, wenig Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-9}$
SC	tonige Sande, wenig Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-9}$
ML	Silt	$10^{-5} - 10^{-9}$
SM-ML	siltige Sande, viel Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-9}$
SM-SC	siltige bis tonige Sande	$10^{-5} - 10^{-9}$
SC-CL	tonige Sande, viel Feinanteile	$10^{-8} - 10^{-10}$
CL-ML	Silt bis toniger Silt	$10^{-7} - 10^{-10}$
ZL, OL, MH	toniger Silt, toniger Silt mit organischen Beimengungen, spezielle Silte, wie Seekreide	$10^{-7} - 10^{-10}$
CH, OH	Ton sowie Ton mit organischen Beimengungen	$10^{-7} - 10^{-10}$

Tab. 2.14 Anhaltswerte für die Durchlässigkeiten einiger Bodenklassen

Bei Sanden mit steilen Siebkurven werden mit Gl. (2.13) zuverlässige Werte für die Durchlässigkeit erhalten.

U	1-1.9	2-2.9	3-4.9	5-9.9	10-19.9	20c
c	110	100	90	80	70	60

Tab. 2.15 Angaben zum Proportionalitätsfaktor c in Abhängigkeit des Ungleichförmigkeitsgrades U.

Kiese und Grobsande

Die Durchlässigkeit kann überschlägig mit Hilfe von Gl. (2.13) ermittelt werden.

Bei flachen Kornverteilungskurven trifft Gl. (2.13) nur sehr grob zu. In solchen Fällen sind daher Labor- oder in situ Versuche zur Durchlässigkeitsermittlung empfehlenswert.

Es ist jeweils der grössere der Durchlässigkeitsbeiwert aus Tab. 2.14 oder Gl. (2.13) für die Dimensionierung massgebend.

Zur Beurteilung der Versinterungsgefahr und/oder der Beständigkeit des Filtermaterials können zusätzliche Versuche erforderlich sein.

Tragfähigkeitsklassen

Die Tragfähigkeitsklassen für bindige- und nichtbindige Böden sind in Tab. 2.16 und 2.17 angegeben [Lit. 1]. Für die Dimensionierung ist die schlechtere, der beiden Tragfähigkeitsklassen der Böden A und B massgebend.

Tragfähigkeit	Tragfähigkeitsklasse	Rammwiderstände N^1 [-]	n^2 [-]	Konsistenz	undrain. Scherf. c_u kN m ⁻²	Zusammen-drück. modul M_z MN m ⁻²	CBR-Wert [%]
sehr	S_0	2	5	sehr weich	12	3	1
schlecht		2- 6	5-15	weich	12- 40	3- 6	1- 3
schlecht	S_1	6-15	15-40	steif	40- 80	6-15	3- 6
mittel	S_2	15-30	40-75	sehr steif	80-120	15-30	6-12
gut	S_3	>30	>75	hart	150	30	12

Böden: OH, CH, MH, OL, CL, CL-ML, SC-CL, SM-SC, SC

¹STP-Sonde

²VAWE-Sonde

Tab. 2.16 Tragfähigkeitsklassen für bindige Böden

Tragfähigkeit	Tragfähigkeitsklasse	Rammwiderstände N^1 [-]	n^2 [-]	Lagerung	Zusammen-drück.modul D [-]	M_z [MN m ⁻²]	CBR-Wert [%]
schlecht	S_1	<4	< 10	sehr locker	<0,15	6- 15	3- 6
mittel	S_2	4-10	10- 30	locker	0,15-0,3	15- 30	6-12
gut	S_3	10-30	30- 70	mittel	0,3- 0,5	30- 60	12-25
sehr gut	S_4	30-50	70-150	dicht	0,5- 0,8	60-120	25-50
ausgezeichnet	Trag-schicht	>50	>150	sehr dicht	> 0,8	>120	>50

Böden: SM, SP, SW, GM, GC, GP, GW

¹STP-Sonde

²VAWE-Sonde

Tab. 2.17 Tragfähigkeitsklassen für nichtbindige Böden

Gesamtwassermenge

In einfachen Fällen kann die Gesamtwassermenge mit Hilfe von Formeln abgeschätzt werden (z.B. einseitig angeströmter Entwässerungsgraben), in komplexeren Fällen auch mit Hilfe der Konstruktion oder der numerischen Ermittlung des Stromliniennetzes.

Normalspannung auf das Geotextil

Die wirksamen Normalspannungen können aus konventionellen Erddruck- oder Erdauflastberechnung ermittelt werden.

2.4.4.5 Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise

Beim Drainieren sind die Bauaufgabe und die Geotextilfunktion identisch. Die für die Drainagefunktion massgebenden Geotextilkennwerte sind in Tab 2.18 zusammengestellt. Der Nachweis der Filterfunktion ist in der vorliegenden Empfehlung mit erfasst.

nachzuweisende Geotextilfkt.	zugehörige Dimensionierungsgrössen	Bemerkung
Drainieren	θ : Transmissivität O_w : wirksamer Porendurchmesser K_n : Durchlässigkeit Drainagematerial senkrecht zur Drainageebene r : Reisskraft ϵ_r : Reissdehnung R_p : Stempeldurchdrückkraft O_d : Durchschlagwiderstand	Dimensionierungsangaben in Abschnitt 2.4.4.6

Tab. 2.18 Zusammenstellung der massgebenden Dimensionierungsgrössen

Angaben zur Beständigkeit und den für die Verlegung erforderlichen mechanischen Mindestanforderungen können Abschnitt 2.1 entnommen werden.

2.4.4.6 Dimensionierung für die Drainagefunktion

Die Dimensionierung erfolgt in Anlehnung an die Angaben im Geotextilhandbuch [Lit. 1]. Bei Einhaltung der Hinweise genügt ein Drainagematerial den folgenden Anforderungen:

- Hohes Bodenrückhaltevermögen (sog. mechanische Filterwirksamkeit) bei ausreichender Durchlässigkeit (sog. hydraulische Filterwirksamkeit) und Transmissivität des Drainagematerials.

Für anders definierte Anforderungen (z.B. hohe Durchlässigkeit, Materialausschwemmungen werden akzeptiert) sind andere Filterkriterien massgebend (vgl. z.B. Lit. 1).

- Ausreichende mechanische Festigkeit bei unterschiedlichen Verlegebedingungen und mechanischen Eigenschaften der Kontaktmaterialien.

Bei vorgegebener Kornverteilung und Durchlässigkeit des abzufilternden Bodens, vorgegebener hydraulischer Filterbelastung sowie bekannter Gesamtwassermenge, können die Dimensionierungsgrößen:

- O_w : erforderlicher wirksamer Porendurchmesser,
- K_n : erforderliche Durchlässigkeit des Drainagematerials senkrecht zur Drainageebene,
- θ : erforderliche Transmissivität des Drainagematerials

mit Hilfe der in Tab. 2.19 angegebenen Filterkriterien sowie mit Hilfe von Gl. (2.15) berechnet werden. Für die Dimensionierung ist jeweils der kleinere der beiden berechneten Porendurchmesser massgebend. Es ist darauf zu achten, dass der Vorfluter (Rohrleitung oder Drainage aus Kies) ausreichend dimensioniert wird. Die Filterfunktion muss nicht separat nachgewiesen werden.

	hydraulische Filterbelastung			
	statisch		dynamisch oder Versinterungsgefahr	
	Dimensionierungsgrößen		Dimensionierungsgrößen	
Bodenart	K_n	O^1_w	K_n	O^1_w
bindig $d_{40} < 0.06 \text{ mm}$	$\geq 10 \text{ K}$	$\leq 10 d_{60}$ $\leq 3 d_{85}$	$\geq 100 \text{ K}$	$\leq 10 d_{60}$ $\leq 2 d_{85}$
nichtbindig $d_{40} < 0.06 \text{ mm}$	$\geq 10 \text{ K}$	$\leq 6 d_{60}$ $\leq d_{85}$	$\geq 100 \text{ K}$	$\leq 6 d_{60}$ $\leq d_{85}$
grob- und gemischt- körnig $d_{40} > 0.06 \text{ mm}$	$\geq 10 \text{ K}$	$\leq 5 d_{10} \sqrt{u}$ $\leq d_{85}$	$\geq 100 \text{ K}$	$\leq 1.5 d_{10} \sqrt{u}$ $\leq d_{60}$

$U = d_{60}/d_{10}$: Ungleichförmigkeitsgrad

¹⁾ kleinerer Wert für die Dimensionierung massgebend

Tab. 2.19 Zusammenstellung der Filterkriterien

Für den Nachweis der Transmissivität ist Gl. (2.15) massgebend:

$$\theta \geq f Q / (i B) \text{ [m}^2\text{/s]} \quad (2.15)$$

$$\theta = k_t T_a, \quad (2.16)$$

Q [m³/s] : zu drainierende Wassermenge,
 B [m]: Breite des Drainagestreifens,
 i [-]: hydraulischer Gradient,
 k_t [m/s]: Durchlässigkeit in Strömungsrichtung,
 T_a [m]: Dicke des Drainagematerials,
 f : Sicherheitsfaktor; Empfohlen wird $f = 5$ (vgl. Lit. 1).

Bei der Dimensionierung ist darauf zu achten, dass die Grössen: K_n , k_t , T_a und θ normalspannungsabhängig sind.

Die Angaben zu den mechanischen Mindestanforderungen können Abschnitt 2.1.6 sowie den Tabellen 2.20 und 2.21 entnommen werden:

Tab. 2.20

Die Tabelle enthält Angaben zur Reisskraft r , Stempeldurchdrückkraft R_p und zum Durchschlagwiderstand O_a . Die erforderlichen Kennwerte hängen vom Kornaufbau (rund, gebrochen, Grösstkorn d_{max}) sowie von der mechanischen Filterbeanspruchung infolge Einbau ab.

Kontaktmaterial (Boden A und B)			mechanische Filterbeanspruchung	erforderliche Geotextilkennwerte		
Fall	Beschreibung	d _{max} [mm]		erf r [KN/m]	erf R _p [N]	erf O _d [mm]
1	gemischtkörnig, rund	<60	geringe Beanspruchung infolge Einbau	≥4	≥750	≤45
2	gemischtkörnig, gebrochen	<35	geringe Beanspruchung infolge Einbau	≥6	≥1000	≤35
3	steinig	>60	grössere mechanische Beanspruchung infolge Einbau	≥8	≥1400	≤30

Tab. 2.20 Mechanische Mindestanforderungen infolge Verlegen an die Reisskraft, Stempeldurchdruckkraft und an den Durchschlagwiderstand

Tab. 2.21

Die Tabelle enthält Angaben zur erforderlichen Mindestreissdehnung $\min \epsilon_r$. Die Mindestreissdehnung hängt von der Tragfähigkeitsklasse sowie vom Korndurchmesser d_{85} der Kontaktmaterialien A und B ab (vgl. Bild 2.13).

Kontaktmaterial (Boden A und B)			Mindestreissdehnung $\min \epsilon_r$ [%]
Fall	Tragfähigkeitsklasse	d ₈₅ [mm]	
1	S ₀ , S ₁	≥30	≥40
2	S ₂	≥30	≥30
3	S ₃	≥30	≥20
4	S ₀ , S ₁ , S ₂ , S ₃ , S ₄	<30	≥15

Tab. 2.21 Angaben zur erforderlichen Mindestreissdehnung

Wird ein Drainagematerial mit $\epsilon_x < \min \epsilon_x$ eingesetzt, so sollte die erforderliche Reisskraft wie folgt erhöht werden (vgl. Lit. 1):

$$\text{erfr}^* \geq \text{erf } r (\min \epsilon_x) / \epsilon_x, \quad (2.17)$$

$\text{erf } r^*$: erhöhte Reisskraft,

$\text{erf } r$: erforderliche Reisskraft aus Tab. 2.2 oder Tab. 2.20,

$\min \epsilon_x$: erforderliche Mindestreissdehnung nach Tab. 2.21,

ϵ_x : Reissdehnung des ausgewählten Drainagematerials.

Für das gewählte Drainagematerial sind schliesslich die Nachweise:

$$\text{vorh } r \geq \text{erf } r \geq r^*,$$

$$\text{vorh } \epsilon_x \geq \min \epsilon_x,$$

$$\text{vorh } R_p \geq \text{erf } R_p \quad (2.18)$$

$$\text{vorh } O_d \leq \text{erf } O_d$$

zu erbringen.

Mit den berechneten Dimensionierungsgrössen kann mit Hilfe des in Teil 3 der Empfehlungen angegebenen Produktkataloges ein geeigneter Geotextiltyp ausgewählt werden. Die Normalspannungsabhängigkeit der Geotextilkennwerte ist hierbei zu beachten.

2.4.4.7 Ausführungshinweise

Bei der Ausführung sollten die folgenden Hinweise beachtet werden:

- Geotextilien mit grosser Dicke sind für Drainage- und Filteraufgaben meist besser geeignet als solche mit sonst gleichen Eigenschaften aber kleinerer Dicke.
- Drainageeinrichtungen müssen lückenlos verlegt werden; d.h. keine Löcher, ausreichende Ueberlappung.
- Werden in Verbindung mit Drainageaufgaben mineralische Filter eingesetzt, so ist auch bei den mineralischen Filtern auf die Einhaltung der Filterkriterien zu achten.
- Die Durchlässigkeit mancher Drainagematerialien kann von der Strömungsrichtung abhängen. Deshalb beim Verlegen auf die Verlegerichtung der Geotextilbahnen achten.
- Sofern nicht alle Filterkriterien gleichzeitig eingehalten werden können: Entscheid für Einhaltung des massgebenden Kriteriums treffen (hydraulische oder mechanische Filterfestigkeit).
- Abklärungen zur Beständigkeit der Drainagematerialien nicht vergessen:
- Allgemeine Angaben der Abschnitte 2.1 bis 2.3 beachten.

2.4.4.8 Anwendungsbeispiel

Zur Vermeidung einer Wasserdruckbelastung soll mit Hilfe einer Flächendrainage der Grundwasserspiegel hinter einer Kellerwand dauerhaft abgesenkt werden (vgl. Bild 2.16). Die Drainage ist zu dimensionieren.

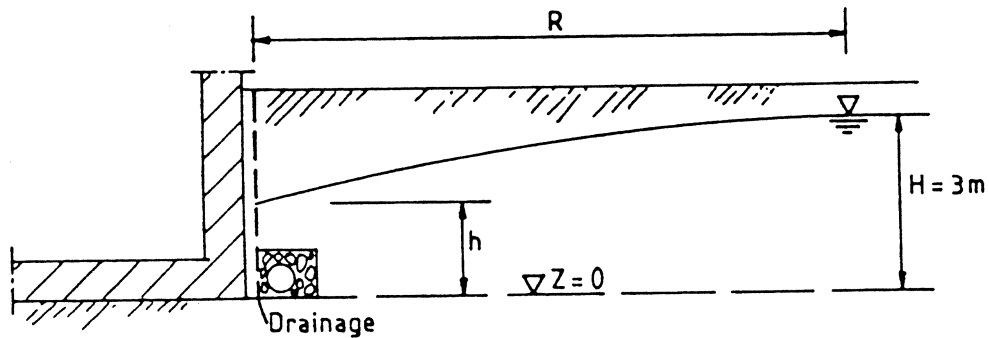


Bild 2.16 Grundwasserabsenkung hinter einer Kellerwand

Angaben

Die Kornverteilung des Bodens ist in Bild 2.17 angegeben.

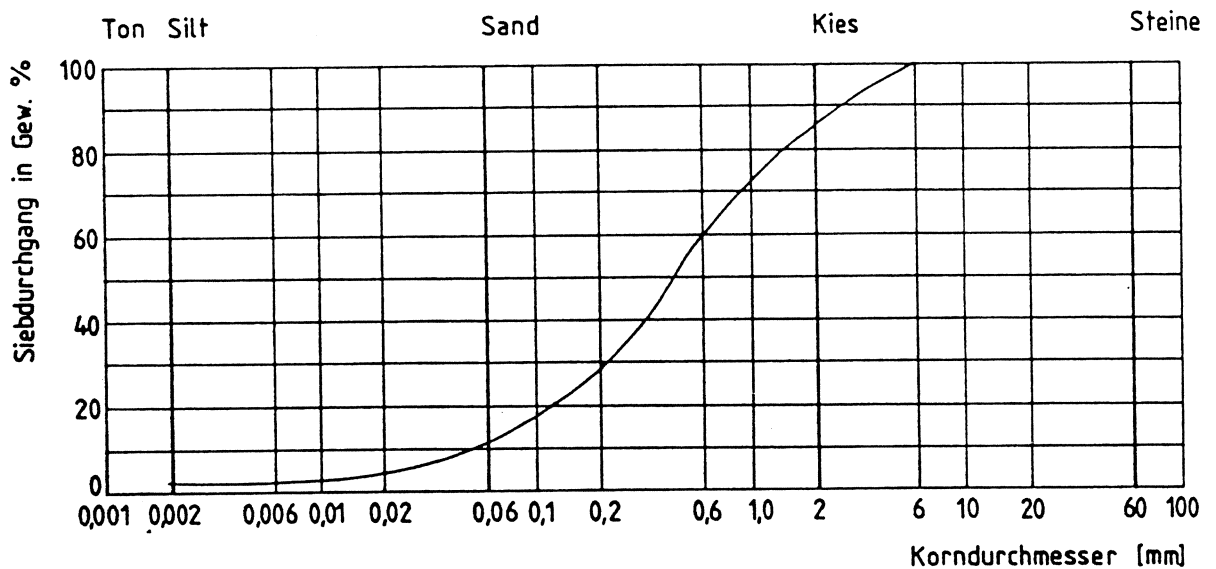


Bild 2.17 Kornverteilung des Bodens

Das Verfüllmaterial kann der Tragfähigkeitsklasse S₃ zugeordnet werden. Voruntersuchungen ergaben, dass die Beständigkeit der Geotextildrainage nicht beeinträchtigt wird.

Charakteristische Korndurchmesser

Mit Hilfe der in Bild 2.17 angegebenen Kornverteilung ermittelt man: $d_{\max} \approx 6 \text{ mm}$, $d_{85} = 2 \text{ mm}$, $d_{60} = 0.6 \text{ mm}$, $d_{40} > 0.06 \text{ mm}$, $d_{10} = 0.06 \text{ mm}$ und somit:

$$U = 0.6/0.06 = \underline{100}$$

für den Ungleichförmigkeitsgrad nach Gl. (2.14).

Durchlässigkeit des Verfüllmaterials

Mit Hilfe von Gl. (2.13) berechnet man

$$K = (0.06 \cdot 10^{-1})^2 \cdot 60 \cdot 10^2 = \underline{2.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}}$$

für die Durchlässigkeit der Hinterfüllung.

Abschätzung der Wassermenge

Nach Dupuit kann die einem einseitig angeströmten Graben zufließende Wassermenge wie folgt berechnet werden (vgl. Bild 2.16):

$$Q = K (H^2 - h^2) / (2 R) \quad (*)$$

Gl. (*) gibt die Wassermenge für eine Einheitsgrabenlänge an. Es wird hierbei angenommen, dass die Grabensohle auf einer undurchlässigen Schicht aufsteht. Die in Gl. (*) mit R bezeichnete Reichweite der Absenkung kann nach Sichardt wie folgt abgeschätzt werden:

$$R = 3000 (H - h) \sqrt{K} \text{ [m]}, \quad (**)$$

$$K \text{ [m/s]},$$

$$H, h \text{ [m]}.$$

Die mögliche Absenkung in der Drainageebene ist begrenzt. Annähernd kann:

$$h > 0.5 H \quad (***)$$

angenommen werden. Aufgrund von Gl. (***) ist die Ergiebigkeit (oder das Fassungsvermögen) der Drainage begrenzt.

Mit

$$h = 0.5 H = 0.5 \cdot 3 = \underline{1.5 \text{ m}}$$

nach Gl. (***) berechnet man

$$R = 3000 (3-1.5) \sqrt{2.2 \cdot 10^{-5}} = \underline{21.1 \text{ m}}$$

für die Reichweite nach Gl. (**) und

$$Q = 2.2 \cdot 10^{-5} (3^2 - 1.5^2) / (2 \cdot 21.1) = \underline{2.35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}$$

nach Gl. (*) für die zu erwartende Wassermenge. Im Vorfluter (Filterrohr; vgl. Bild 2.16) dürfte die anfallende Wassermenge noch etwas grösser als angegeben sein. Grund: Von unten zuströmendes Wasser. Der Vorfluter wird daher für eine um 20% grössere Wassermenge dimensioniert.

Normalspannungen

Mit einem angenommenen Erddruckbeiwert von $k_a = 0.3$ und einer Wichte von $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ für den Boden, wird die Drainage am Wandfuss durch eine Erddruckspannung von

$$\sigma_H = k_a \gamma H = 0.3 \cdot 20 \cdot 3 = 18 \text{ kN/m}^2$$

belastet.

Ermittlung der erforderlichen Geotextilkennwerte

Aufgrund der für gemischtkörnige Böden ($d_{40} > 0.06 \text{ mm}$) angegebenen Filterkriterien und für eine vorwiegend statische Filterbelastung ermittelt man aus Tab. 2.19:

$$k_n \geq 10 K = 10 \cdot 2.2 \cdot 10^{-5} = \underline{2.2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}}$$

$$O_w \leq 5 d_{10} \sqrt{U} = 5 \cdot 0.06 \cdot 100 = \underline{3 \text{ mm}}$$

$$O_w \leq d_{85} = \underline{2 \text{ mm}} \text{ (massgebend)}$$

für die erforderliche Durchlässigkeit senkrecht zur Drainageebene und die zulässigen wirksamen Porendurchmesser des Drainagematerials.

Die erforderliche Transmissivität berechnet sich mit Hilfe von Gl. (2.15) wie folgt:

$$\Theta \geq 5 \cdot 2.35 \cdot 10^{-6} / 1.1 = \underline{1.18 \cdot 10^{-5} [\text{m}^2/\text{s}]}$$

wobei $i = 1$ für den hydraulischen Gradienten angenommen wurde.

Für die erforderlichen mechanischen Eigenschaften des Drainagematerials sind die Fälle 1 und 4 aus den Tabellen 2.20 und 2.21 massgebend:

$$\text{erfr} > 4 \text{ kN/m},$$

$$\underline{\text{erf} R_p > 750 \text{ N}},$$

$$\underline{\text{erf } O_d \leq 45 \text{ mm}},$$

$$\underline{\text{min } \epsilon_r = 15\%}.$$

Aus Tab. 2.2 erhält man $\text{erf } r \geq 7 \text{ kN/m}$ (massgebend).

Dimensionierung

Aus dem Produktkatalog wird ein Vlies mit den folgenden Kennwerten ausgewählt:

- wirksamer Porendurchmesser

$$\underline{\text{vorh } O_w = 0.12 \text{ mm} < \text{zul } O_w = 2 \text{ mm}}$$

- Filtereigenschaften

Normalspannung [kN/m ²]	Durchlässigkeit k_n [m/s]
20	$1.8 \cdot 10^{-3}$
200	$0.5 \cdot 10^{-3}$

Für die vorhandene Normalspannung von $\sigma_H = 18 \text{ kN/m}^2$ entnimmt man den angegebenen Werten für k_n :

$$\underline{\text{vorh } K_n \approx 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \gg \text{erf } k_n = 2.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}}$$

- Transmissivität

Normalspannung [kN/m ²]	Transmissivität θ [m ² /s]	
	längs	quer
20	$1.4 \cdot 10^{-5}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$
200	$3.2 \cdot 10^{-6}$	$3.4 \cdot 10^{-7}$

Den Tabellenwerten kann entnommen werden, dass das Drainagematerial stark anisotrop ist; d.h. die Transmissivitäten sind für die Längs- und Querrichtung stark unterschiedlich. Beim Einbau ist daher unbedingt auf die Orientierung der Geotextilbahnen zu achten: Längsrichtung senkrecht einbauen. Für den Nachweis der Transmissivität ergibt sich somit:

$$\underline{\text{vorh } \theta = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \approx \text{erf } \theta = 1.18 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}}$$

- Mechanische Kennwerte

$$\text{vorh } r = 13.7 \text{ kN/m} \gg \text{erfr} = 7 \text{ kN/m}$$

$$\text{vorh } R_P = 2430 \text{ N} \gg \text{erf } R_P = 750 \text{ N}$$

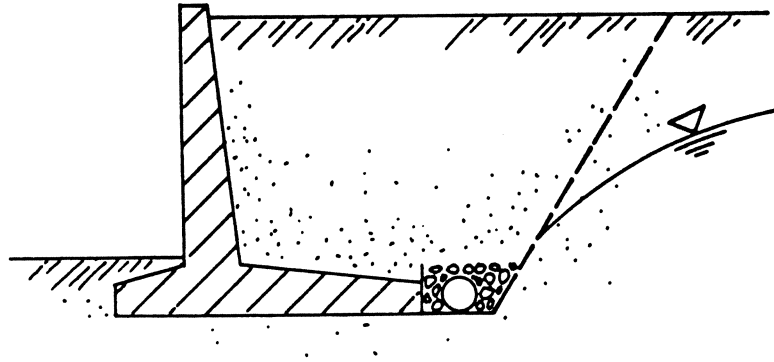
$$\text{vorh } O_a = 20.8 \text{ mm} \ll \text{erf } O_a < 45 \text{ mm}$$

$$\text{vorh } \epsilon_r = 42 \% \gg \text{min } \epsilon_r = 15 \%$$

Das gewählte Vlies genügt somit den hydraulischen und mechanischen Anforderungen.

Zur Dimensionierung des Vorfluters sollte die berechnete Wassermenge um 20% erhöht werden.

DRAINAGE / STÜTZMAUER



2.4.5 Drainieren/Stützmauer

2.4.5.1 Zweck

Mit Hilfe einer Flächendrainage kann der Grund- oder Hangwasserspiegel hinter Stützbauwerken (z.B. Schwergewichtsmauern, Winkelstützmauern, Kellerwände) dauerhaft abgesenkt werden (vgl. Bild 2.18). Die Drainagemassnahme dient somit zur Verminderung oder der Vermeidung einer Wasserdruckbelastung und/oder zur Vermeidung des Wasserzutrittes zu Bauteilen.

In der hier vorliegenden Empfehlung werden die folgenden Dimensionierungsaufgaben behandelt:

- Nachweis der Drainagefunktion,
- Nachweis der mechanischen Eigenschaften des Drainagematerials.

2.4.5.2 Geltungsbereich

Die Empfehlungen können für senkrecht- oder geneigt hinter Stützbauwerken verlegte Flächendrainagen angewendet werden (vgl. Bild 2.18). Der Wasserzufluss kann infolge eines Grund- oder Hangwasserspiegels erfolgen.

Die Dimensionierung zur Ableitung von Oberflächenwasser wird nicht behandelt. Ebenfalls nicht behandelt wird die Dimensionierung des Vorfluters (z.B. Sammelleitung, Graben) zur Ableitung des in der Flächendrainage anfallenden Wassers.

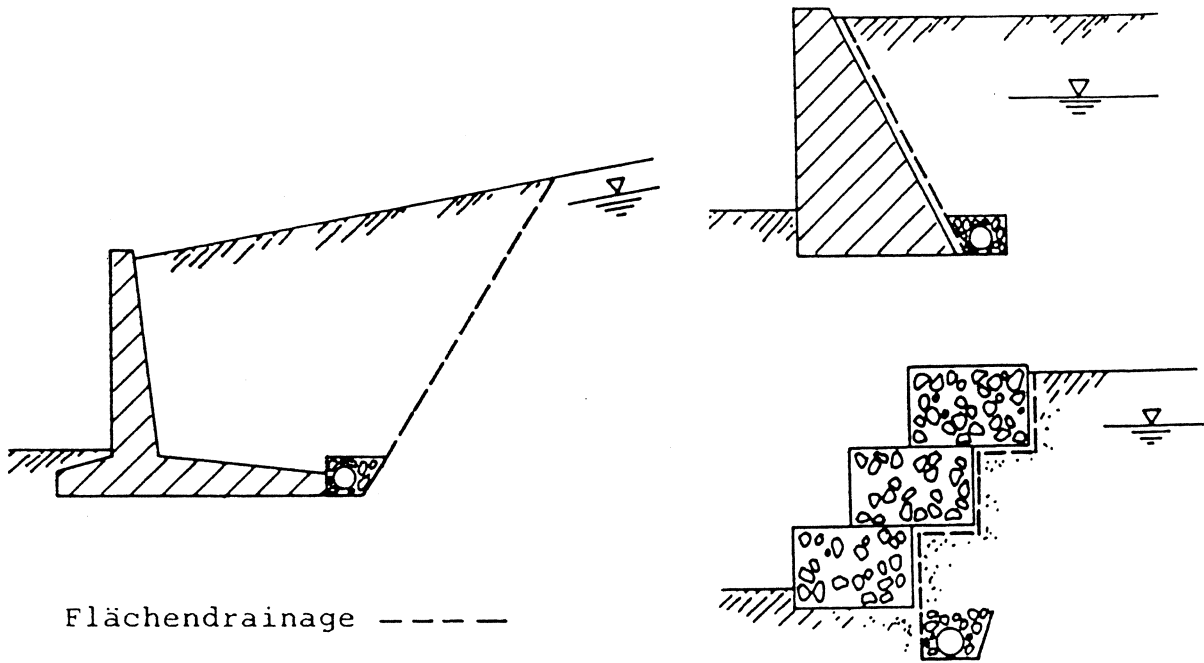


Bild 2.18 Beispiele für Flächendrainagen hinter Stützbauwerken

2.4.5.3 Begriffe, Definitionen und Randbedingungen

Zur Erläuterung der folgenden Ausführungen dient Bild 2.19.

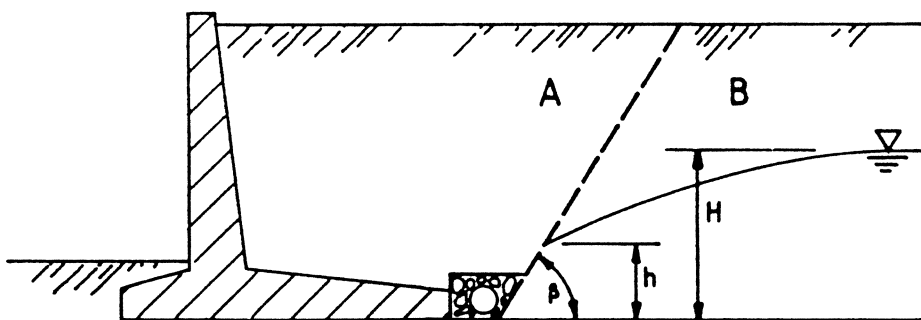


Bild 2.19 Erläuterung zur Flächendrainage hinter Stützbauwerken

Begriffe

Boden A,B: Kontaktböden zu beiden Seiten der Drainage (vgl. Bild 2.19). Das Wasser strömt aus Boden B zu.

dynamische Filterbelastung: Zeitlich stark veränderliche Druckhöhe am Filter. Hierdurch wird der Aufbau eines natürlichen Filters im abzufilternden Boden erschwert, wodurch die Ausschwemmung von Feinbestandteilen begünstigt wird. Bei dynamischer Filterbelastung sollte daher der wirksame Porendurchmesser des Filtermaterials kleiner sein als in einem vergleichbaren Fall mit vorwiegend statischer Filterbelastung.

Versinterung: Aufgrund von Temperatur- und/oder Druckschwankungen werden Substanzen (z.B. Kalk) aus dem Wasser ausgefällt. Als Folge kann der Filter verstopfen. Versinterungsgefahr besteht vor allem bei hartem Wasser und wird durch Luftzutritt begünstigt.

Definitionen

θ [m^2/s]: als Transmissivität bezeichnete Durchlässigkeit der Drainage bei einer Durchströmung in der Drainageebene.

K [m/s]: Durchlässigkeit von Boden B

K_n [m/s]: Durchlässigkeit des Geotextils senkrecht zur Drainageebene

β : Neigung der Drainage gegen die Horizontale

O_w [mm]: wirksamer Porendurchmesser des Drainagematerials

i [-]: hydraulischer Gradient in der Drainage

r [kN/m]: Reisskraft nach SN 640 550.

ϵ_r [%]: Reissdehnung nach SN 640 550

R_p [N]: Stempeldurchdrückkraft nach SN 640 550

O_a [mm]: Durchschlagwiderstand

Randbedingungen

Die der Drainage zuströmende Wassermenge wird unter den folgenden Randbedingungen berechnet:

- Annahme einer undurchlässigen Schicht im tiefsten Punkt der Drainage,
- H [m]: Höhe des ungestörten Wasserspiegels; gemessen zwischen der undurchlässigen Schicht und dem Schnittpunkt des ungestörten Wasserspiegels mit der Drainagefläche,
- h [m]: Einlaufhöhe am Drainagerand; es wird angenommen, dass sich die Einlaufhöhe wie folgt einstellt:

$$h = H/2.$$

(2.19)

2.4.5.4 Voruntersuchungen

Zur Dimensionierung der Drainage müssen die Sieblinie und Durchlässigkeit von Boden B sowie die Tragfähigkeitsklassen der Kontaktböden A und B bekannt sein. Weiterhin muss die mechanische Belastung des Drainagematerials durch Voruntersuchungen ermittelt werden. Es ist zu überprüfen, dass die tatsächlich vorliegenden- und die angenommenen Randbedingungen übereinstimmen. Die Berechnung der anfallenden Wassermenge kann im vorliegenden Fall mit Hilfe von Diagrammen erfolgen (vgl. Abschnitt 2.4.4.6).

Sieblinien

Es wird davon ausgegangen, dass die Sieblinien zumeist nur grob bekannt sind (Feldklassifizierung des Bodens).

Durchlässigkeit

Es wird davon ausgegangen, dass meist nur grobe Schätzungen der Durchlässigkeit vorgenommen werden können. Zur Abschätzung der Durchlässigkeit werden daher im folgenden Tabellenwerte und Formeln angegeben. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Böden homogen sind.

Die Tab. 2.22 enthält Anhaltswerte für die Durchlässigkeiten einiger Bodenklassen.

Bodenklassifikation nach SN 670 010		
Bezeichnung	Beschreibung	Anhaltswerte für die Durchlässigkeit K [m/s]
GW, GP	gut oder schlecht abgestufte saubere Kiese	$> 10^{-4}$
GM	siltiger Kies, wenig Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-7}$
GM-ML, GM-GC	siltiger Kies sowie siltiger bis toniger Kies	$10^{-5} - 10^{-9}$
GC-CL, GC-CH	tonige Kiese mit hohen Feinanteilen	$10^{-7} - 10^{-10}$
GC	tonige Kiese; wenig Feinanteile	$10^{-7} - 10^{-10}$
SW	saubere Sande, gut abgestuft	$> 10^{-5}$
SP	saubere Sande, schlecht abgestuft	$> 10^{-5}$
SM	siltige Sande, wenig Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-9}$
SC	tonige Sande, wenig Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-9}$
ML	Silt	$10^{-5} - 10^{-9}$
SM-ML	siltige Sande, viel Feinanteile	$10^{-5} - 10^{-9}$
SM-SC	siltige bis tonige Sande	$10^{-5} - 10^{-9}$
SC-CL	tonige Sande, viel Feinanteile	$10^{-8} - 10^{-10}$
CL-ML	Silt bis toniger Silt	$10^{-7} - 10^{-10}$
ZL,OL,MH	toniger Silt, toniger Silt mit organischen Beimengungen, spezielle Silte, wie Seekreide	$10^{-7} - 10^{-10}$
CH, OH	Ton sowie Ton mit organischen Beimengungen	$10^{-7} - 10^{-10}$

Tab. 2.22 Anhaltswerte für die Durchlässigkeiten einiger Bodenklassen

Die Durchlässigkeiten können auch mit Hilfe der folgenden Angaben berechnet werden:

Bindige Böden

Bei einem Tonanteil von mehr als 15% kann $K = 10^{-8}$ m/s angenommen werden. Bei kleinerem Tonanteil wird die Durchlässigkeit mit Hilfe von Gl. (2.20) überschlägig ermittelt.

Nichtbindige Böden

Die Durchlässigkeit von nichtbindigen Böden wird überschlägig wie folgt berechnet:

$$K = d_{10} c(U) 10^{-2} \text{ [m/s]}, \quad (2.20)$$

$$U = d_{60}/d_{10} \quad (\text{Ungleichförmigkeitsgrad}) \quad (2.21)$$

d_x [cm]: Siebdurchgang bei x %

c : von U abhängiger Proportionalitätsfaktor aus Tab. 2.23

Bei Sanden mit steilen Siebkurven werden mit Gl. (2.20) zuverlässige Werte für die Durchlässigkeit erhalten.

U	1-1.9	2-2.9	3-4.9	5-9.9	10-19.9	20
c	110	100	90	80	70	60

Tab. 2.23 Angaben zum Proportionalitätsfaktor c in Abhängigkeit des Ungleichförmigkeitsgrades U

Kiese und Grobsande

Die Durchlässigkeit kann überschlägig mit Hilfe von Gl. (2.20) ermittelt werden.

Bei flachen Kornverteilungskurven trifft Gl. (2.20) nur sehr grob zu. In solchen Fällen sind daher Labor- oder in situ Versuche zur Durchlässigkeitsermittlung empfehlenswert.

Es ist jeweils der grössere der Durchlässigkeitsbeiwerte aus Tab. 2.22 oder Gl. (2.20) für die Dimensionierung massgebend.

Zur Beurteilung der Verockerungsgefahr und/oder der Beständigkeit des Filtermaterials können zusätzliche Versuche erforderlich sein.

Tragfähigkeitsklassen

Die Tragfähigkeitsklassen für bindige- und nichtbindige Böden sind in Tab. 2.24 und 2.25 angegeben [Lit. 1]. Für die Dimensionierung ist die schlechtere, der beiden Tragfähigkeitsklassen der Böden A und B massgebend.

Tragfähigkeit	Tragfähigkeitsklasse	Rammwiderstände N^1 [-]	n^2 [-]	Konsistenz	undrain. Scherf. c_u kN m ⁻²	Zusammen-drück. modul M_E MN m ⁻²	CBR-Wert [%]
sehr schlecht	S_0	2-6	5-15	sehr weich weich	12 12-40	3 3-6	1 1-3
schlecht	S_1	6-15	15-40	steif	40-80	6-15	3-6
mittel	S_2	15-30	40-75	sehr steif	80-120	15-30	6-12
gut	S_3	>30	>75	hart	150	30	12

Böden: OH, CH, MH, OL, CL, CL-ML, SC-CL, SM-SC, SC

¹ STP-Sonde

² VAWE-Sonde

Tab. 2.24 Tragfähigkeitsklassen für bindige Böden

Tragfähig- keit	Tragfähig- keits- klasse	Rammwider- stände N ¹ n ² [-] [-]	Lagerung	Zusammen- drück.modul D M _e [-] [MN m ⁻²]	CBR- Wert [%]
schlecht	S ₁	<4 < 10	sehr locker	<0,15 6- 15	3- 6
mittel	S ₂	4-10 10- 30	locker	0,15-0,3 15- 30	6-12
gut	S ₃	10-30 30- 70	mittel	0,3- 0,5 30- 60	12-25
sehr gut	S ₄	30-50 70-150	dicht	0,5- 0,8 60-120	25-50
ausge- zeichnet	Trag- schicht	>50 >150	sehr dicht	> 0,8 >120	>50

Böden: SM, SP, SW, GM, GC, GP, GW

¹STP-Sonde

²VAVE-Sonde

Tab. 2.25 Tragfähigkeitsklassen für nichtbindige Böden

Gesamtwassermenge

Die Gesamtwassermenge kann im vorliegenden Fall mit Hilfe von Diagrammen ermittelt werden (vgl. Abschnitt 2.4.5.6).

Normalspannung auf das Geotextil

Ermittlung aus konventioneller Erddruck- und Erdauflastberechnung.

2.4.5.5 Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise

Die für die Dimensionierung massgebenden Geotextilkennwerte sind in Tab. 2.26 angegeben. Die Filterfunktion ist nicht gesondert nachzuweisen.

nachzuweisende Geotextilfkt.	zugehörige Dimensio- nierungsgrössen	Bemerkung
Drainieren	θ : Transmissivität Filterebene	Dimensio- nierungs- angaben in Abschnitt 2.4.5.6
	O_w : wirksamer Porendurch- messer	
	K_n : Durchlässigkeit Drai- nagematerial senkrecht zur Drainageebene	
	E_r : Reisskraft	
	r: Reissdehnung	
	R_p : Stempeldurchdrückkraft	
	O_d : Durchschlagwiderstand	

Tab. 2.26 Zusammenstellung der massgebenden
Dimensionierungsgrössen.

Angaben zur Beständigkeit und den für die Verlegung erforderlichen mechanischen Mindestanforderungen sind in Abschnitt 2.1 zusammengestellt.

2.4.5.6 Dimensionierung für Drainieren/Stützmauer

Die folgenden Dimensionierungsangaben basieren auf den allgemeinen Dimensionierungshinweisen zum Drainieren (vgl. Abschnitt 2.4.4.6) sowie den Angaben im Geotextilhandbuch (vgl. Lit.1). Zur Dimensionierung einer Flächendrainage hinter einem Stützbauwerk sind die folgenden Nachweise zu erbringen:

- Nachweis der Drainagewirkung; d.h. die vorhandene Transmissivität der Geotextildrainage muss grösser sein als die rechnerisch erforderliche Transmissivität,
- Nachweis der Filterfestigkeit des Drainagematerials,
- Ermittlung und Nachweis der zuströmenden Wassermenge,
- Ermittlung und Nachweis der erforderlichen mechanischen Kenngrössen des Drainagematerials.

Nachweis der Filterfestigkeit

Die Filterfestigkeit muss für eine Durchströmung senkrecht zur Drainagefläche nachgewiesen werden. Bei bekannter Durchlässigkeit (K) und Kornverteilung des Bodens B kann die erforderliche Geotextildurchlässigkeit (K_n) sowie der zulässige wirksame Porendurchmesser (O_w) mit Hilfe der in Tab. 2.27 angegebenen Filterkriterien ermittelt werden. Für den wirksamen Porendurchmesser ist jeweils der kleinere der berechneten Porendurchmesser für die Dimensionierung massgebend.

	hydraulische Filterbelastung			
	statisch, keine Versickerungsgefahr Dimensionierungsgrößen		statisch, Versinterungsgefahr Dimension.größen	
Bodenart	K_n	$O_w^{1'}$	K_n	$O_w^{1'}$
bindig $d_{40} < 0.06 \text{ mm}$	$\geq 10 \text{ K}$	$\leq 10 d_{60}$ $\leq 3 d_{85}$	$\geq 100 \text{ K}$	$\leq 10 d_{60}$ $\leq 2 d_{85}$
nichtbindig $d_{40} < 0.06 \text{ mm}$	$\geq 10 \text{ K}$	$\leq 6 d_{60}$ $\leq d_{85}$	$\geq 100 \text{ K}$	$\leq 6 d_{60}$ $\leq d_{85}$
grob- und gemischt- körnig $d_{40} > 0.06 \text{ mm}$	$\geq 10 \text{ K}$	$\leq 5 d_{10} \sqrt{U}$ $\leq d_{85}$	$\geq 100 \text{ K}$	$\leq 1.5 d_{10} \sqrt{U}$ $\leq d_{60}$

$U = d_{60}/d_{10}$: Ungleichförmigkeitsgrad

^{1'} kleinerer Wert für die Dimensionierung massgebend

Tab. 2.27 Zusammenstellung der Filterkriterien

Nachweis der Drainagewirkung

Unter Annahme der in Abschnitt 2.4.5.3 angegebenen Randbedingungen berechnet man nach Dupuit für die zuströmende Wassermenge:

$$Q = K (H^2 - h^2) / (2 R), \quad (2.22)$$

mit der Reichweite R nach Sichardt:

$$R = 3000 (H - h) \sqrt{K} \text{ [m]}, \quad (2.23)$$

H, h [m],

K [m/s].

Aufgrund von Versuchsergebnissen kann für die Absenkungshöhe $h = H/2$ (vgl. Bild 2.19 sowie Gl. (2.19)) angenommen werden. Mit Hilfe von Gl. (2.22), (2.23) und (2.19) berechnet man somit für die zuströmende Wassermenge:

$$Q = 2.5 \cdot 10^{-4} H \sqrt{k} \text{ [m}^3\text{/s]}, \quad (2.24)$$

$$H \text{ [m]},$$

$$K \text{ [m/s]}$$

Für die Transmissivität Θ eines gewählten Drainagematerials ist der Nachweis:

$$\Theta \geq f Q/i \text{ [m}^2\text{/s]}, \quad (2.25)$$

$$Q \text{ [m}^3\text{/s]} \text{ nach Gl. (2.24),}$$

$$i \approx \sin \beta, \quad (2.26)$$

$$f \text{ [-]}: \text{Sicherheitsfaktor; Empfohlen wird} \\ f = 5 \text{ (vgl. Lit.1)}$$

zu erbringen, d.h. unter Verwendung von Gl. (2.24) und (2.26) in Gl. (2.25):

$$\Theta \geq 1.25 \cdot 10^{-3} H \sqrt{k} / \sin \beta \text{ [m}^2\text{/s]}. \quad (2.27)$$

Die Transmissivität nach Gl.(2.27) kann mit Hilfe des in Bild 2.20 angegebenen Diagrammes ermittelt werden.

Ermittlung der zuströmenden Wassermenge

Die einem Drainestreifen mit der Breite $B = 1\text{m}$ zuströmende Wassermenge kann mit Hilfe von Gl. (2.24) berechnet werden. Zur Ermittlung des Zuflusses kann das Diagramm in Bild 2.21 verwendet werden.

Der Vorfluter ist für die berechnete Wassermenge zu dimensionieren. Falls die Drainage im tiefsten Punkt nicht in eine undurchlässige Schicht einbindet, so ist der Vorfluter für eine um 20 % erhöhte Wassermenge zu dimensionieren:

$$\text{erf } Q \geq 1.2 Q. \quad (2.28)$$

Ermittlung der erforderlichen mechanischen Kerngrössen

Die Angaben zu den mechanischen Mindestanforderungen können den Tabellen 2.28 und 2.29 entnommen werden:

Tab. 2.28

Angaben zur Reisskraft r , Stempeldurchdruckkraft R_p und zum Durchschlagwiderstand O_a . Die erforderlichen Kennwerte hängen vom Kornaufbau (rund, gebrochen, Grösstkorn d_{max}) sowie von der mechanischen Drainagebeanspruchung infolge Einbau ab. Zusätzlich sind die Angaben in Abschnitt 2.1.6 (Mindestanforderungen infolge Verlegen) zu beachten.

Tab. 2.29

Die Tabelle enthält Angaben zur erforderlichen Mindestreissdehnung ϵ_r . Die Mindestreissdehnung hängt von der Tragfähigkeitsklasse sowie vom Korndurchmesser d_{85} der Kontaktböden ab (vgl. Bild 2.20).

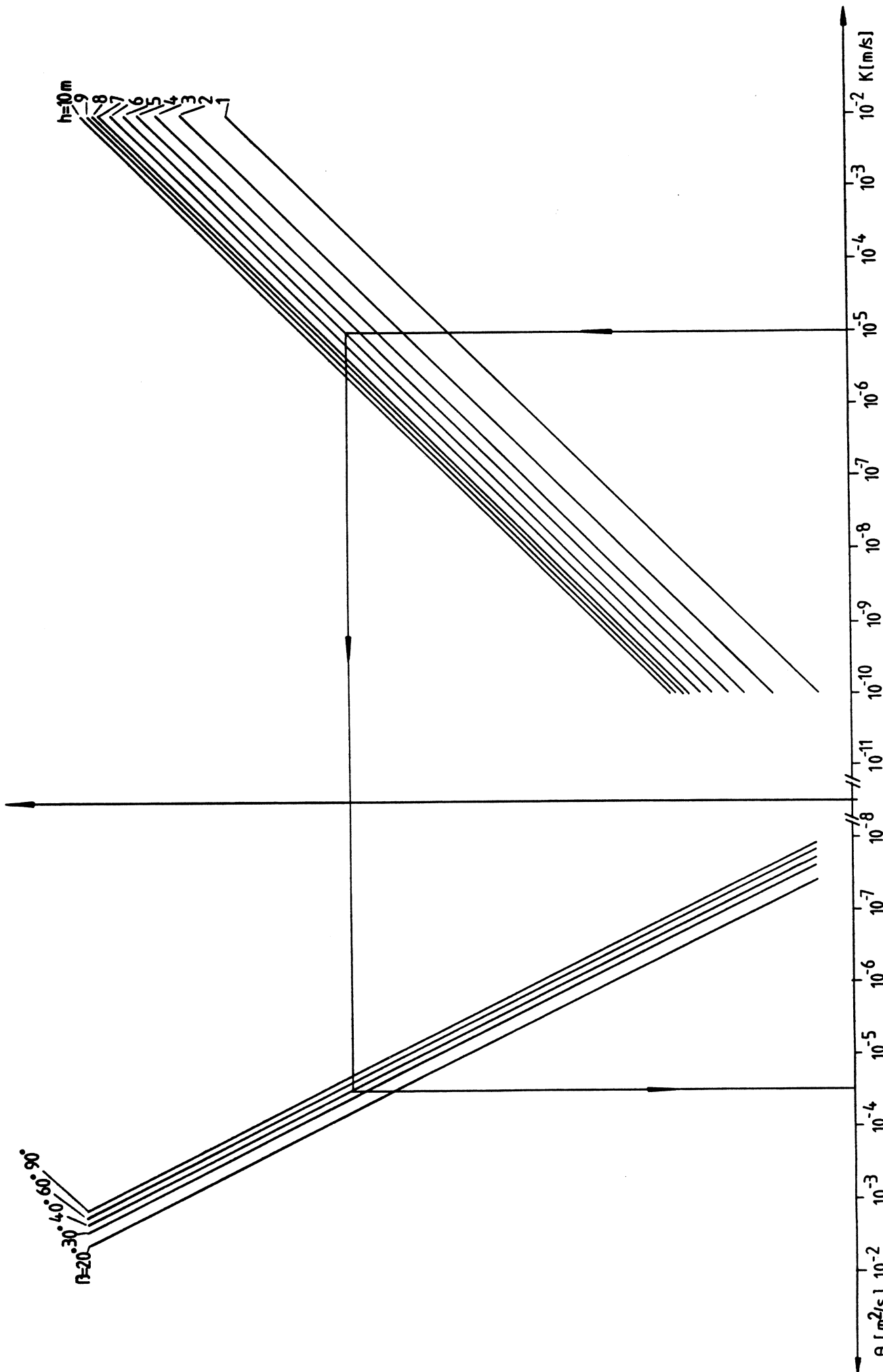


Bild 2.20 Ermittlung der erforderlichen Transmissivität für eine Flächendrainage hinter einer Stützmauer

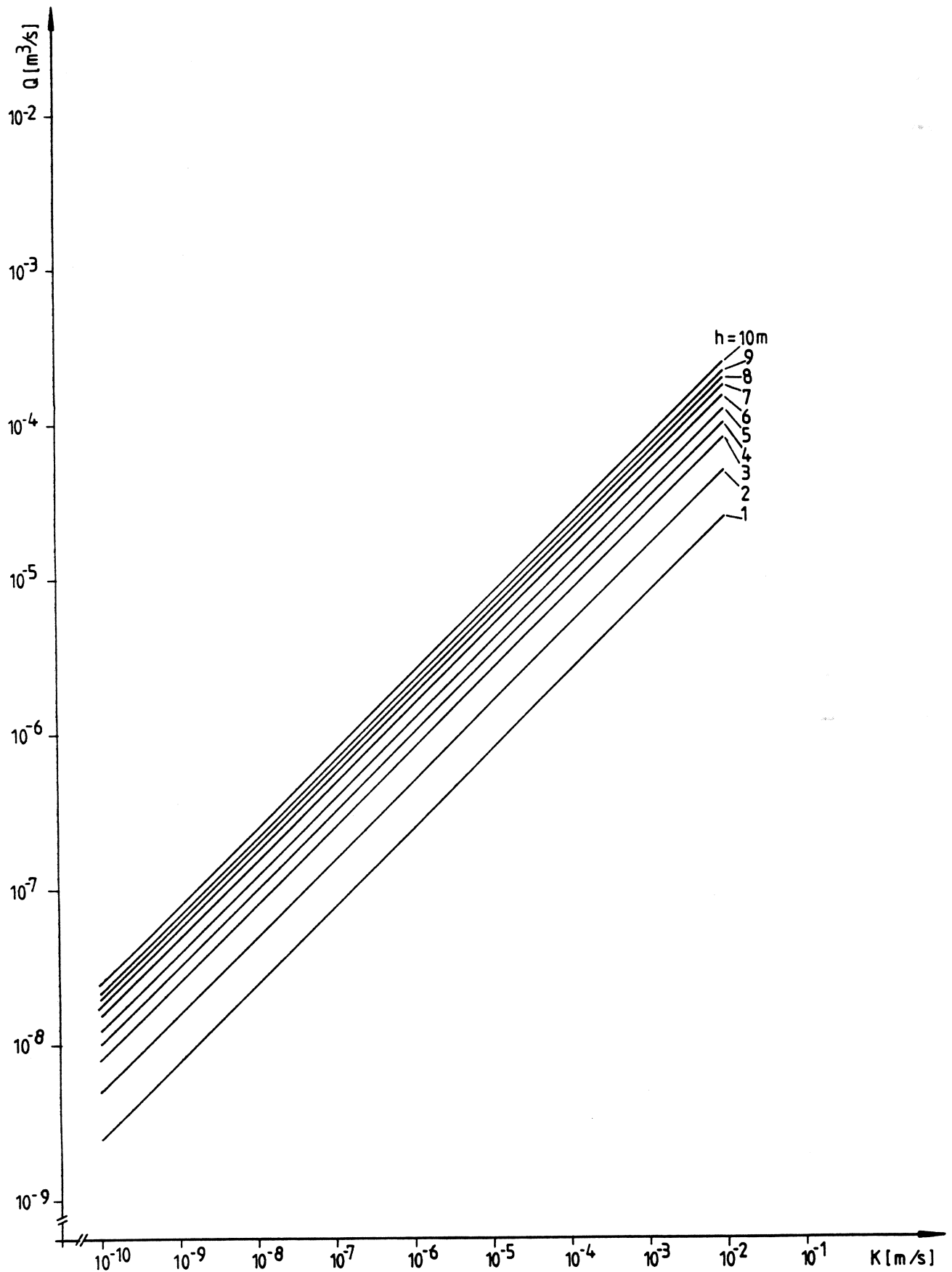


Bild 2.21 Ermittlung des Wasserzuflusses zu einer Flächen-drainage hinter einer Stützmauer

Kontakmaterial (Boden A und B)			mechanische Filterbeanspruchung	erforderliche Geotextilkennwerte		
Fall	Beschreibung	d _{max} [mm]		erf r [KN/m]	erf R _p [N]	erf O _d [mm]
1	gemischtkörnig, rund	<60	geringe Beanspruchung infolge Einbau	≥4	≥750	≤45
2	gemischtkörnig, gebrochen	<35	geringe Beanspruchung infolge Einbau	≥6	≥1000	≤35
3	steinig	>60	grössere mechanische Beanspruchung infolge Einbau	≥8	≥1400	≤30

Tab. 2.28 Angaben zur erforderlichen Reisskraft und Stempeldurchdruckkraft sowie zum Durchschlagwiderstand für Drainage- und Filtermaterialien

Kontakmaterial (Boden A und B)			Mindestreissdehnung min ε _r [%]
Fall	Tragfähigkeitsklasse	d ₈₅ [mm]	
1	S ₀ , S ₁	≥30	≥40
2	S ₂	≥30	≥30
3	S ₃	≥30	≥20
4	S ₀ , S ₁ , S ₂ , S ₃ , S ₄	<30	≥15

Tab. 2.29 Angaben zur erforderlichen Mindestreissdehnung für Drainage- und Filtermaterialien

Wird ein Drainagematerial mit $\epsilon_r < \min \epsilon_r$ eingesetzt, so sollte die erforderliche Reisskraft wie folgt erhöht werden (vgl. Lit. 1):

$$\text{erfr}^* \geq \text{erfr} \min \epsilon_r / \epsilon_r, \quad (2.29)$$

erfr^* : erhöhte Reisskraft,

erfr : erforderliche Reisskraft aus Tab. 2.2 oder Tab. 2.28,

$\min \epsilon_r$: erforderliche Mindestreissdehnung nach Tab. 2.29,

ϵ_r : Reissdehnung des ausgewählten Drainagematerials.

Für das gewählte Drainagematerial sind schliesslich die Nachweise:

$$\text{vorh } r \geq \text{erfr} \geq r^*,$$

$$\text{vorh } \epsilon_r \geq \min \epsilon_r,$$

$$\text{vorh } R_p \geq \text{erf } R_p \quad (2.30)$$

$$\text{vorh } O_d \leq \text{erf } O_d$$

zu erbringen.

Mit den berechneten Dimensionierungsgrössen kann mit Hilfe des in Teil 3 der Empfehlungen angegebenen Produktkataloges ein geeigneter Geotextiltyp ausgewählt werden. Hierbei muss die Normalspannungsabhängigkeit der Geotextilkennwerte beachtet werden.

2.4.5.7 Ausführungshinweise

Bei der Ausführung sollten die folgenden Hinweise beachtet werden:

- Geotextilien mit grosser Dicke sind für Drainage- und Filteraufgaben meist besser geeignet als Produkte mit kleinerer Dicke aber sonst vergleichbaren hydraulischen Eigenschaften.
- Drainageeinrichtungen müssen lückenlos hergestellt werden; d.h. keine Löcher, auf ausreichende Ueberlappung achten.
- Werden in Verbindung mit Drainageaufgaben mineralische Filter eingesetzt, so ist auch bei den mineralischen Filtern auf die Einhaltung der Filterkriterien zu achten.
- Die Durchlässigkeit mancher Drainagematerialien kann stark von der Durchströmungsrichtung abhängen. Deshalb beim Verlegen auf die Orientierung der Geotextilbahnen achten.

- Sofern nicht alle Filterkriterien gleichzeitig eingehalten werden können: Entscheid für massgegebenes Kriterium treffen (hydraulische oder mechanische Filterfestigkeit).
- Abklärungen zur Beständigkeit der Drainagematerialien nicht vergessen:
- Allgemeine Angaben der Abschnitte 2.1 bis 2.3 beachten.

2.4.5.8 Anwendungsbeispiel

Zur Verhinderung einer zusätzlichen Wasserdruckbelastung soll mit Hilfe einer Flächendrainage der Grundwasserspiegel hinter einem Stützbauwerk dauerhaft abgesenkt werden (vgl. Bild 2.22). Die unter $\beta = 45^\circ$ geneigt verlegte Drainage ist zu dimensionieren.

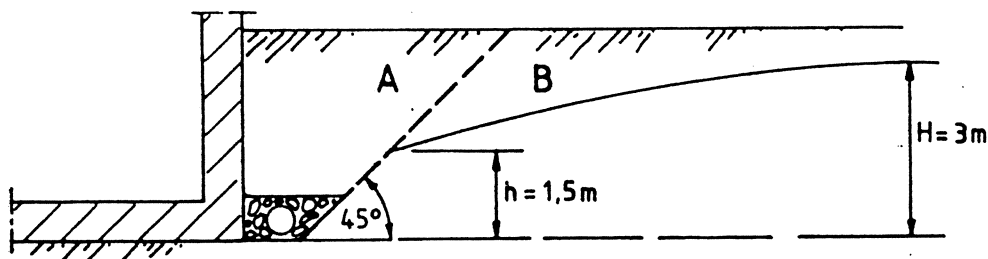


Bild 2.22 Grundwasserabsenkung hinter einer Kellerwand

Angaben

Die Kornverteilung des Bodens ist in Bild 2.23 angegeben.

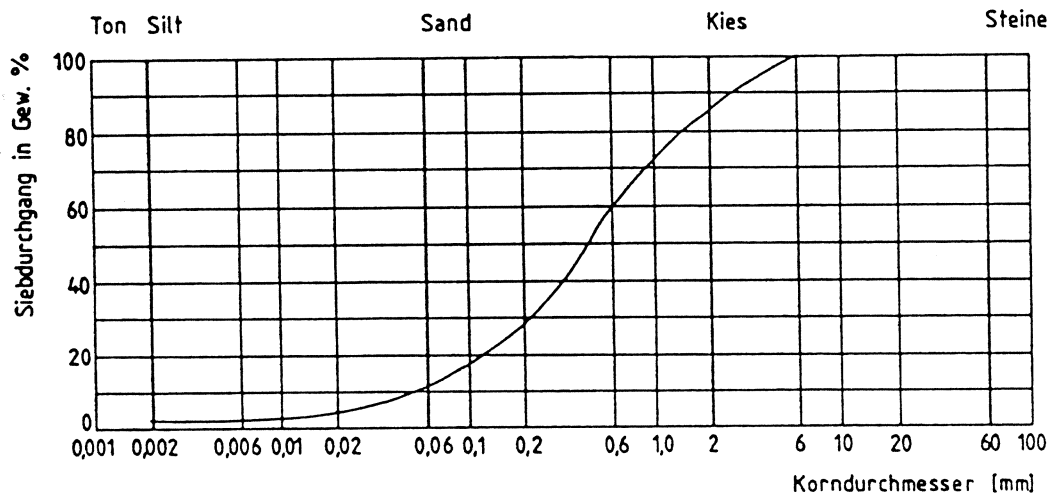


Bild 2.23 Kornverteilung für Boden A und B

Für Boden A und B wurde die Tragfähigkeitsklasse S_3 ermittelt. Voruntersuchungen ergaben, dass einige Meter unterhalb der Gründungssohle eine undurchlässige Bodenschicht ansteht. Aufgrund der chemischen und biologischen Beschaffenheit von Boden und Grundwasser ist keine Beeinträchtigung der Beständigkeit des Drainagematerials zu erwarten.

Charakteristische Korndurchmesser und Durchlässigkeit

Aus der in Bild 2.23 angegebenen Kornverteilung können die folgenden Angaben für die charakteristischen Korndurchmesser entnommen werden: $d_{\max} = 6\text{ mm}$, $d_{65} = 2\text{ mm}$, $d_{60} = 0.6\text{ mm}$, $d_{40} > 0.06\text{ mm}$, $d_{10} = 0.06\text{ mm}$ und somit:

$$U = 0.6 / 0.06 = \underline{100}$$

für den Ungleichförmigkeitsgrad nach Gl. (2.21) und

$$K = (0.06 \cdot 10^{-1})^2 \cdot 60 \cdot 10^2 = \underline{2.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}}$$

für die Durchlässigkeit des Bodens nach Gl. (2.20).

Nachweis der Filterwirkung

Massgebend sind die Filterkriterien für gemischtkörnige Böden ($d_{40} > 0.06 \text{ mm}$; vgl. Tab. 2.27). Für die vorwiegend statische Filterbelastung -Versinterungsgefahr besteht nicht- berechnet man somit:

$$K_n \geq 10 k = 10 \cdot 2.2 \cdot 10^{-5} = \underline{2.2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}}$$

$$O_w \leq 5 d_{10} \sqrt{U} = 5 \cdot 0.06 \sqrt{100} = \underline{3 \text{ mm}}$$

$$O_w \leq d_{85} = \underline{2 \text{ mm}} \text{ (massgebend)}$$

für die massgebenden Kennwerte k_n und O_w .

Nachweis der Drainagewirkung

Für $K = 2.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$, $H = 3 \text{ m}$ sowie $\beta = 45^\circ$ ermittelt man mit Hilfe von Bild 2.20:

$$\underline{\theta \geq 2.49 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}}$$

für die erforderliche Transmissivität des Drainagematerials.

Ermittlung der zuströmenden Wassermenge

Für $K = 2.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ und $H = 3 \text{ m}$ ermittelt man mit Hilfe von Bild 2.21:

$$Q = \underline{3.52 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}$$

Der Vorfluter sollte für eine um 20% erhöhte Wassermenge dimensioniert werden.

Ermittlung der mechanischen Anforderungen

Für die erforderlichen mechanischen Eigenschaften sind die Fälle 1 und 4 der Tabellen 2.28 und 2.29 massgebend:

$$\text{erfr} \geq 4 \text{ kN/m}$$

$$\text{erf } R_p > 750 \text{ N}$$

$$\text{erf } O_a \leq 45 \text{ mm}$$

$$\text{minEr} > 15 \%$$

Aus Tab. 2.2 erhält man erf $r = 7 \text{ kN/m}$ (massgebend) für die erforderliche Reisskraft.

Dimensionierung

Bei der Dimensionierung ist die Normalspannungsabhängigkeit der Geotextileigenschaften zu berücksichtigen. Mit einem angenommenen Erddruckbeiwert von $k_a = 0.3$ und einer Wichte von $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ für den Boden, wird die Drainage mit einem Erddruck von etwa:

$$\sigma_H \approx k_a \gamma H = 0.3 \cdot 20 \cdot 3 = 18 \text{ kN/m}^2$$

belastet.

Aus dem Produktkatalog wird ein Vlies mit den folgenden Kennwerten ausgewählt:

- wirksamer Porendurchmesser

$$\text{vorh } O_w = 0.12 \text{ mm} < \text{zul } O_w = 2 \text{ mm}$$

- Filtereigenschaften

Normalspannung [kN/m ²]	Durchlässigkeit k_n [m/s]
20	$1.8 \cdot 10^{-3}$
200	$0.5 \cdot 10^{-3}$

Für die vorhandene Normalspannung von $\sigma_H = 18 \text{ kN/m}^2$ interpoliert man den angegebenen Werten für k_n :

$$\underline{\text{vorh } K_n \approx 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \gg \text{erf } K_n = 2.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}}$$

- Transmissivität

Normalspannung [kN/m ²]	Transmissivität θ [m ² /s]	
	längs	quer
20	$1.5 \cdot 10^{-5}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$
200	$3.2 \cdot 10^{-6}$	$3.4 \cdot 10^{-7}$

Den Tabellenwerten kann entnommen werden, dass das Drainagematerial stark anisotrop ist; d.h. beim Einbau ist unbedingt auf die Orientierung der Geotextilbahnen zu achten: Längsrichtung senkrecht einbauen. Für den Nachweis der Transmissivität berechnet man:

$$\underline{\text{vorh } \theta = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \approx \text{erf } \theta = 2.49 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}}$$

- Mechanische Kennwerte

$$\text{vorh } r = 13.7 \text{ kN/m} \gg \text{erf } r = 7 \text{ kN/m,}$$

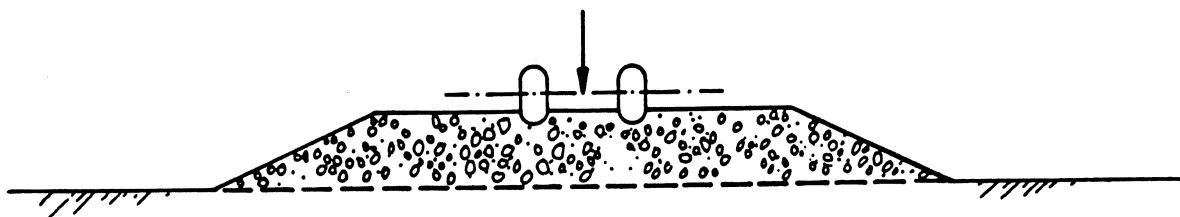
$$\text{vorh } R_p = 2430 \text{ N} \gg \text{erf } R_p = 750 \text{ N.}$$

$$\text{vorh } O_a = 20.8 \text{ mm} \ll \text{erf } O_a \leq 45 \text{ mm.}$$

$$\text{vorh } \epsilon_r = 42 \% \gg \text{min } \epsilon_r = 15 \%.$$

Das gewählte Vlies genügt somit den hydraulischen und mechanischen Anforderungen.

TRENNEN / BAUPISTE



2.4.6 Trennen/Baupiste

2.4.6.1 Zweck

Mit Hilfe von Baupisten können die folgenden Aufgaben gelöst werden:

- Befahrbarkeit von Böden mit weicher Konsistenz,
- Befahrbarkeit von witterungsempfindlichen Böden,
- Befahrbarkeit von Böden, die ohne Baupiste nach wenigen Ueberfahrten infolge tiefer Spurrillen unbefahrbar würden.

Eine Baupiste ist aus einer Geotextillage und einer Kiesschüttung aufgebaut. Ein Belag ist i.d.R. nicht vorhanden (vgl. Bild 2.24). In manchen Fällen kann die Kiesschüttung als Unterbau in eine später zu erstellende Strasse integriert werden.

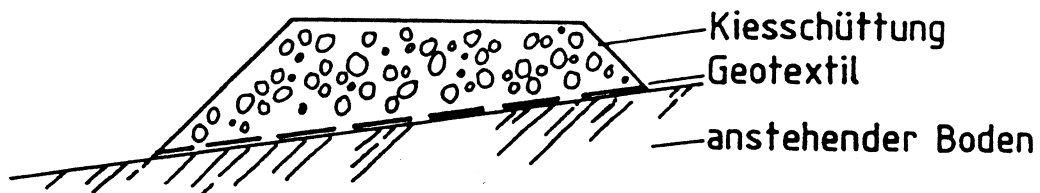


Bild 2.24 Querschnitt durch eine Baupiste

Die vorliegenden Empfehlungen dienen zum Nachweis der erforderlichen mechanischen und hydraulischen Geotextileigenschaften sowie zur Ermittlung der erforderlichen Höhe der Kiesschüttung zu einer vorgegebenen Verkehrslast. Hierbei sind die folgenden Geotextilfunktionen nachzuweisen:

Trennen

Verhinderung der Eindringung des i.d.R. groben Schüttmaterials in den anstehenden weichen Boden infolge von Verdichtung und Verkehrslast. Durch ein Geotextil wird die Kiesschüttung besser verdichtbar, der Schüttgutverlust kann merklich reduziert werden. Die Trennfunktion sollte auch für die 1. Schüttlage beim Bau von Dämmen auf weichem Untergrund nachgewiesen werden (vgl. Abschnitt 2.4.7).

Bewehren

Die Sicherheit gegen lokalen Grundbruch (Durchstanzen eines Rades durch die Schüttung) wird durch eine Geotextillage verbessert; d.h. die lokale Grundbruchsicherheit kann mit bereits geringen Schütthöhen nachgewiesen werden. Zudem wird durch eine Geotextileinlage erfahrungsgemäss die Spurrillenbildung merklich verzögert und die Spurrillentiefen bleiben geringer.

Filtern/Drainieren

Durch die Filterwirkung des Geotextils kann der (hydraulische) Transport von Feinanteilen des anstehenden Bodens in die Kiesschüttung verhindert werden. Die Frostbeständigkeit des Schüttmaterials bleibt somit erhalten. Die Drainagewirkung wirkt sich zudem günstig auf die Fahrbahntwässerung sowie auf die Entwässerung des anstehenden Bodens aus, sofern dieser infolge der Auflast konsolidiert.

Mit den angegebenen Dimensionierungsempfehlungen kann die Trenn- und Bewehrungsfunktion nicht unabhängig voneinander nachgewiesen werden. Die Filterfunktion ist separat mit Hilfe der einschlägigen Empfehlungen nachzuweisen. Die Drainage der Fahrbahn muss nicht gesondert nachgewiesen werden.

Ein Geotextil wird insbesondere beim Schütten der Kiesschicht hoch beansprucht. Die hierbei auftretenden Beanspruchungen können für die Dimensionierung massgebend sein und sind daher in den Empfehlungen gesondert aufgeführt.

2.4.6.2 Geltungsbereich

In den vorliegenden Empfehlungen wird die Dimensionierung von Baupisten sowie von ohne Belag erstellten Strassen und Wegen behandelt. Es wird vorausgesetzt, dass die durch die Empfehlungen erfassten Baupisten aus einer Geotextillage und einer Kiesschüttung aufgebaut sind (vgl. Bild 2.24). Die massgebenden Belastungen treten infolge Verkehr und durch den Einbau der Kiesschüttung auf.

Insbesondere sind diese Empfehlungen auch zur Dimensionierung der 1. Schüttlage von Dämmen und Deponien anwendbar.

Nicht erfasst sind dagegen die für Dämme und Deponien erforderlichen Standsicherheitsnachweise sowie die Nachweise der Filterwirkung von Geotextilien. Für diese nicht erfassten Anwendungen liegen gesonderte Empfehlungen vor.

2.4.6.3 Begriffe, Definitionen und Randbedingungen

Begriffe

Zur Begriffserläuterung dient Bild 2.25

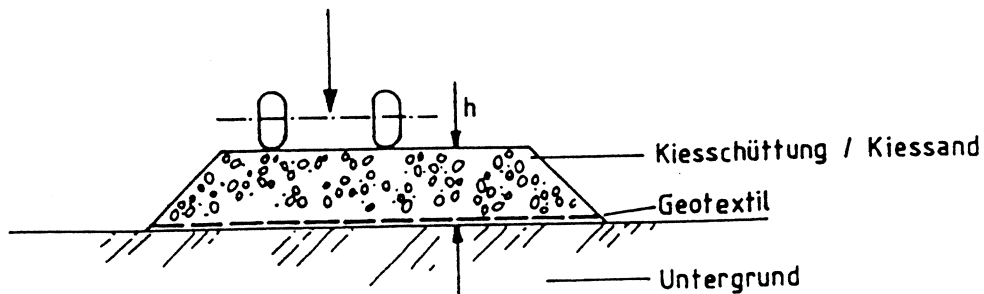


Bild 2.25 Erläuterung der verwendeten Begriffe

Baupiste: Erdbauwerk bestehend aus einer Geotextillage und einer Kiesschüttung. Ein Belag ist nicht vorhanden.

Untergrund: Der unter dem Geotextil anstehende natürliche Boden.

Verkehrslast: Schwerverkehr infolge Baustellenbetrieb.

Kiesschüttung aus Kiessand I oder II: vgl. SN-Norm 670 120b zu den Eigenschaften von Kiessand I und II.

Definitionen

h [dm]: Höhe der Kiesschüttung nach Verdichten

S_0, S_1, S_2 [-]: VSS-Tragfähigkeitsklassen des Untergrundes.

R [cm]: Spurrillentiefe

V [LW/Tag] oder [t]: Verkehrslast als Frequenz oder Gesamtlast. Der Verkehrslastangabe liegen sog. europäische Grosslastwagen mit ca. 36 t Gesamtgewicht und 4 Achsen zugrunde; d.h. ca. 9 t Achslast.

A, B [-]: Klassifizierung der beim Verlegen des Geotextils und beim Einbau der Kiesschüttung vorliegenden mechanischen Belastungen.

r [kN/m]: Reisskraft des Geotextils nach SN 640 550,

ϵ_r [%]: Zur Reisskraft r gehörende Reissdehnung nach SN 640550,

R_p [N]: Stempeldurchdrückkraft nach SN 640550,

O_d [mm]: Durchschlagwiderstand nach SN 640 550.

Randbedingungen

Folgende Voraussetzungen werden getroffen:

- Kiesschüttung aus Kiessand
- Höhe der Kiesschüttung wird nicht grösser gewählt, als es für die Aufnahme der Verkehrslast tatsächlich erforderlich ist.
- Verkehrslasten infolge sog. europäischen Grosslastwagen mit 36 t Gesamtgewicht und 4 Achsen.

2.4.6.4 Voruntersuchungen

Es wird hier auf die Voruntersuchungen eingegangen, die zum Nachweis der mechanischen Geotextileigenschaften erforderlich sind. Die zum Nachweis der hydraulischen Eigenschaften notwendigen Voruntersuchungen können den einschlägigen Empfehlungen entnommen werden. Zur Beurteilung der Beständigkeit (chemische, biologische und physikalische Einwirkungen) sind die Hinweise in Abschnitt 2.1.1 zu beachten.

Im folgenden werden die Voruntersuchungen zur Ermittlung der Tragfähigkeitsklasse des Untergrundes, der Verkehrslast sowie der Spurrillentiefe beschrieben.

Tragfähigkeitsklasse des Untergrundes

Zur Dimensionierung wird die VSS-Tragfähigkeitsklasse S_0 , S_1 oder S_2 des Untergrundes benötigt. Die VSS-Tragfähigkeitsklassen sind entsprechend den Tabellen 2.30 und 2.31 mit dem Rammwiderstand, der Konsistenz, der undrainierten

Scherfestigkeit, dem Zusammendrückungsmodul und dem CBR-Wert korreliert. Die Tabellenwerte sind für bindigen- und nichtbindigen Untergrund angegeben. Von den angegebenen Bodenkennwerten ist der CBR-Wert und die Konsistenz (Feldansprache) am einfachsten zu ermitteln.

Die ebenfalls definierten Tragfähigkeitsklassen S_3 und S_4 , d.h. "gut" und "ausgezeichnet" sind in den Tabellen nicht aufgeführt, da derartige Böden meist ohne Hilfsmassnahmen befahrbar sind. Hilfsmassnahmen können aber auch bei mindestens gut tragfähigen Böden erforderlich sein, sofern diese witterungsempfindlich oder besonders stark befahren sind.

Tragfähigkeit	Tragfähigkeitsklasse	Rammwiderstände N^1 n^2 [-] [-]		Konsistenz	undrain. Scherf. c_u kN m ⁻²	Zusammendrück. modul M_z MN m ⁻²	CBR-Wert [%]
sehr schlecht	S_0	2 2- 6	5 5-15	sehr weich weich	12 12- 40	3 3- 6	1 1- 3
schlecht	S_1	6-15	15-40	steif	40- 80	6-15	3- 6
mittel	S_2	15-30	40-75	sehr steif	80-120	15-30	6-12
gut	S_3	>30	>75	hart	150	30	12

Böden: OH, CH, MH, OL, CL, CL-ML, SC-CL, SM-SC, SC

¹STP-Sonde

²VAWE-Sonde

Tab. 2.30 VSS-Tragfähigkeitsklassen für bindigen Untergrund

Tragfähigkeit	Tragfähigkeitsklasse	Rammwiderstände N ¹ n ² [-] [-]	Lagerung	Zusammen- druck.modul D M _E [-] [MN m ⁻²]	CBR- Wert [%]
schlecht	S ₁	<4 < 10	sehr locker	<0,15 6- 15	3- 6
mittel	S ₂	4-10 10- 30	locker	0,15-0,3 15- 30	6-12
gut	S ₃	10-30 30- 70	mittel	0,3- 0,5 30- 60	12-25
sehr gut	S ₄	30-50 70-150	dicht	0,5- 0,8 60-120	25-50
ausgezeichnet	Tragschicht	>50 >150	sehr dicht	> 0,8 >120	>50

Böden: SM, SP, SW, GM, GC, GP, GW

¹STP-Sonde

²VAWE-Sonde

Tab. 2.31 VSS-Tragfähigkeitsklassen für nichtbindigen Untergrund

Verkehrslast

Der Ermittlung der Verkehrslast können sog. europäische Grosslastwagen (LW) mit 36 t Gesamtgewicht, 4 Achsen sowie 9 t Achslast zugrundegelegt werden. Die Verkehrslast kann als Frequenz [LW/Tag] oder als Gesamtlast [t] ermittelt werden. Für die Bemessung ist jeweils der grössere der beiden Werte massgebend.

Spurrillentiefe

Es sollten i.d.R. keine grösseren Spurrillentiefen als 5 cm bis 10 cm zugelassen werden. Grössere Tiefen verlangsamen den Bauverkehr erheblich, lokaler Grundbruch unter einem Rad kann nicht mehr mit genügender Sicherheit ausgeschlossen werden.

2.4.6.5 Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise

Die massgebenden Geotextilfunktionen und die nachzuweisenden Geotextilkennwerte sind in Tab. 2.32 zusammengestellt.

nachzuweisende Geotextilfkt.	zugehörige Dimensionierungsgrössen	Bemerkung
Trennen/ Bewehren	h: Höhe der Kiesschüttung	Dimensionsangaben in Abschnitt 2.4.3.6
	r: Reisskraft	
	ϵ_r : Reissdehnung	
	Rp: Stempeldurchdrückkraft	
	Od: Durchschlagwiderstand	
Filtern	K _n : Durchlässigkeit senkrecht zur Geotextilebene	Dimensionierung nach Abschnitt 2.4.3
	O _w : wirksamer Porendurchmesser	

Tab. 2.32 Zusammenstellung der massgebenden Dimensionierungsgrössen.

Angaben zum Nachweis der Beständigkeit und den für die Verlegung erforderlichen mechanischen Mindestanforderungen können Abschnitt 2.1 entnommen werden.

2.4.6.6 Dimensionierung für Trennen/Baupiste

Durch die vorliegenden Dimensionierungsempfehlungen sollen Standardanwendungen erfasst werden. Abweichende Aufgabenstellungen können mit Hilfe der Angaben im Geotextilhandbuch (Lit. 1) gelöst werden.

Die Dimensionierung erfolgt für eine vorgegebene Verkehrslast (V) und eine der bereits definierten Einbaubedingungen A oder B.

Verkehrslasten

Die Dimensionierungsangaben der Tab. 2.33 sind mit den Angaben im Geotextilhandbuch (Lit. 1) konsistent.

Zur Verwendung der Tab. 2.33 werden die folgenden Eingabewerte benötigt:

- Verkehrslast V

Gegeben als Frequenz [LW/Tag] und Gesamtlast [t]. Den Lastangaben liegt ein europäischer Grosslastwagen mit 36 t Gesamtgewicht, 4 Achsen und daher 9 t Achslast zugrunde.

- Tragfähigkeitsklasse des Untergrundes

Die Einteilung in Tragfähigkeitsklassen (S_0 , S_1 , S_2) kann den Tabellen 2.30 und 2.31 entnommen werden.

- Spurrillentiefe

Die Angaben zur Spurrillentiefe können Abschnitt 2.4.6.4 entnommen werden.

Die Tabellenwerte für die Dimensionierungsgrössen:

- h [cm]: erforderliche Schütthöhe,
- r [kN/m³]: erforderliche Reisskraft,
- ϵ_r [%]: erforderliche Reissdehnung

gelten für eine auf dem Untergrund verlegte Geotextillage und Kiessand als Schüttmaterial (vgl. Abschnitt 2.4.6.3). Für die erforderliche Reisskraft und Reissdehnung kann eines der in Spalte 5 bis 9 der Tab. 2.33 angegebenen Wertepaare r/ϵ_r für die Dimensionierung verwendet werden; vorzugsweise die Angaben aus Spalte 5.

Verkehrs- last V [LW/Tag]/[t]	Spur rillen tiefe R [cm]	Tragfähig- keits- klasse [-]	Schütt- höhe h [cm]	Reisskraft/Reissdehnung				
				r [kN/m]/ ϵ_r [%] r/ ϵ_r r/ ϵ_r r/ ϵ_r r/ ϵ_r r/ ϵ_r				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10 bis 100/ 10'000 bis 100'000	≤5	S ₀	40	10/16	-	16/10	32/ 5	53/ 3
		S ₁	35	12/13	-	16/10	31/ 5	52/ 3
			50	8/15	-	12/10	24/ 5	40/ 3
10 bis 50/ 10'000 bis 50'000	10≤R<15	S ₂	30	7/11	-	8/10	15/ 5	26/ 3
		S ₀	40	7/31	11/20	22/10	43/ 5	72/ 3
			35	7/25	9/20	18/10	35/ 5	58/ 3
			50	6/29	9/20	17/10	34/ 5	58/ 3
10'000 bis 50'000	10≤R<15	S ₂	30	6/22	7/20	13/10	26/ 5	44/ 3

Tab. 2.33 Bemessungstabelle Trennen/Baupiste

Einbaubedingungen

Die Mindestanforderungen an die Reisskraft und Reissdehnung sowie an den Durchschlagwiderstand und die Stempeldruckkraft sind in Tab. 2.34 zusammengestellt. In unklaren Fällen sollten Eignungsversuche durchgeführt werden.

		Mindestanforderung			
Einbaufall	Beschreibung	r [KN/m]	ϵ_r [%]	Od [mm]	R_p [N]
A	geringe Beanspruchung, Einbau Hand, Schüttmaterial gemischt-körnig mit Rundkorn kleiner als 60 mm	6	14	35	1000
		9	10		
B	erschwert Verhältnisse, maschineller Einbau des Schüttgutes, Umbaus Planum, gebrochenes und/oder kantiges Schüttgut, grosse Deformationen infolge weichen Untergrund	10	25	30	1400
		13	20		
		25	10		

Tab. 2.34 Mindestanforderungen an die mechanischen Geotextilkennwerte beim Trennen/Baupiste

Für die Reisskraft (r) und Reissdehnung (ϵ_r) kann eines der angegebenen Wertepaare zur Dimensionierung angenommen werden.

Weiterhin sind die in Abschnitt 2.1 genannten Mindestanforderungen sowie die Anforderungen an die Beständigkeit zu beachten.

Für den Nachweis der Filterwirkung liegen gesonderte Empfehlungen vor. In besonderen Fällen (z. B. Entwässerung grosser Flächen) sollte auch die Drainagewirkung nachgewiesen werden.

2.4.6.7 Ausführungshinweise

Folgende Hinweise sind zu beachten:

- Dimensionierung für eine möglichst geringe Spurrillentiefe. Hierdurch wird ein zügiger Baustellenverkehr gewährleistet. Die Nachbearbeitungsintervalle des Planums sowie hierbei insbesondere mögliche Beschädigungen des Geotextils werden reduziert. Zur Verminderung der Spurrillenbildung trägt auch eine Anweisung der Geräteführer zum flächigen Befahren der Baupiste bei.
- Auf wirksame Entwässerung achten. Konstruktive Lösungen sind in Bild 2.26 a,b dargestellt. Die in Bild 2.26c dargestellte Geotextilanordnung sollte vermieden werden, da sich infolge von Kapillarwirkung ein Wassersack unter der Fahrbahn bilden kann.

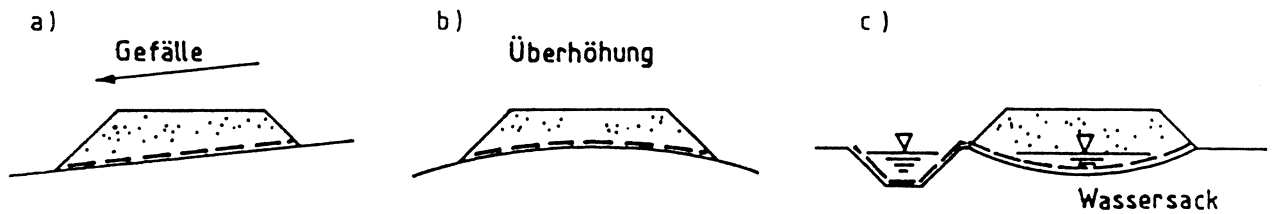


Bild 2.26 Entwässerungsmöglichkeiten: a) Gefälle
b) Ueberhöhung
c) Vermeiden, Wassersack infolge Kapillarwirkung

- Geotextilien seitlich mindestens 0.5 m über den Fahrbahnrand hinaus einbinden, bei weichem Boden die Einbindung auf 1.0 m erhöhen.
- Zur Stossausbildung die Angaben in Abschnitt 2.1.6 beachten.
- Im Dammbau sollte die 1. Schüttlage (Baupiste) mindestens mit einer Dicke von 0.5 m ausgeführt werden.
- Bei der Dimensionierung Varianten für die Höhe der Kiesschüttung untersuchen. Es können hierdurch eventuell Kosten eingespart werden.
- Während des Schüttvorganges das Geotextil auf Beschädigungen überprüfen. Dies gilt insbesondere bei maschinellem Einbau der Kiesschüttung. Falls notwendig, eine erste dünne Lage (>20 cm) aus feinkörnigem Material schütten und verdichten.
- Ungeschützte Geotextilien dürfen nicht befahren werden. Es wird eine rasche Abdeckung direkt nach den Verlegen empfohlen.

2.4.6.8 Anwendungsbeispiel

Für den Abtransport von Aushubmaterial soll eine Baupiste zwischen der Aushubstelle und einer Deponie angelegt werden.

Angaben

- Aushub

Insgesamt 25'000 m³. Wichte des auszuhebenden Bodens:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3.$$

- Untergrund (der Baupiste)

Der CBR-Wert des stark überkonsolidierten tonig, schluffigen Untergrundes wurde zu 8% ermittelt. Der Grundwasserspiegel steht weit unter der Geländeoberkante an.

- Baubetrieb/Ausführung der Baupiste

Das Aushubmaterial wird mit Grosslastwagen transportiert. Für die Kiesschüttung der Baupiste wird Kiessand I verwendet, maschinell geschüttet und mit schwerem Gerät verdichtet. Es soll eine Geotextillage auf dem schluffigen Untergrund verlegt werden. Das Gelände ist gering geneigt, für die Ableitung von Oberflächenwasser sind daher keine besonderen Massnahmen erforderlich.

Aufgabe

Ermittlung der erforderlichen Höhe der Kiesschüttung und der für die Ausschreibung benötigten Geotextilkennwerte.

Lösung

- Verkehrslast

$$\begin{aligned}\text{Gesamte Verkehrslast: } V &= 25'000 \cdot 20 = 5 \cdot 10^5 \text{ kN} = \\ &= 50'000 \text{ t.}\end{aligned}$$

- Tragfähigkeitsklasse des Untergrundes

Aus Tab. 2.30 ergibt sich zum Eingabewert von CBR = 8% die Tragfähigkeitsklasse S_2 .

- Spurrillentiefe

Gewählt: $R < 5 \text{ cm}$

- Dimensionierung für Verkehrslast

Für die Dimensionierung werden die Verkehrslasten von 50'000 bis 100'000 t aus Tab. 2.33 massgebend. Es ergeben sich somit die folgenden erforderlichen Geotextilkenngrössen:

$$\underline{h = 30 \text{ cm,}}$$

$$\underline{r = 7 \text{ kN/m,}}$$

$$\underline{\epsilon_r = 10 \% .}$$

- Dimensionierung für die Einbaubedingung

Massgebend ist Fall B aus Tab. 2.34. Die Mindestwerte ergeben sich demnach wie folgt:

$$r > 10 \text{ kN/m}$$

$$\epsilon_r > 25 \%$$

$$O_a < 30 \text{ mm}$$

$$R_P > 1400 \text{ N}$$

Aus Abschnitt 2.1.5 ergibt sich die minimal erforderliche Reissfestigkeit zu $r > 7 \text{ kN/m}$.

- Zusammenstellung der für die Ausschreibung massgebenden Kennwerte

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$r > 10 \text{ kN/m}$$

$$\epsilon_r > 25\%$$

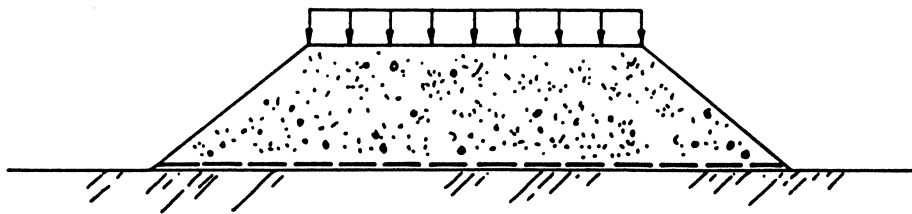
$$O_a < 30 \text{ mm}$$

$$R_P > 1400 \text{ N}$$

Nachweis der Filterwirkung

Wegen des tief unter der Geländeoberkante anstehenden Wasserspiegels und des stark überkonsolidierten Untergrundes kann der Nachweis entfallen.

BEWEHREN / DAMMBAU



2.4.7 Bewehren/Dammbau

2.4.7.1 Zweck

Durch eine in der Dammaufstandsfläche verlegte Zugeinlage kann die Anfangsstandsicherheit von Dämmen auf wenig tragfähigem Untergrund für gewisse Versagensformen verbessert werden. Es werden die in Bild 2.27 vereinfacht dargestellten Versagensformen beobachtet:

Böschungsbruch

Der Damm versagt entlang einer Gleitfläche durch das Dammschüttmaterial und den Dammuntergrund. Die Zugeinlage wird durch die Gleitfläche geschnitten. Es wird angenommen, dass die Zugeinlage beim Versagen wie ein Erdanker wirkt. Durch eine Zugeinlage kann die Böschungsbruchsicherheit daher verbessert werden.

Grundbruch

In diesem Fall versinkt der gesamte Damm im weichen Untergrund. Die Zugeinlage wird nicht durch Gleitflächen geschnitten. Die Grundbruchsicherheit wird daher durch eine Zugeinlage nicht verbessert.

Abgleiten auf der Dammaufstandsfläche

Sobald die in der Dammaufstandsfläche auftretenden Schubspannungen einen gewissen Wert überschreiten, gleiten Teile des Dammes auf der Aufstandsfläche ab. Sofern der Reibungskoeffizienten zwischen Dammschüttmaterial und Zugeinlage gross genug ist, können diese Schubspannungen teilweise von der Zugeinlage aufgenommen werden. Die Sicherheit gegen Versagen infolge von Abgleiten wird dann durch die Zugeinlage verbessert. Die Sohlschubspannungen spielen jedoch nur bei Dämmen mit grossen Kronenhöhen eine Rolle für das Versagen.

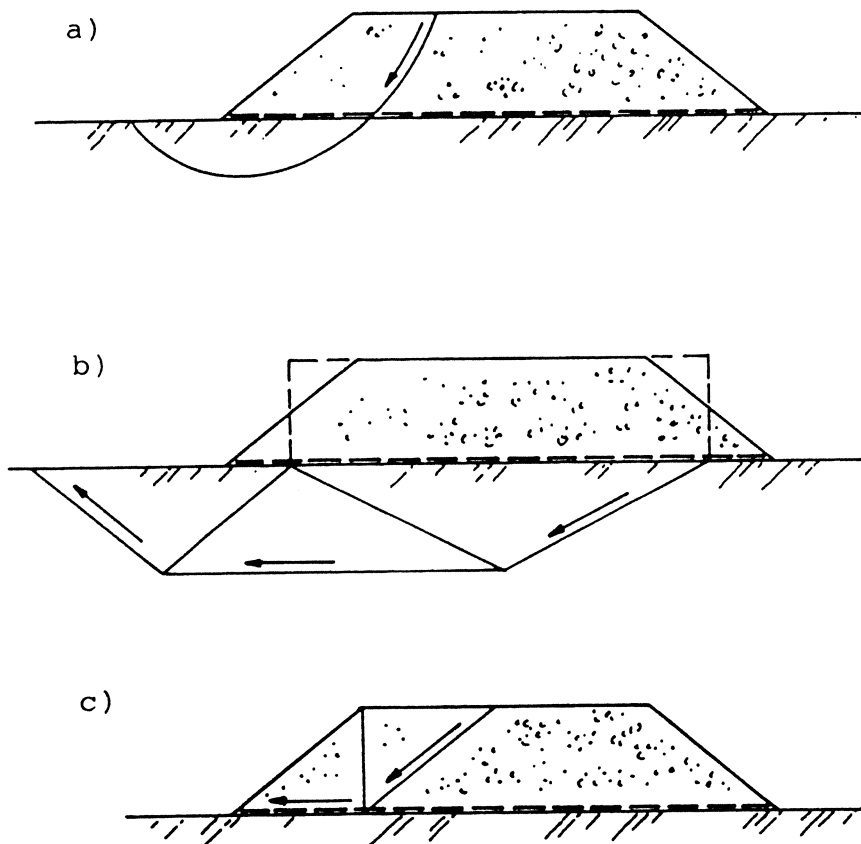


Bild 2.27 Vereinfachte Darstellung der Versagensformen von Dämmen auf wenig tragfähigem Untergrund:

- a) Böschungsbruch
- b) Grundbruch
- c) Abgleiten auf der Dammaufstandsfläche

Die vorliegende Empfehlung behandelt die Dimensionierung der Zugeinlage von Dämmen mit geringer Kronenhöhe für den Fall, dass der Böschungsbruch für das Versagen massgebend ist. Der Nachweis der Grundbruchsicherheit wird ebenfalls behandelt. Auf die Spreizdruckberechnung wird wegen der Beschränkung auf kleine Kronenhöhen nicht eingegangen.

Beim Bau eines Dammes auf wenig tragfähigem Untergrund wird die Befahr- und Verdichtbarkeit der 1. Schüttlage durch die Trennwirkung eines in der Aufstandsfläche verlegten Geotextils wesentlich verbessert. Die Trennfunktion eines primär als Zugeinlage vorgesehenen Geotextils sollte daher auf jeden Fall mit Hilfe der einschlägigen Empfehlungen zusätzlich nachgewiesen werden. Die Trennfunktion kann für die Dimensionierung massgebend sein. Zur Vermeidung von zeitweisen Porenwasserüberdrücken in der Aufstandsfläche, ist ein Nachweis der Filterfunktion des Geotextils erforderlich. Der Nachweis der Drainagefunktion ist dann zusätzlich erforderlich, wenn der Dammuntergrund planmässig konsolidiert und das hierbei anfallende Wasser über das Geotextil abgeleitet werden soll.

An ausgeführten Bauwerken wird beobachtet, dass die Setzungsdifferenzen durch eine Zugeinlage erheblich reduziert werden können. Dieser durchaus erwünschte Effekt ist jedoch bisher weder aufgrund empirischer Daten noch aufgrund von Rechenmodellen quantifizierbar.

2.4.7.2 Geltungsbereich

Die vorliegenden Empfehlungen dienen zum Nachweis der Böschungs- und Grundbruchsicherheit von Dämmen auf wenig tragfähigem Untergrund. Die Zugeinlage wird alleine zur Verbesserung der Böschungsbruchstandsicherheit dimensioniert. Zum Nachweis von Bauzuständen (1. Schüttlage) ist die Trennfunktion zu überprüfen. Der Geltungsbereich dieser Empfehlungen ist auf die folgenden Bauwerke mit folgenden Merkmalen begrenzt:

- Kronenhöhe der Dammbauwerke kleiner als 5 m,
- 1 Geotextillage in der Dammaufstandsfläche,
- gleichmässige Dammauflast,
- nichtbindiges Dammschüttmaterial.

Es wird die Anfangsstandsicherheit nachgewiesen; d.h. eine Konsolidierung infolge Dammauflast und die daraus resultierende Erhöhung der Scherfestigkeit des Dammuntergrundes bleibt unberücksichtigt.

Dämme mit Kronenhöhe von mehr als 5m sind vom Geltungsbereich dieser Empfehlungen ausgenommen. Der Bau von Dämmen mit grösseren Kronenhöhen erfordert entsprechende Erfahrungen und umfangreiche Vorerkundungen, insbesondere des Dammuntergrundes. Zur Beurteilung derartiger Bauvorhaben sollten daher erfahrene Fachleute hinzugezogen werden.

Ebenfalls nicht behandelt werden die mit der Konsolidierung des Dammuntergrundes zusammenhängenden Fragestellungen (zeitliche Verbesserung der Scherfestigkeit, Tiefendrainagen usw.).

Genauere Vorabklärungen und rechnerische Untersuchungen sind immer dann erforderlich, wenn Dämme in unmittelbarer Nähe bestehender Bauwerke geschüttet werden. Dämme in unmittelbarer Nähe von bestehenden Bauwerken fallen daher nicht unter den Geltungsbereich der vorliegenden Empfehlung.

2.4.7.3 Begriffe, Definitionen und Randbedingungen

Die Begriffe, Definitionen und Randbedingungen werden anhand von Bild 2.28 erläutert.

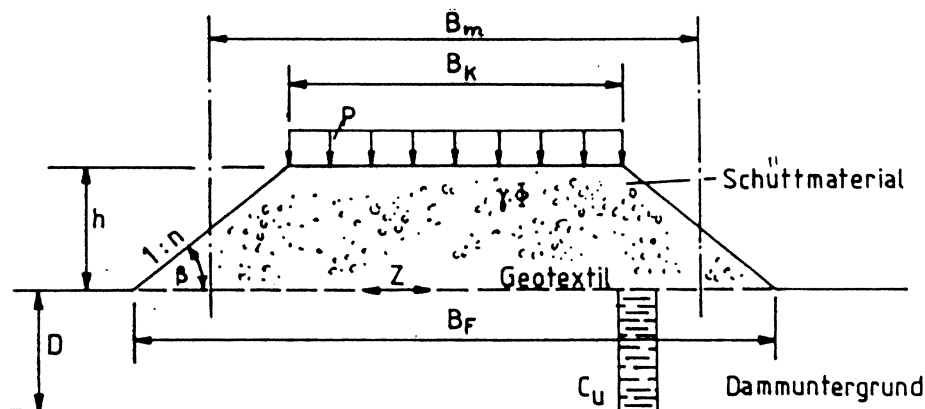


Bild 2.28 Damm auf weichem Untergrund

Begriffe

- Dammuntergrund: wassergesättigter, weicher bindiger Boden auf dem der Damm geschüttet wird.
- Schüttmaterial: nichtbindiges Material für die Schüttung des Dammkörpers.

Definitionen zum Damm und Dammuntergrund

- h : Kronenhöhe
- B_F, B_K : Basis- und Kronenbreite des Dammes
- B_m : mittlere Dammbreite
- β : Böschungsneigung des Dammes
- $n = \text{ctg } \beta$ (2.31)
- D : Dicke der wenig tragfähigen Schicht unterhalb der Dammaufstandsfläche.

Definitionen zu Lasten und Kräften

- p : gleichmässige Dammauflast
- Z : Zugkraft im Geotextil

Definitionen zu Materialkenngrössen

- $\varnothing$: Mittelwert des Reibungswinkels des Schüttmaterials
- γ : Mittelwert der Wichte des Schüttmaterials
- c_u : Mittelwert der undrainierten Kohäsion des Dammuntergrundes
- r : Reisskraft des Geotextils
- ϵ_z : elastische Dehnung des Geotextils unter der Zugkraft Z
- ϵ_{kz} : Kriechdehnung des Geotextils unter der Zugkraft Z

Definition von Partialsicherheitsfaktoren

Partialsicherheitsfaktoren decken die Unsicherheiten infolge der Streuung von Materialkennwerten ab. Im Gegensatz zu globalen Sicherheitsfaktoren (z.B. Momentensicherheitsdefinition), decken Partialsicherheitsfaktoren die Unsicherheiten dort ab, wo sie auch tatsächlich auftreten. Die Partialsicherheit für eine Grösse G ist wie folgt definiert:

$$\eta_G := G / \text{cal} G \quad (2.32)$$

G: Mittelwert der Grösse G.

cal G: sog. Rechenwert der Grösse G.

Mit Hilfe von Gl. (2.32) ergibt sich z.B. der Rechenwert des Reibungswinkels wie folgt:

$$\text{cal} \varnothing = \varnothing / \eta_{\varnothing};$$

d.h. in diesem Fall steht der Reibungswinkel $\varnothing$ für die Grösse G in Gl. (2.32). Die bei der Dimensionierung einzuhaltenden Partialsicherheitsfaktoren sind in den Empfehlungen angegeben (vgl. Abschnitt 2.4.7.6).

Definition dimensionsloser Grössen

Im Rahmen der Dimensionierung werden die folgenden dimensionslosen Grössen benötigt:

$$\zeta := D/h \text{ (dimensionslose Tiefe der weichen Schicht)} \quad (2.33)$$

$$Z^* := Z / \gamma h^2 \text{ (dimensionslose Zugkraft im Geotextil)}, \quad (2.34)$$

$$k_e := c_u / \gamma h \text{ (dimensionsloser Tragfähigkeitsfaktor),} \quad (2.35)$$

$$p^* := p / \gamma h \text{ (dimensionslose Dammauflast)} \quad (2.36)$$

Randbedingungen

Die Dammkrone kann mit einer grossflächigen Auflast belastet sein. Für konzentriert wirkende Einzellasten (z.B. aus der Abstützung von Baugeräten) sind gesonderte Nachweise zu führen.

2.4.7.4 Voruntersuchungen

Zur Ermittlung der folgenden Grössen sind Voruntersuchungen vorzunehmen:

- Dicke und Materialeigenschaften (undrainierte Kohäsion) der wenig tragfähigen Schicht,
- Materialeigenschaften (Wichte und Reibungswinkel) des Schüttmaterials,
- Dammauflast.

Zum Nachweis der Trenn-, Filter- und Drainagefunktion können weitere Voruntersuchungen notwendig sein, die in den einschlägigen Empfehlungen beschrieben sind. Zur Beurteilung der Beständigkeit (chemische, biologische und physikalische Einwirkungen) sind die Angaben in Abschnitt 2.1.1 zu beachten.

Im folgenden werden die eingangs genannten Voruntersuchungen noch weiter erläutert.

Dicke, Materialeigenschaften der wenig tragfähigen Schicht

Die Dicke kann mit Hilfe von Bohrungen und Sondierungen, in manchen Fällen auch mit seismischen Methoden ermittelt werden. Zur Ermittlung der undrainierten Kohäsion sind Triaxialversuche an ungestörten Proben geeignet. Zur Probenentnahme und Versuchsdurchführung liegen einschlägige Empfehlungen vor.

Meist werden für den Dammuntergrund die Materialkennwerte in der Form von Indexwerten (CBR-Werte, Rammwiderstand, Konsistenz) vorliegen. Die Korrelationen zwischen einigen Indexwerten und der undrainierten Kohäsion sind in Tab. 2.35 zusammen mit den zugehörigen USCS-Bodenklassen angegeben.

Rammwiderstand	Konsistenz	CBR-Wert [%]	c_u [KN/m ²]	Tragfähigkeit
5	sehr weich	1	12	sehr schlecht
5 bis 15	weich	1 bis 3	12 bis 40	schlecht
15 bis 40	steif	3 bis 6	40 bis 80	mittel
40 bis 75 >75	sehr steif hart	6 bis 12 12	80 bis 120 150	gut sehr gut

Tab. 2.35 Korrelation zwischen Indexwerten und undrainierter Scherfestigkeit (vgl. Lit.1) für die USCS-Bodenklassen: ¹OH, CH, MH, OL, CL, CL-ML, SC-CL, SM-SC, SC

-
- ¹ -OH: Ton mit org. Beimengungen
-CH: Ton
-MH: Spezielle Silte, z.B. Seekreide
-OL: toniger Silt mit org. Beimengungen
-CL: toniger Silt
-CL-ML: Silt bis toniger Silt
-SC-CL: toniger Sand, viel Feinanteile
-SM-SC: siltiger bis toniger Sand
-SC: toniger Sand, wenig Feinanteile

Materialeigenschaften des Dammschüttmaterials

Das Schüttmaterial kann meist entsprechend den vorliegenden Anforderungen gewählt werden. Ist dies nicht der Fall, so sind die Verdichtbarkeit und die Materialkennwerte durch geeignete Versuche zu ermitteln.

Dammauflast

Es ist eine grossflächige Dammauflast festzulegen, wobei durch eine Flächenlast von 10 kN/m^2 die üblichen Belastungen infolge von Verkehr abgedeckt werden. Grosse Einzellasten (z.B. Kranabstützungen) sind gesondert festzulegen und nachzuweisen.

2.4.7.5 Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise

Die massgebenden Funktionen sowie die zugehörigen Dimensionierungsgrössen sind in Tab. 2.36 zusammengestellt. Die massgebenden mechanischen Geotextilkennwerte können sich aus der Untersuchung der Bewehrungs- oder der Trennfunktion ergeben. Es sind daher beide Funktionsnachweise zu führen. In manchen Fällen kann der Damm auch ohne Zugeinlage standsicher sein. Die mechanischen Geotextilanforderungen ergeben sich dann allein aus dem Nachweis der Trennfunktion.

Der Nachweis der Filterfunktion wird aus folgendem Grund empfohlen: Falls die Filterfunktion nicht gewährleistet ist, können sich in der Dammaufstandsfläche unplanmässige Porenwasserüberdrücke aufbauen, was sich ungünstig auf die Standsicherheit auswirken kann. Die Drainagefunktion muss immer dann nachgewiesen werden, wenn eine planmässige Konsolidierung des Dammuntergrundes angestrebt wird; d.h. die dann anfallende Wassermenge sollte dann auch druckfrei über das Geotextil abgeführt werden können.

Angaben zum Nachweis der Beständigkeit und der für die Verlegung erforderlichen mechanischen Mindestanforderungen können Abschnitt 2.1 entnommen werden.

nachzuweisende Geotextilfkt.	zugehörige Dimensionierungsgrössen	Bemerkung
Bewehren/ Dammbau	- Z: Zugkraft im Geotextil - ϵ_z: Geotextildehnung infolge Zugkraft Z - ϵ_{kz}: Kriechdehnung im Geotextil infolge Zugkraft Z - r: Reisskraft des Geotextils - K_a: Tragfähigkeitsfaktor zum Nachweis der Böschungs- und Grundbruchsicherheit	Ermittlung der Dimensionierungsgrössen nach Abschnitt 2.4.7.6
Trennen/ Dammbau	vgl. Angaben in Tab. 2.31 in Abschnitt 2.4.6.5	Nachweis der Trennfunktion nach Abschnitt 2.4.6. Die Trennfunktion kann für die Ermittlung der erforderlichen Geotextilkennwerte massgebend sein.
Filtern	vgl. Angaben in Tab. 2.9 in Abschnitt 2.4.3.5	Die Filterfunktion ist nach Abschnitt 2.4.3 nachzuweisen.
Drainieren	vgl. Angaben in Tab. 2.17 in Abschnitt 2.4.4.5	Nachweis der Drainagewirkung nach Abschnitt 2.4.4.5, falls Konsolidierung planmässig ausgenutzt werden soll.

Tab. 2.35 Zusammenstellung der massgebenden Dimensionierungsgrössen.

2.4.7.6 Dimensionierung für Bewehren/Dammbau

Die vorliegenden Empfehlungen dienen zur Dimensionierung der folgenden Anwendungen:

- Dämme auf wenig tragfähigem Untergrund mit Kronenhöhen bis zu 5 m,
- eine Geotextillage in der Dammaufstandsfläche verlegt.

Der Dimensionierungsablauf ist wie folgt:

- Ermittlung der Eingabegrößen,
- Abminderung streuender Größen durch Partialsicherheitsfaktoren,
- Nachweis der Grundbruch- und Böschungsbruchsicherheit und Ermittlung der Zugkraft für die Zugeinlage, sofern der Böschungsbruch für das Versagen massgebend ist,
- Nachweis der Zugkraft, der Dehnungen und Kriechdehnungen für einen gewählten Geotextiltyp,
- Zusätzliche Funktionsnachweise für Trennen und Filtern, bei planmässiger Konsolidierung auch für Drainieren.

Der eben kurz beschriebene Dimensionierungsvorgang wird im folgenden im Detail erläutert.

Eingabegrößen

Die benötigten Eingabegrößen sind in Tab. 2.37 zusammengestellt. Zur weiteren Erläuterung dienen Bild 2.2.8 sowie die Angaben in Abschnitt 2.4.7.3.

Bezeichnung	Bemerkung
h, B_K, β	Grössen zur Festlegung der Dammgeometrie
γ, ϕ	Mittelwerte für die Wichte und den Reibungswinkel des Schüttmaterials
D	Dicke des wenig tragfähigen Dammuntergrundes
c_u	Mittelwert der undrainierten Kohäsion des Dammuntergrundes
P	Wert der grossflächigen Dammauflast

Tab. 2.37 Zusammenstellung der benötigten Eingabegrössen

In Abschnitt 2.4.7.4 sind die Voruntersuchungen beschrieben, die zur Festlegung der Eingabegrössen erforderlich sein können.

Partialsicherheiten

Die Mittelwerte der Bodenkennwerte werden zur Dimensionierung mit Partialsicherheitsfaktoren abgemindert. Die Werte der Partialsicherheitsfaktoren sind von der Versagensart abhängig und in Tab. 2.38 zusammengestellt.

Versagensart	Partialsicherheitsfaktoren [-]	
	η_c	η_ϕ
Grundbruch	2.0	-
Böschungsbruch	1.3 für $c_u < 20 \text{ kN/m}^2$	1.3
	1.73 für $c_u > 20 \text{ kN/m}^2$	

Tab. 2.38 Zusammenstellung der Partialsicherheitsfaktoren

Bei vorgegebenem Mittelwert ϕ für den Reibungswinkel des Schüttmaterials, wird die zulässige Böschungsneigung mit Hilfe von Gl.(2.37) berechnet:

$$\beta = \epsilon_\beta \phi, \quad (2.37)$$

β : zulässige Böschungsneigung,

ϕ : Mittelwert für den Reibungswinkel des Schüttmaterials

$$2/3 \leq \epsilon_\beta \leq 1 \text{ (Sicherheitsfaktor)}. \quad (2.38)$$

Für dauerhafte Bauwerke wird üblicherweise $\epsilon_\beta = 2/3$ angenommen. Temporäre Bauwerke können dagegen auch mit $\epsilon_\beta > 2/3$ dimensioniert werden.

Die Streuung der Wichte des Schüttmaterials ist vernachlässigbar. Auf die Vorgabe von Partialsicherheitsfaktoren kann daher verzichtet werden.

Standortsicherheitsnachweise und Zugkraftermittlung

Das Vorgehen ist in einem Flussdiagramm in Bild 2.29 dargestellt und wird nachfolgend noch im Detail erläutert.

- Massgebendes Versagen

Für grosse Dicken D der wenig tragfähigen Schicht ist Grundbruch für das Versagen massgebend. Die Standsicherheit kann dann durch eine Zugeinlage nicht verbessert werden. Die für das Grundbruchversagen massgebenden Dicken der weichen Schicht sind für die dimensionslose Dicke:

$$\xi := D/B_m, \quad (2.39)$$

$$B_m = B_k + 2 h/\operatorname{tg}\beta \quad (2.40)$$

in Tab. 2.39 angegeben.

Fall	$\xi [-]$	massgebendes Versagen	Bemerkung
1	≥ 0.663	Grundbruch	Grundbruchnachweis führen
2	< 0.663	Grund- und/oder Böschungsbruch	Nachweis der Grund- und Böschungsbruchsicherheit erforderlich

Tab. 2.39 Kriterien für die massgebende Versagensart

Es wird zunächst der Fall 1 aus Tab. 2.39 weiter diskutiert, für den nur der Grundbruchnachweis zu erbringen ist. Das Geotextil wird hierbei nicht durch Gleitflächen geschnitten, d.h. die Grundbruchsicherheit wird von einer Zugeinlage nicht beeinflusst. Dennoch wird man in solch einem Fall nicht auf eine Geotextileinlage verzichten, da diese auch eine Trenn-, Filter- und Drainagefunktion zu erfüllen hat. Die Geotextilanforderungen ergeben sich dann allein aus dem Nachweis der letztgenannten Funktionen.

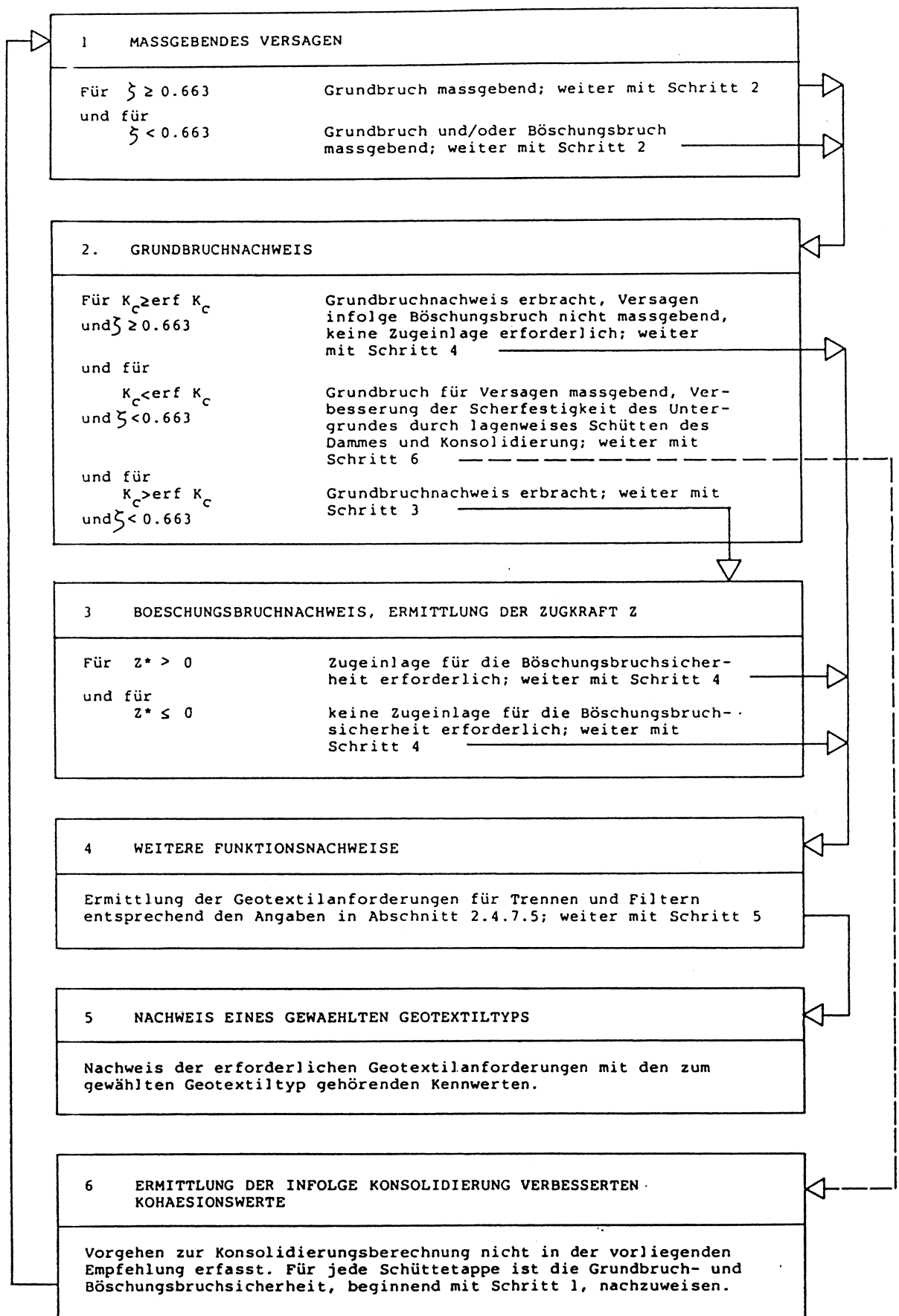


Bild 2.29 Flussdiagramm zum Dimensionierungsvorgang Bewehren/Dammbau

Grundbruchversagen tritt nicht ein, wenn der Nachweis:

$$k_e \geq \text{erf } k_e \quad (2.41)$$

erbracht wird, wobei mit k_e der vorhandene Tragfähigkeitsfaktor:

$$k_e = \text{cal } c_u / (\gamma^h + p), \quad (2.42)$$

$$\text{cal } c_u = c_u / \eta_e \quad (2.43)$$

bezeichnet wird. Für den Wert des erforderlichen Tragfähigkeitsfaktors kann:

$$\text{erf } k_e = 0.189 \quad \text{für } D/B_m \geq 0.663 \quad (2.44)$$

angenommen werden. Einsetzen der Gleichungen (2.42) bis (2.44) in Gl. (2.41) führt somit zur folgenden Relation für den Grundbruchnachweis im Fall 1 (vgl. Tab. 2.39):

$$c_u / (\eta_e (\gamma^h + p)) \geq 0.189 \quad \text{für } D/B_m \geq 0.663 \quad (2.45)$$

Falls der Grundbruchnachweis nicht erbracht werden kann ($k_0 < \text{erf } k_0$), so ergeben sich hieraus die folgenden Konsequenzen: Wegen der zu geringen Scherfestigkeit (c_u) kann der Damm nicht bis zur Höhe h geschüttet werden und/oder der Damm mit der Höhe h kann nicht unmittelbar nach dem Schütten mit der Auflast p belastet werden. Als Massnahme zur Verbesserung der Scherfestigkeit ist eine lagenweise Dammschüttung mit dazwischenliegenden Konsolidierungsphasen vorzusehen. Zur Konsolidierungsberechnung wird auf die einschlägige Literatur verwiesen.

Für den in Tab. 2.39 aufgeführten Fall 2 mit $\zeta = D/B_m < 0.663$ kann Grund- oder Böschungsbruch für das Versagen massgebend sein. Der Grundbruchnachweis erfolgt mit Hilfe von Gl. (2.46):

$$c_u / (\eta_0 (\gamma h + p)) \geq \text{erf } k_0, \quad (2.46)$$

$\text{erf } k_0$: Wert des erforderlichen
Tragfähigkeitsfaktors aus Bild 2.30,

wobei die Werte für $\text{erf } k_0$, für eine dimensionslose Dicke der wenig tragfähigen Schicht: $\zeta = D/B_m < 0.663$, Bild 2.30 entnommen werden können.

Falls die Grundbruchsicherheit nicht ausreicht, muss der Damm in Stufen geschüttet werden. Nach jeder Schüttstufe muss eine Konsolidierungsphase zur Verbesserung der Scherfestigkeit vorgesehen werden.

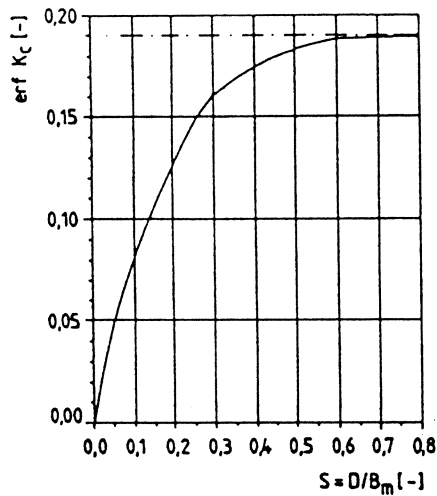


Bild 2.30 Tragfähigkeitsfaktoren zum Nachweis der Grundbruchsicherheit

Ist die Grundbruchsicherheit dagegen ausreichend, so muss nun noch die Böschungsbruchsicherheit nachgewiesen werden. Im Rahmen einer Vordimensionierung können hierzu die Bemessungsdiagramme aus Bild 2.31 bis 2.54 verwendet werden, aus denen die gesuchte Zugkraft grob entnommen werden kann. Für genauere Untersuchungen liegen die Bemessungstabellen in Anhang 1 vor. Die Tabellenwerte können linear interpoliert werden. Der Gebrauch der Bemessungsdiagramme wird nachfolgend erläutert. Die Bemessungstabellen sind analog zu den Diagrammen aufgebaut.

Den Diagrammen kann die gesuchte dimensionslose Zugkraft:

$$Z^* = Z / \gamma h^2, \quad (2.47)$$

zu den Eingabegrößen:

$$k_c = (c_u / \eta_c) / (\gamma h)$$

$$\xi_h = D/h$$

$$p^* = p / (\gamma h) \quad (2.48)$$

$$\text{cal } \phi = \phi / \eta_\phi,$$

$$E_s = \beta / \emptyset$$

entnommen werden. Für die gesuchte Zugkraft können sich dann die folgenden Fälle ergeben:

$$\underline{Z^* \leq 0}$$

Die Böschungsbruchsicherheit ist auch ohne Zugeinlage gewährleistet. Die Geotextilanforderungen ergeben sich für diesen Fall alleine aus dem Nachweis der Trenn-, Filter und ev. der Drainfunktion (vgl. Abschnitt 2.4.7.5).

$$\underline{Z^* > 0}$$

Zur Gewährleistung der Böschungsbruchsicherheit ist eine Zugeinlage in der Dammaufstandsfläche erforderlich. Als Geotextilanforderung ergibt sich eine Zugkraft Z . Weitere Anforderungen folgen aus den übrigen Funktionsnachweisen (vgl. Abschnitt 2.4.7.5).

Nachweise zur Zugkraftaufnahme

Für die berechnete Zugkraft ist der Nachweis nach Gl. (2.49) zu erbringen:

$$Z \leq r / \eta_z, \quad (2.49)$$

wobei die Partialsicherheitsfaktoren η_z der Tab. 2.40 entnommen werden können.

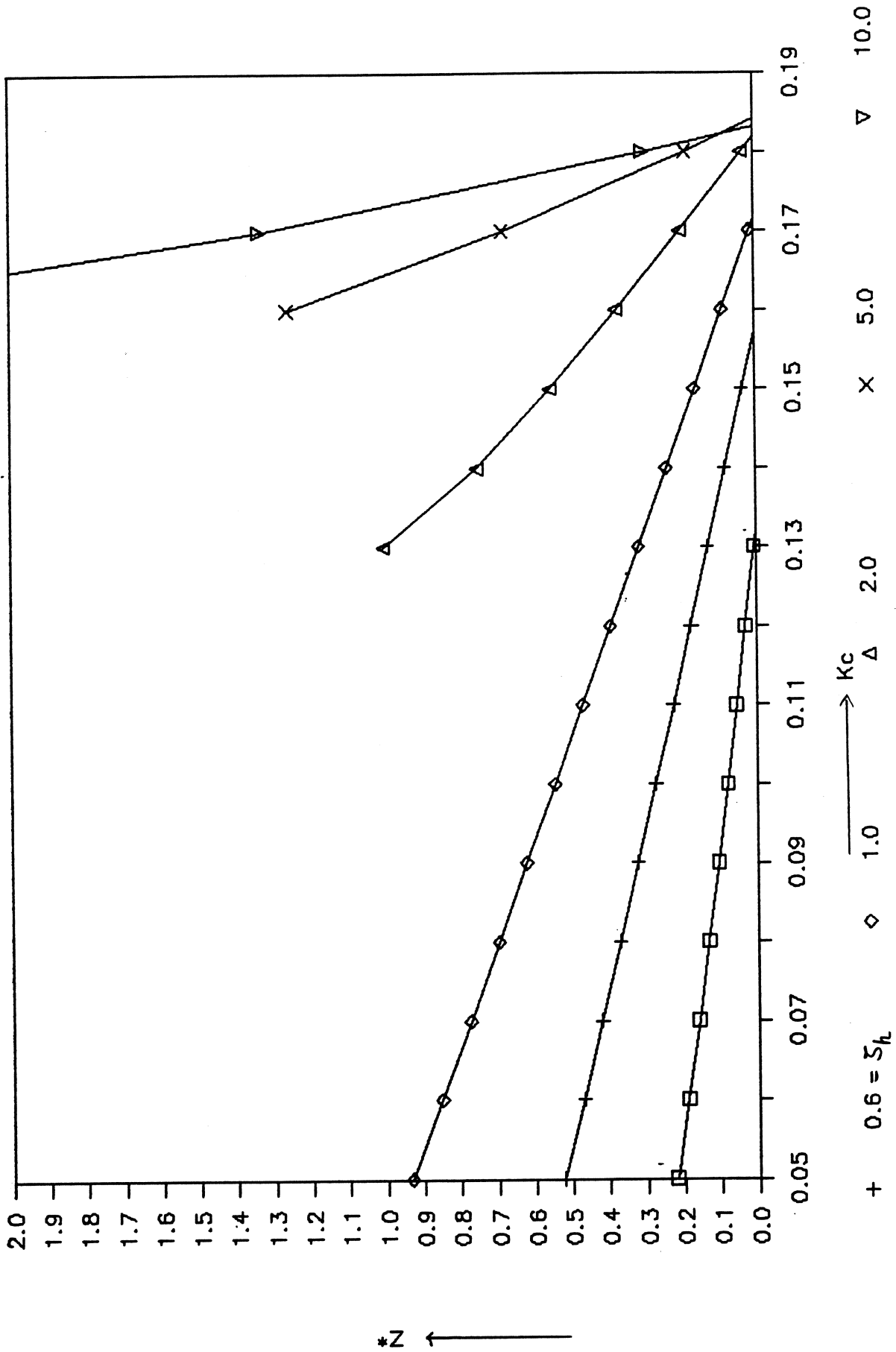


Bild 2.31 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0$, $\text{cal } \phi = 20^\circ$, $\varepsilon_\beta = 1.0$

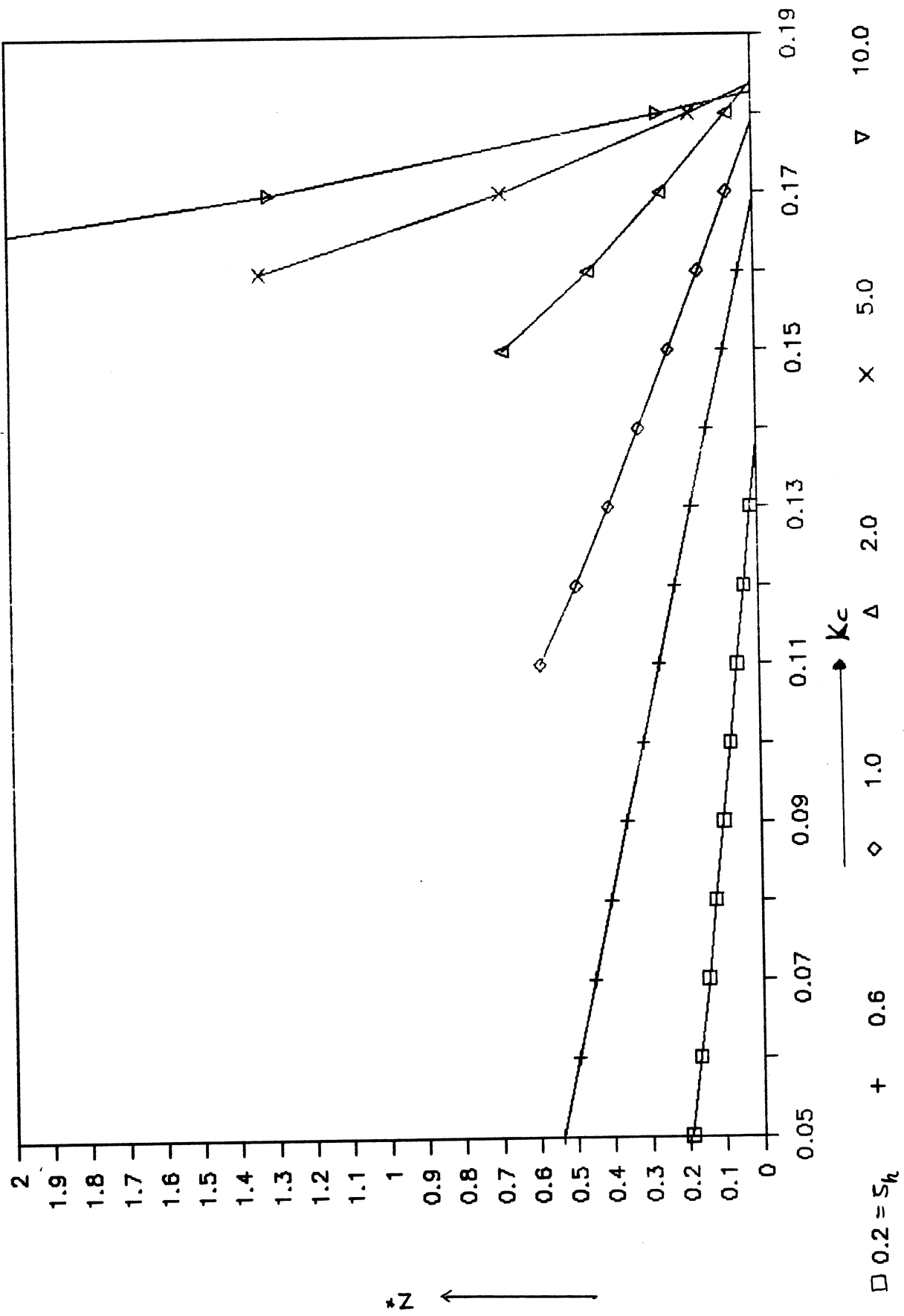


Bild 2.32 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0$, $\text{cal } \phi = 30^\circ$, $\xi_\beta = 1.0$

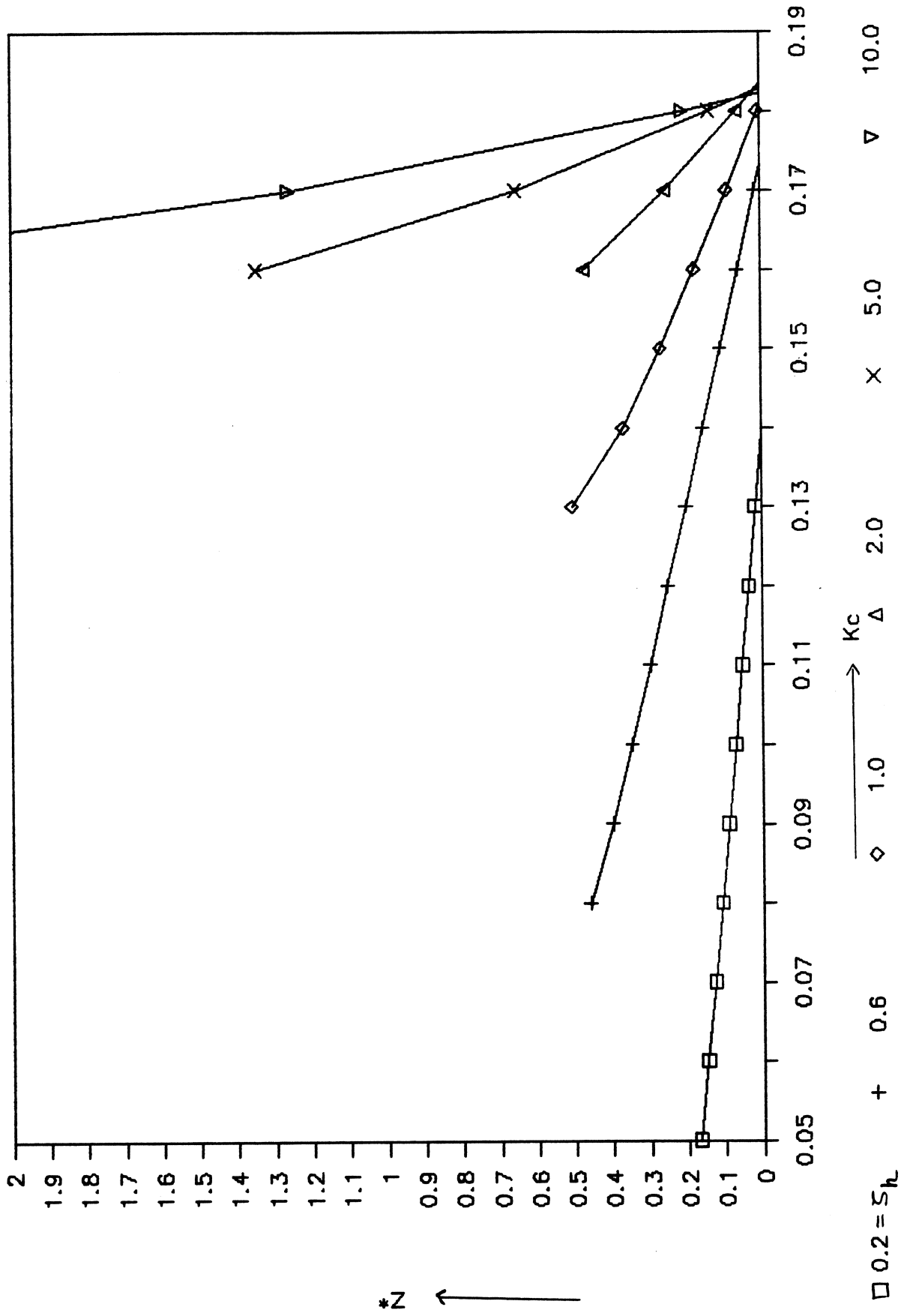


Bild 2.33 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0$, $\text{cal } \Phi = 40^\circ$, $\epsilon_\beta = 1.0$

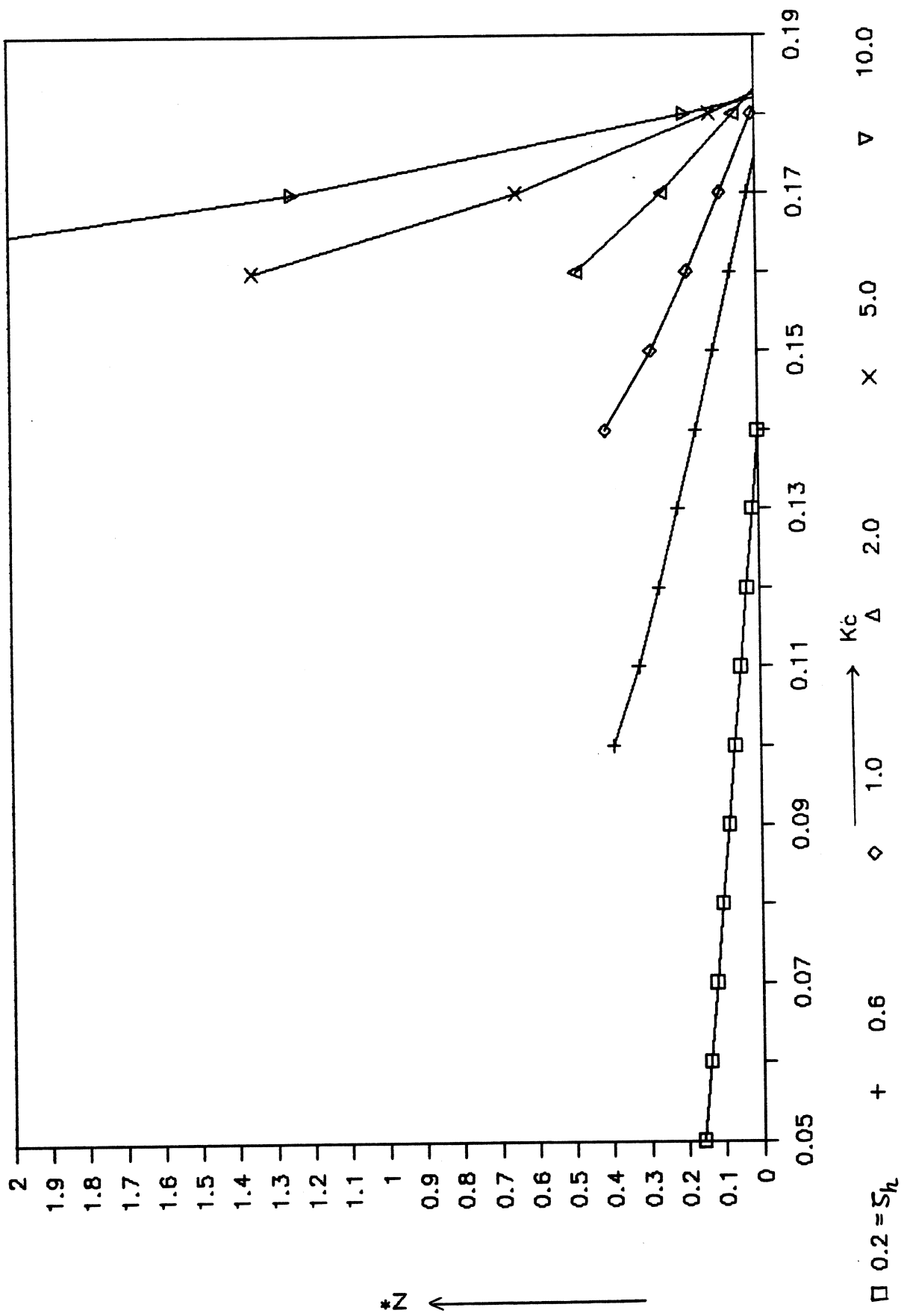


Bild 2.34 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0$, $\alpha = 45^\circ$, $\epsilon_\beta = 1.0$

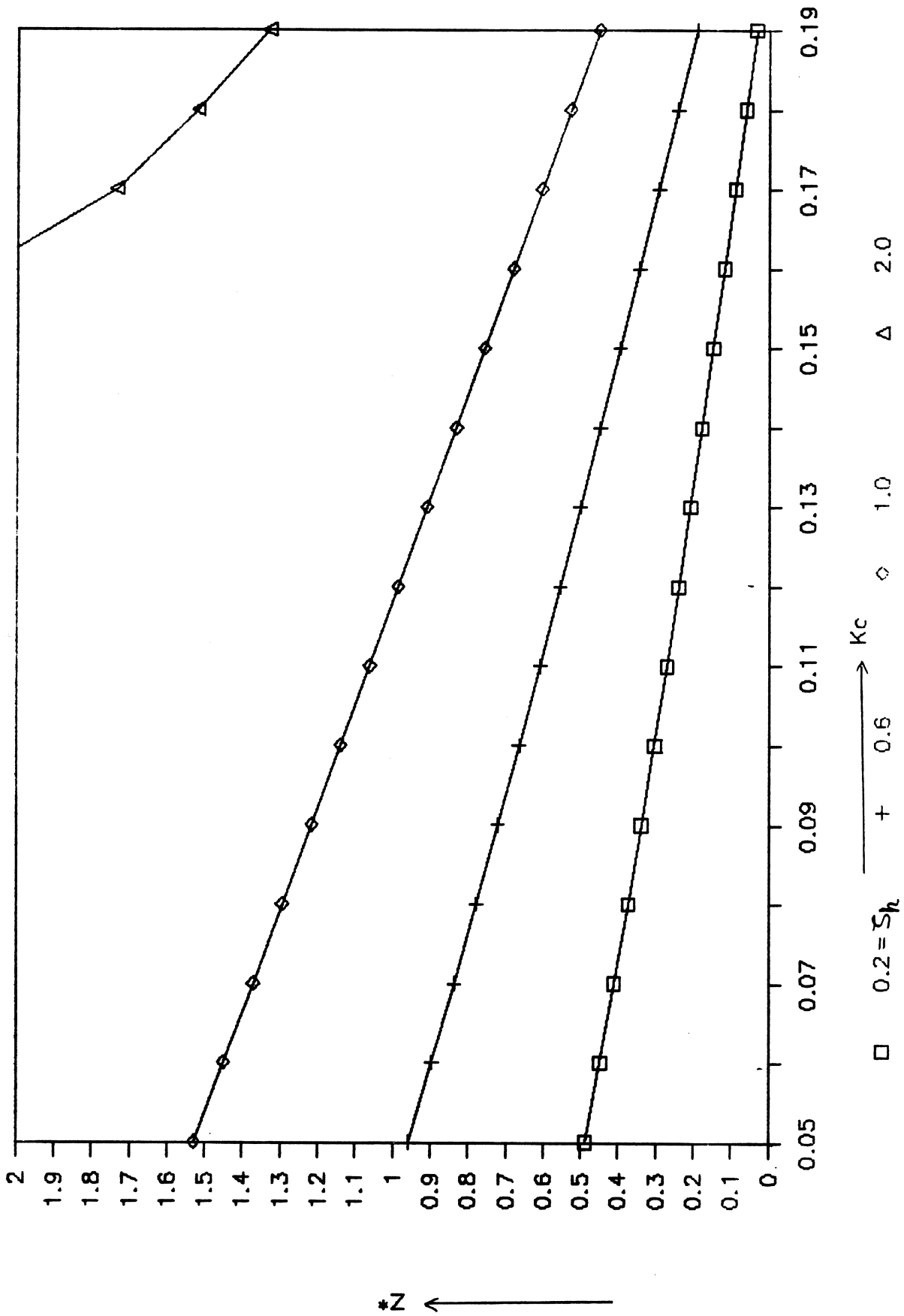


Bild 2.35 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0.5$, $\text{cal } \phi = 20^\circ$, $\epsilon_\beta = 1.0$

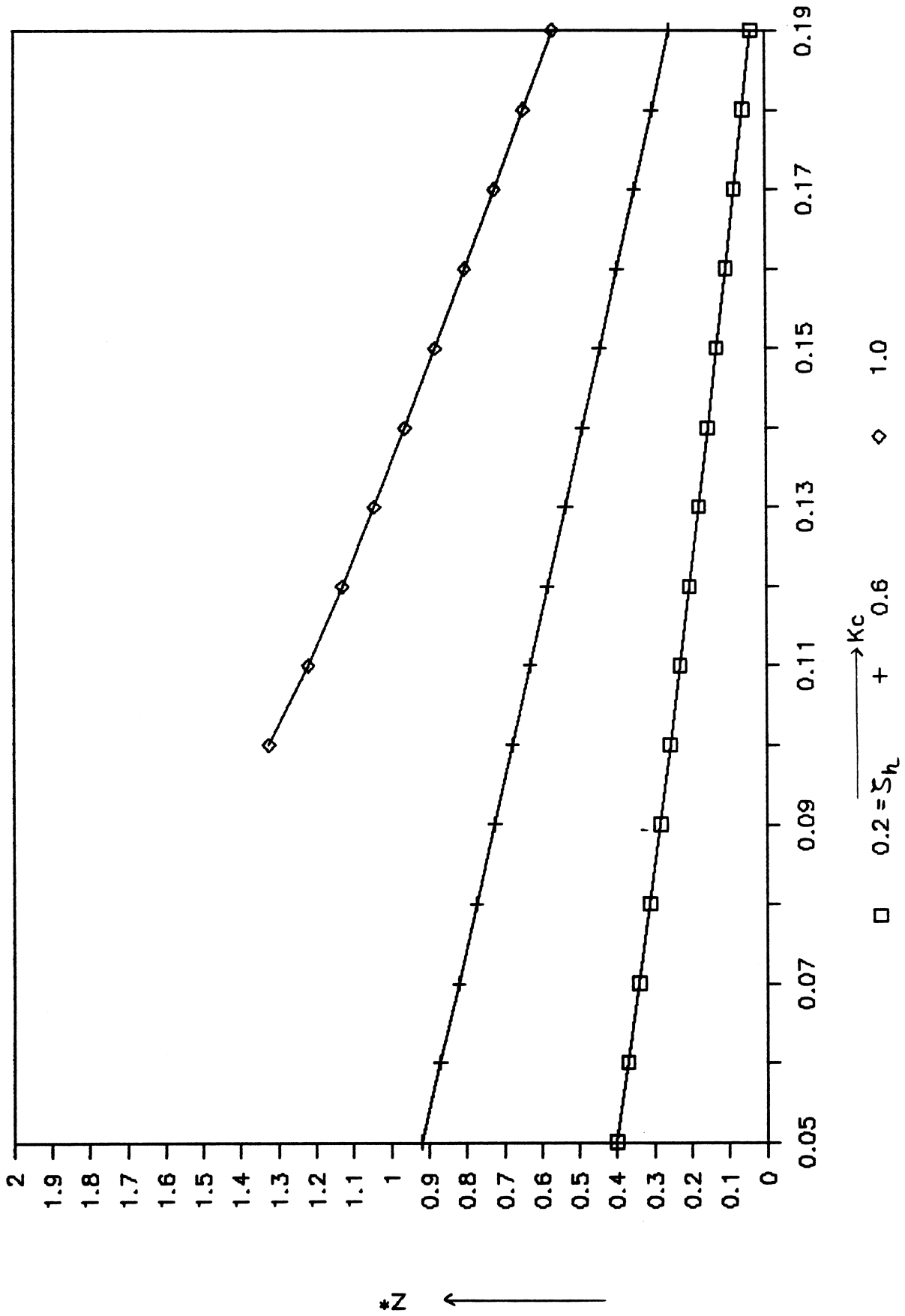


Bild 2.36 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0.5$, $\text{cal } \phi = 30^\circ$, $\epsilon_\beta = 1.0$

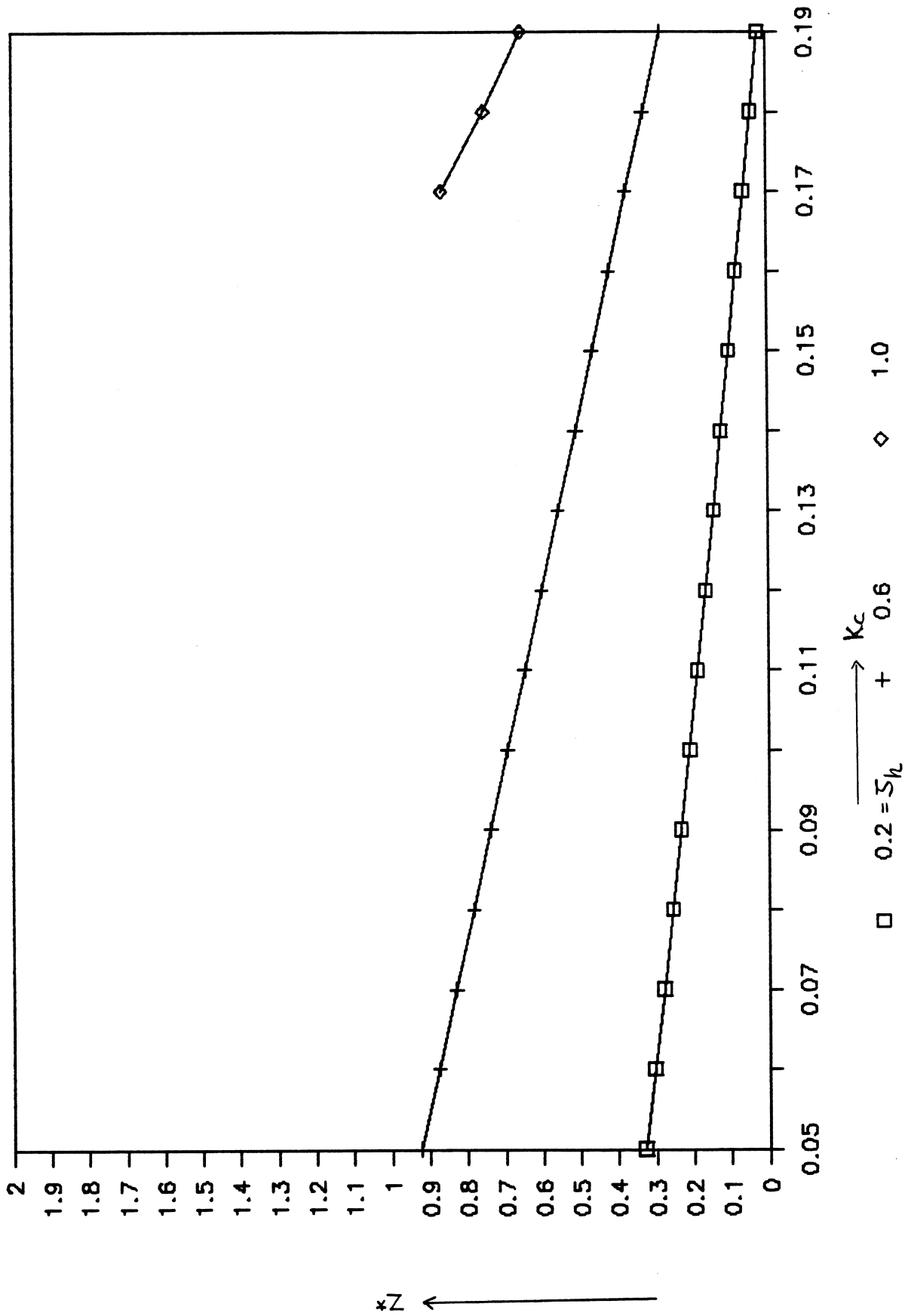


Bild 2.37 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0.5$, $\text{cal } \phi = 40^\circ$, $\varepsilon_\beta = 1.0$

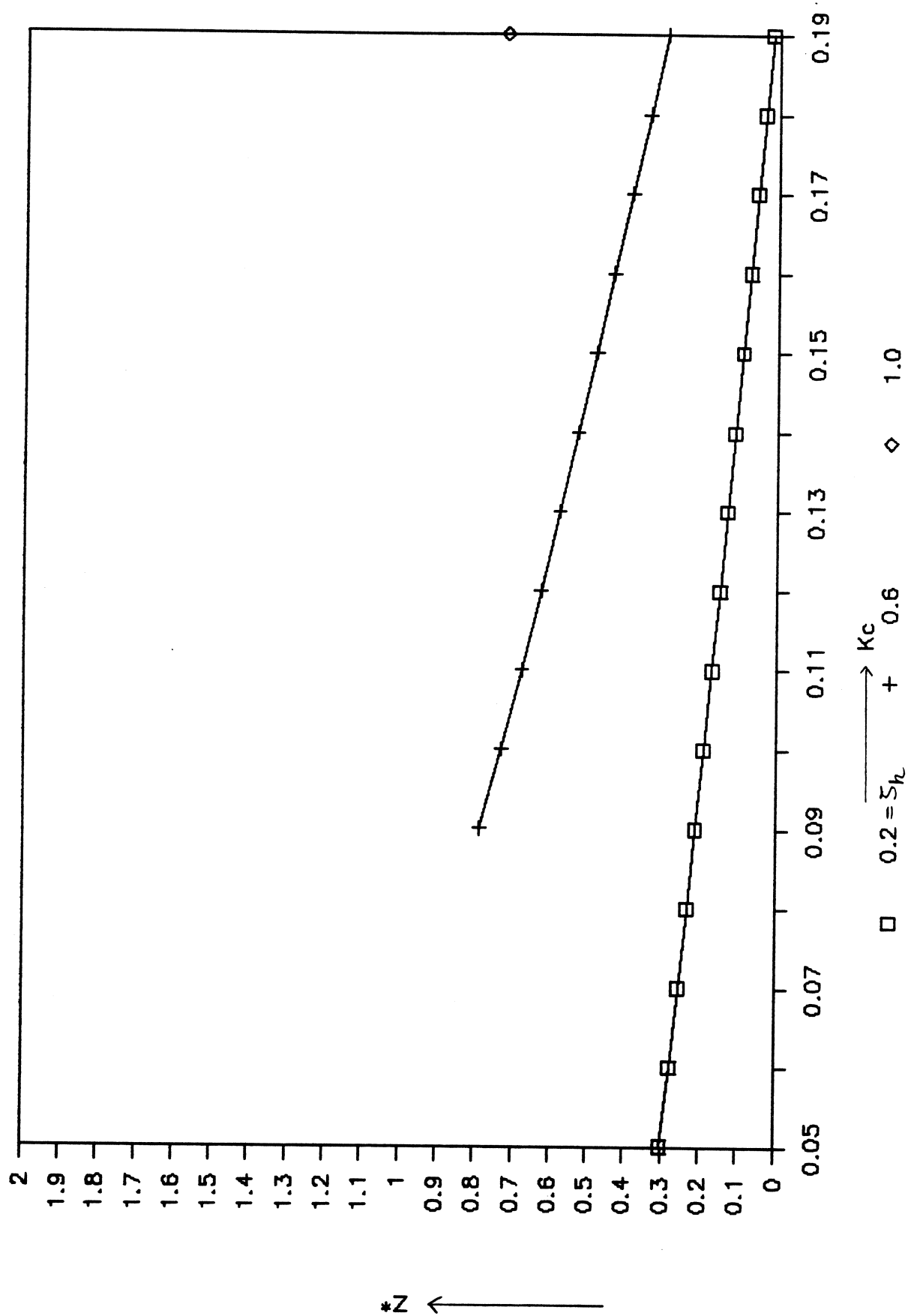


Bild 2.38 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0.5$, $\text{cal } \phi = 45^\circ$, $\epsilon_\beta = 1.0$

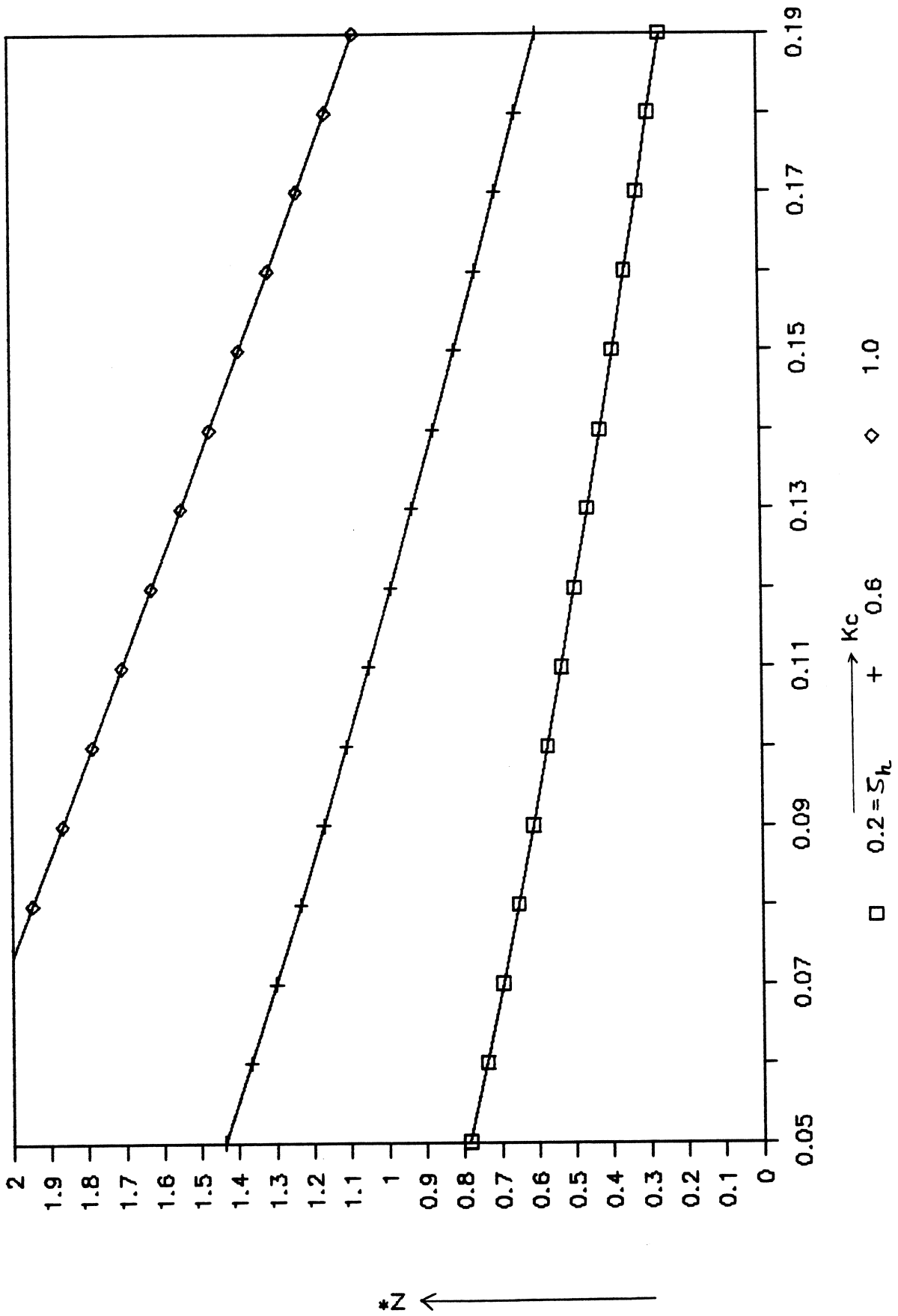


Bild 2.39 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 1.0$, $\text{cal } \phi = 20^\circ$, $\xi_\beta = 1.0$

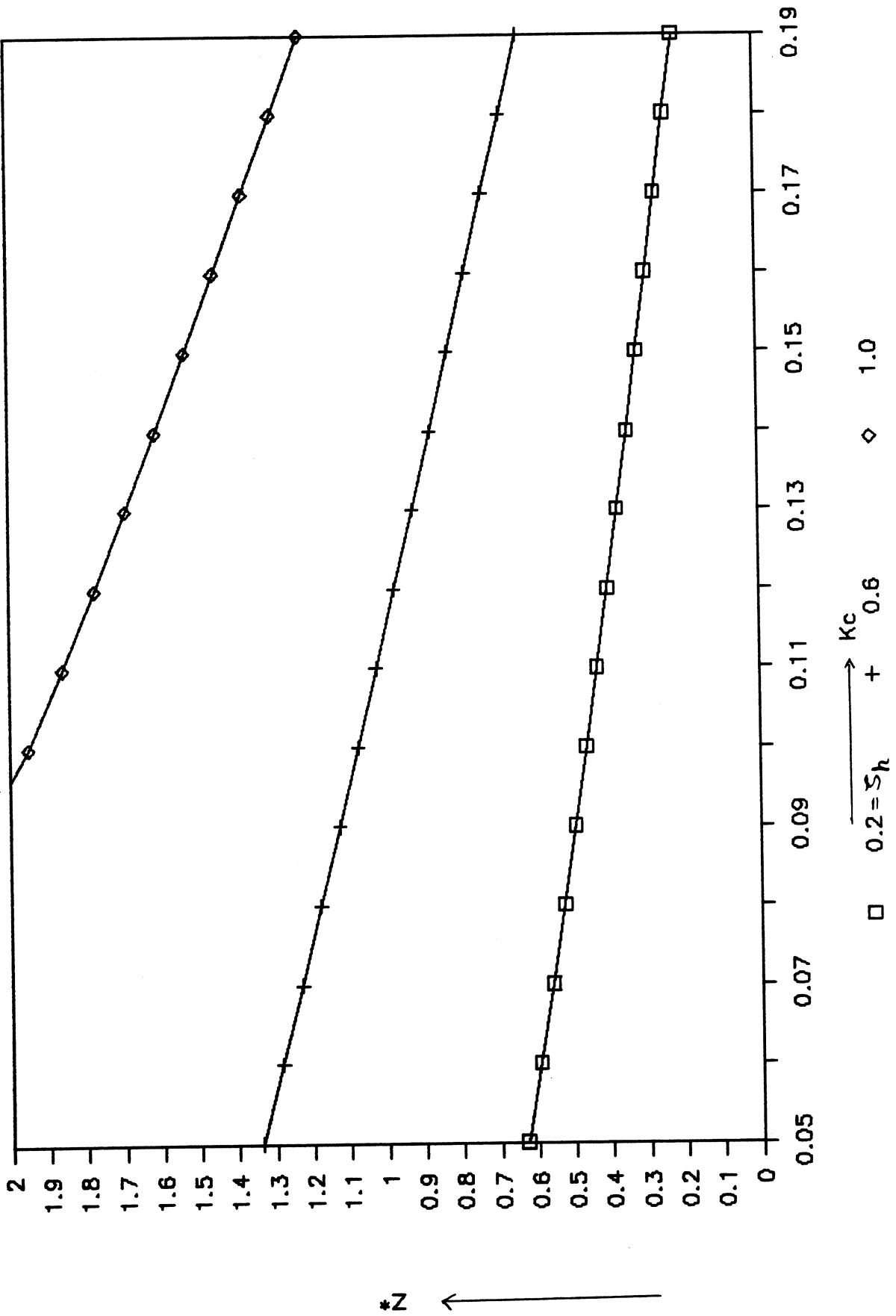


Bild 2.40 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 1.0$, $\text{cal } \phi = 30^\circ$, $\epsilon_\beta = 1.0$

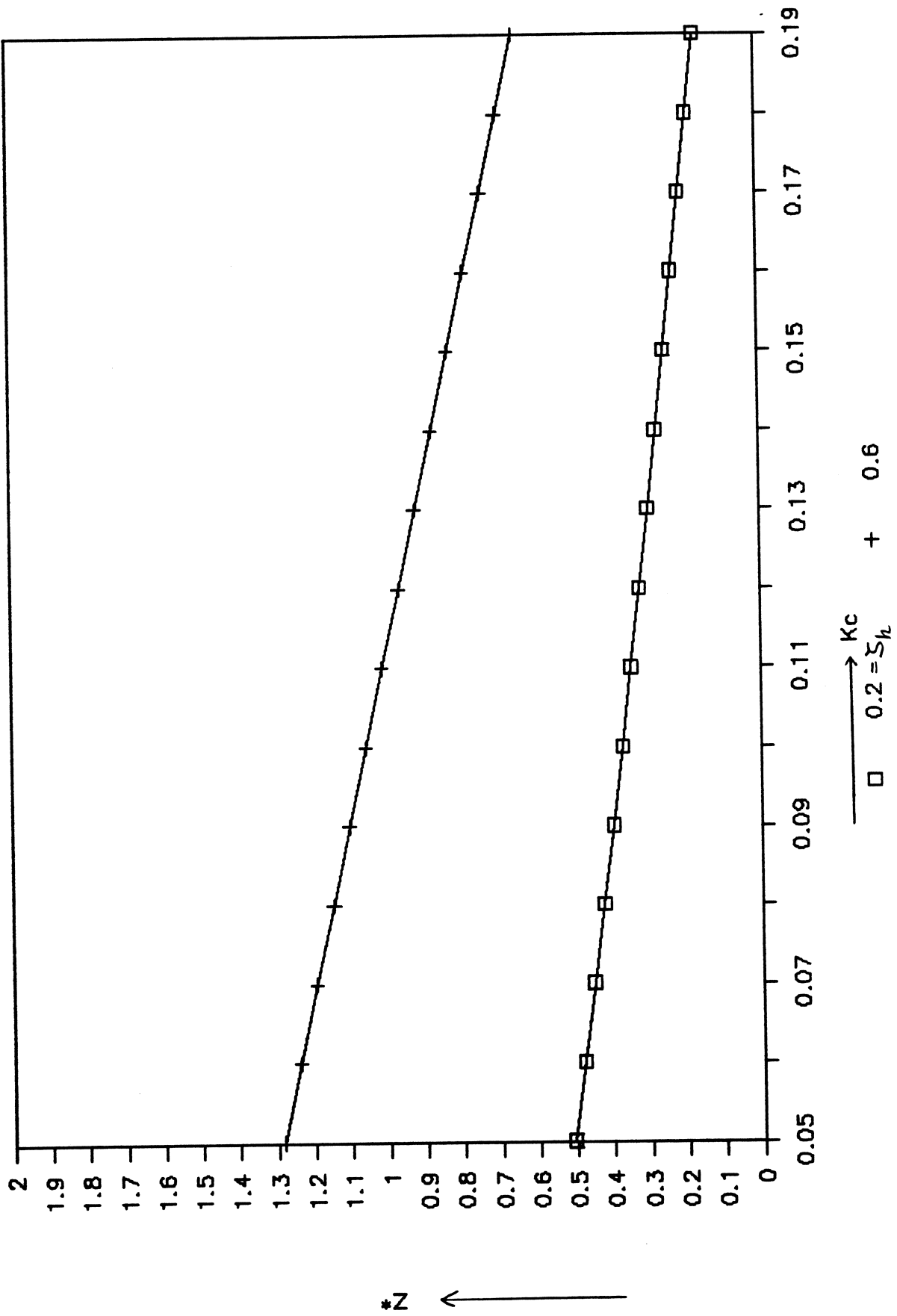


Bild 2.41 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 1.0$, $\text{cal } \phi = 40^\circ$, $\varepsilon_\beta = 1.0$

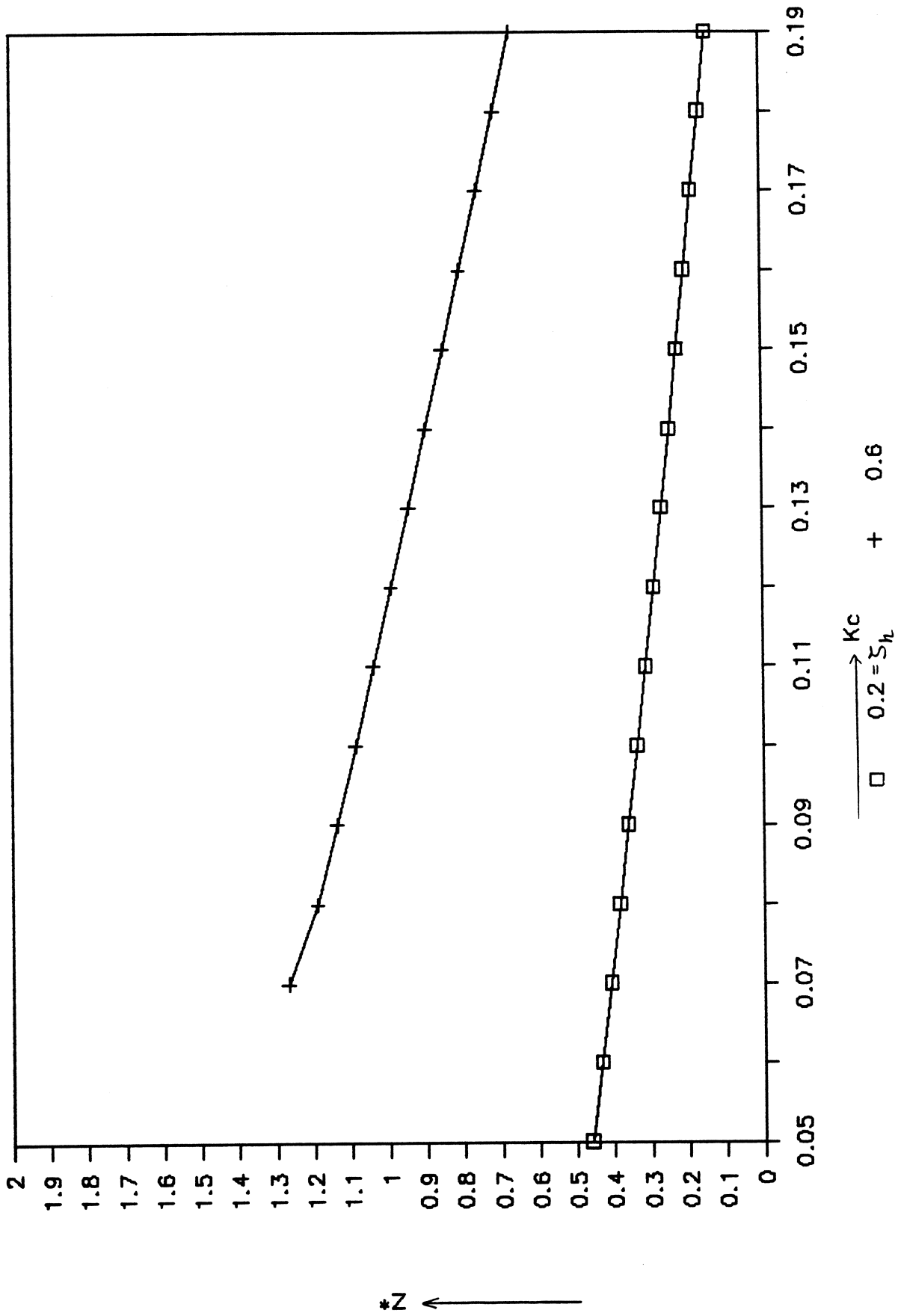


Bild 2.42 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 1.0$, $\text{cal } \phi = 45^\circ$, $\xi_\beta = 1.0$

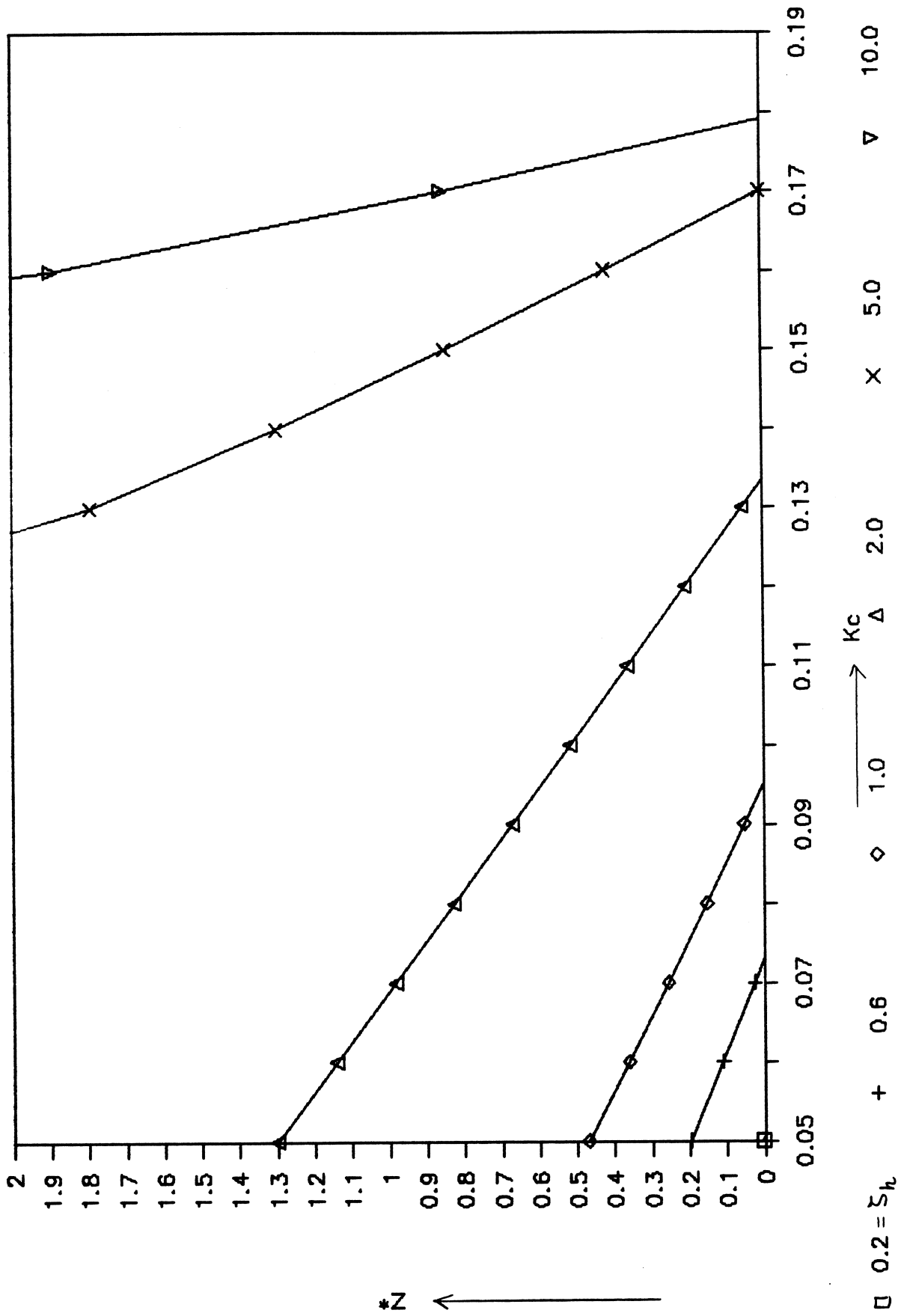


Bild 2.43 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0$, $\text{cal } \phi = 20^\circ$, $\epsilon_\beta = 1/3$

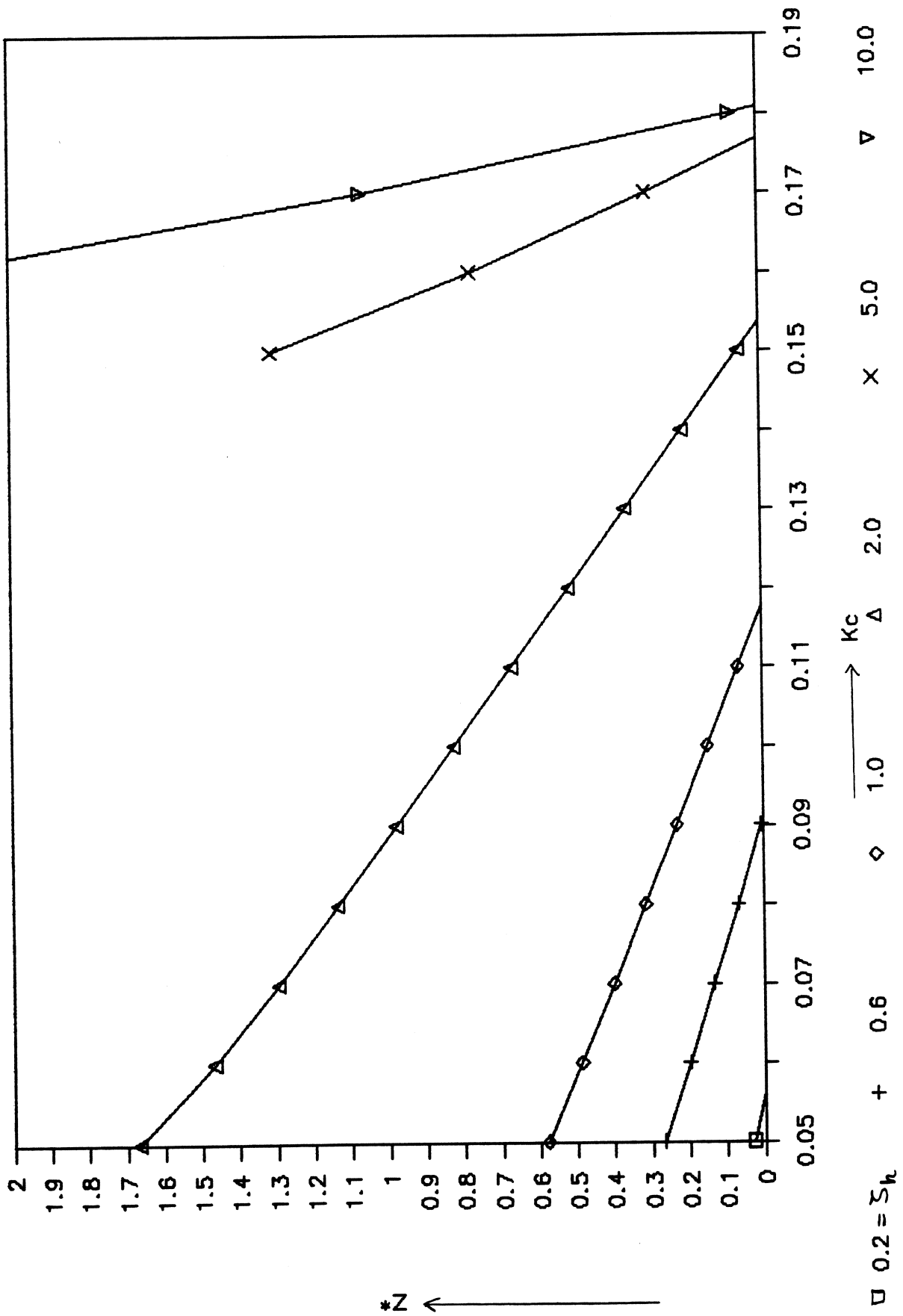


Bild 2.44 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0$, $\text{cal } \phi = 30^\circ$, $\epsilon_\beta = 1/3$

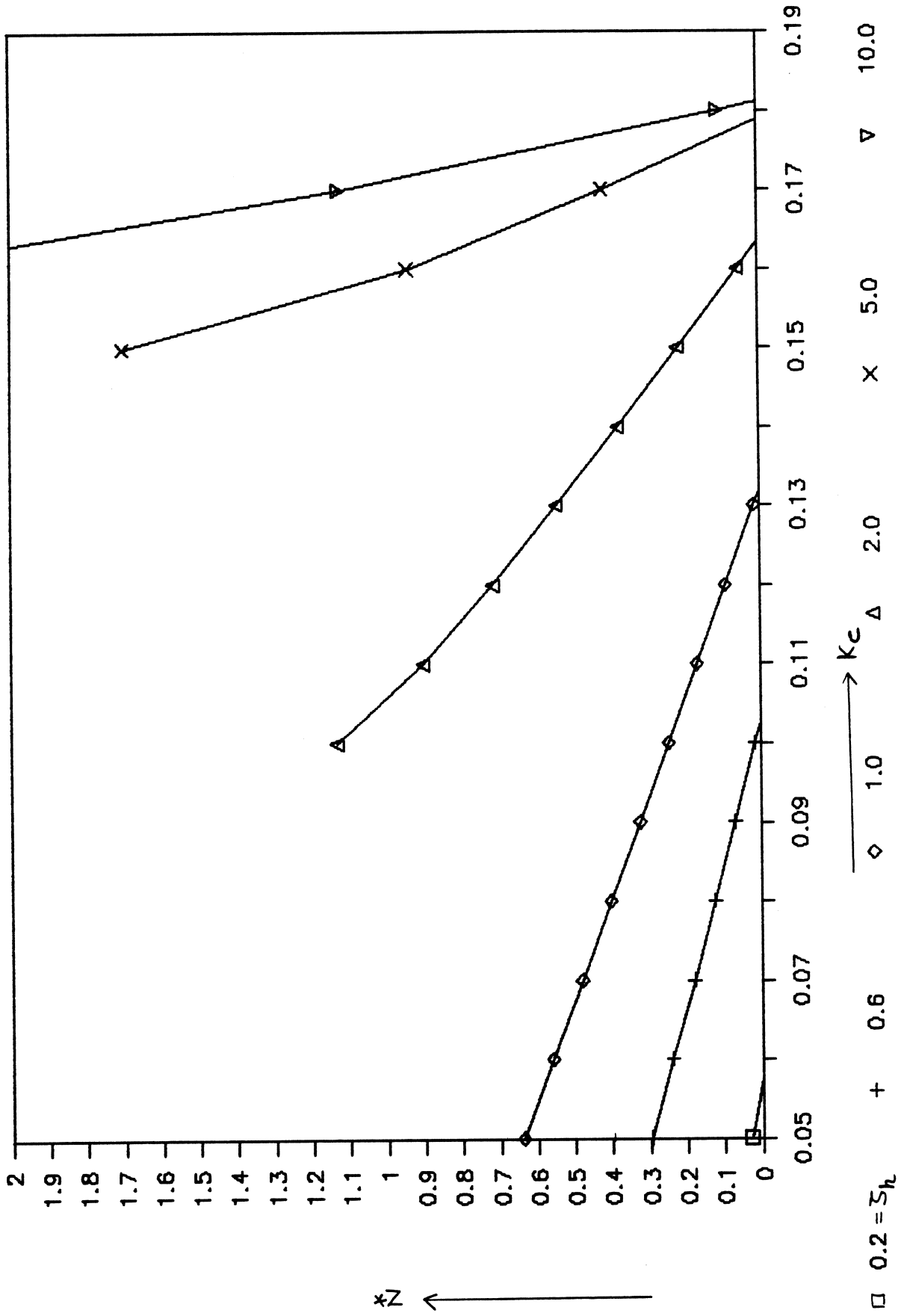


Bild 2.45 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0$, $\alpha = 40^\circ$, $\epsilon_\beta = 1/3$

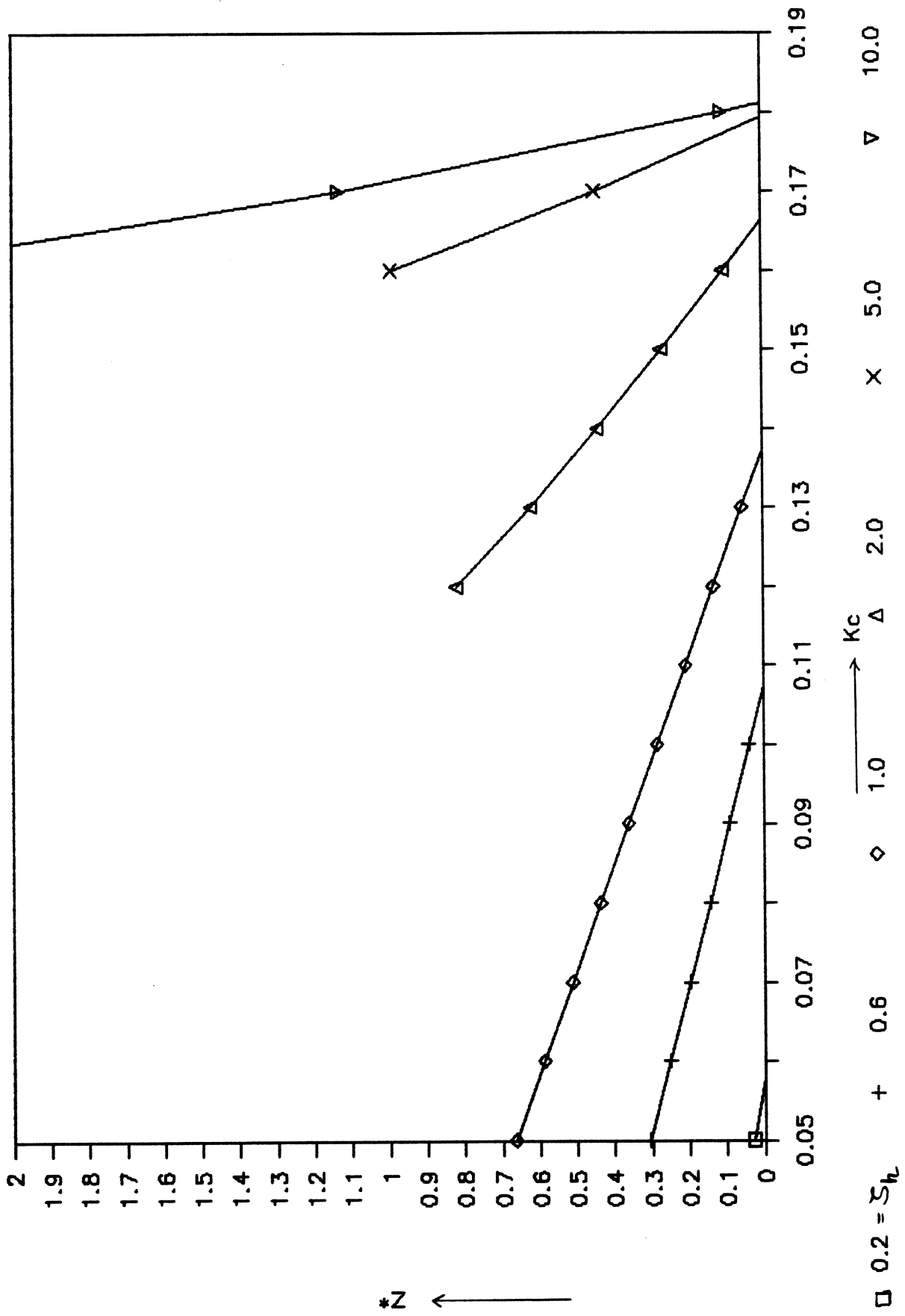


Bild 2.46 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0$, $\text{cal } \phi = 45^\circ$, $\xi_\beta = 1/3$

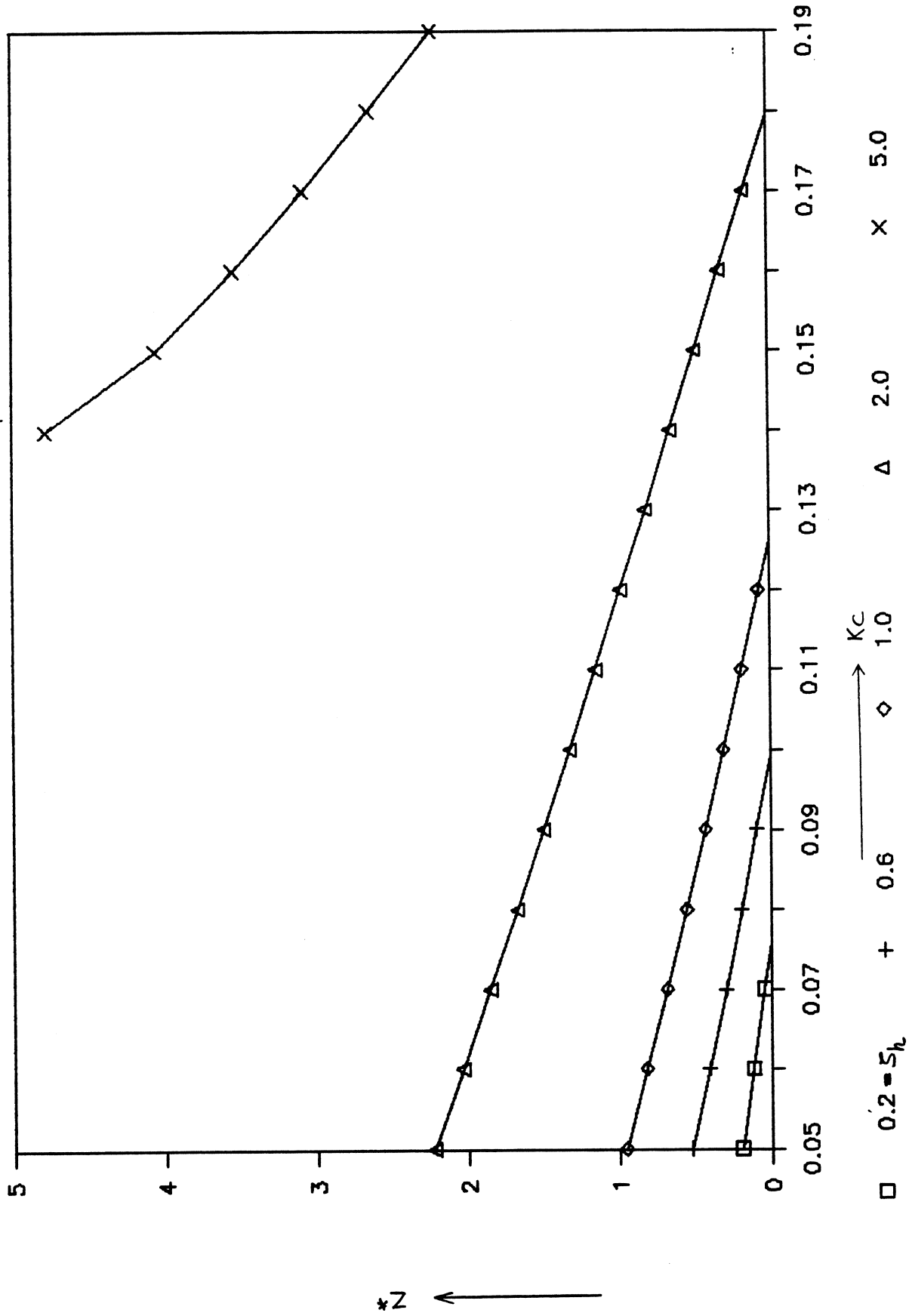


Bild 2.47 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0.5$, $\alpha = 20^\circ$, $\epsilon_\beta = 1/3$

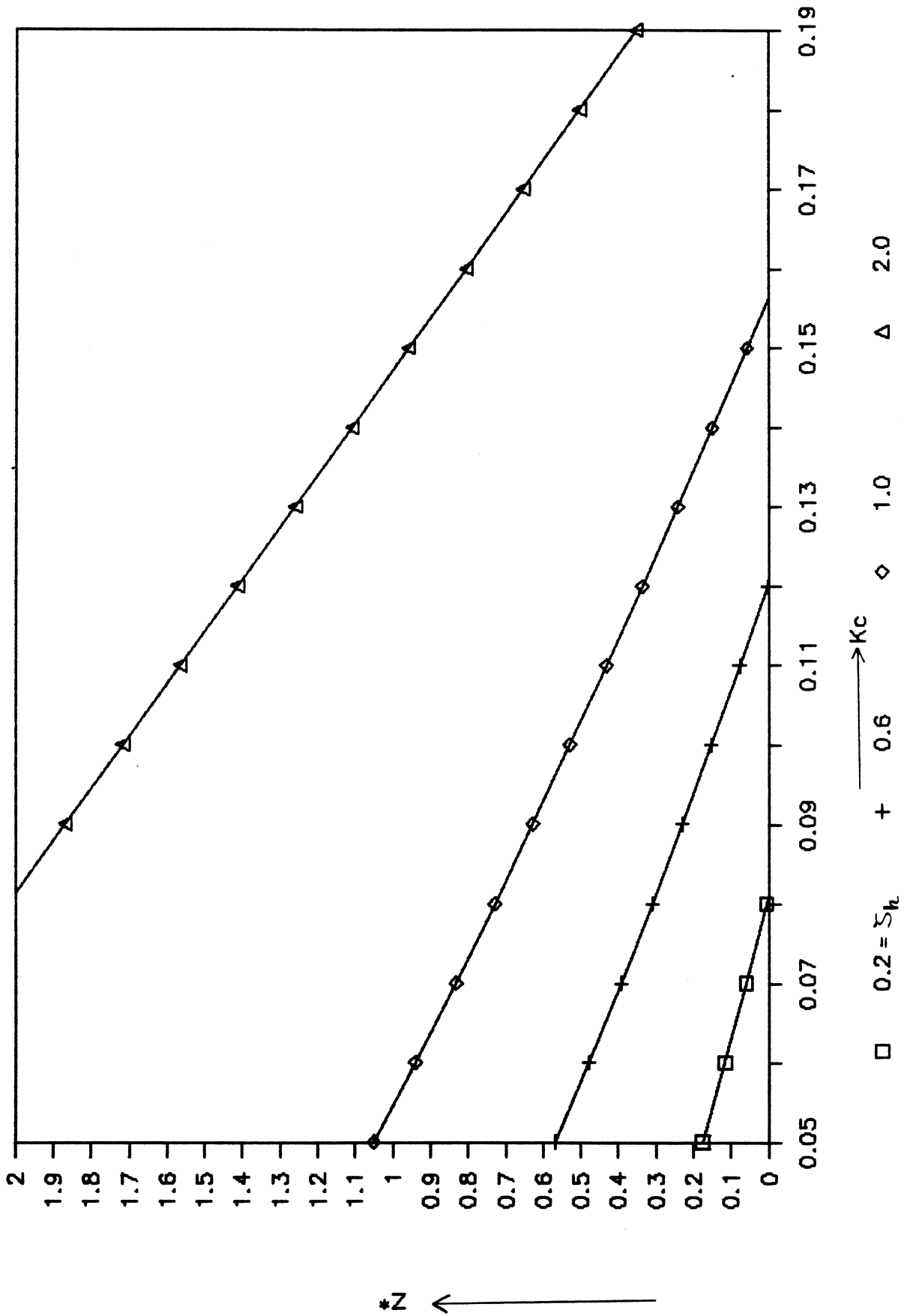


Bild 2.48 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0.5$, $\text{cal } \phi = 30^\circ$, $\xi_\beta = 1/3$

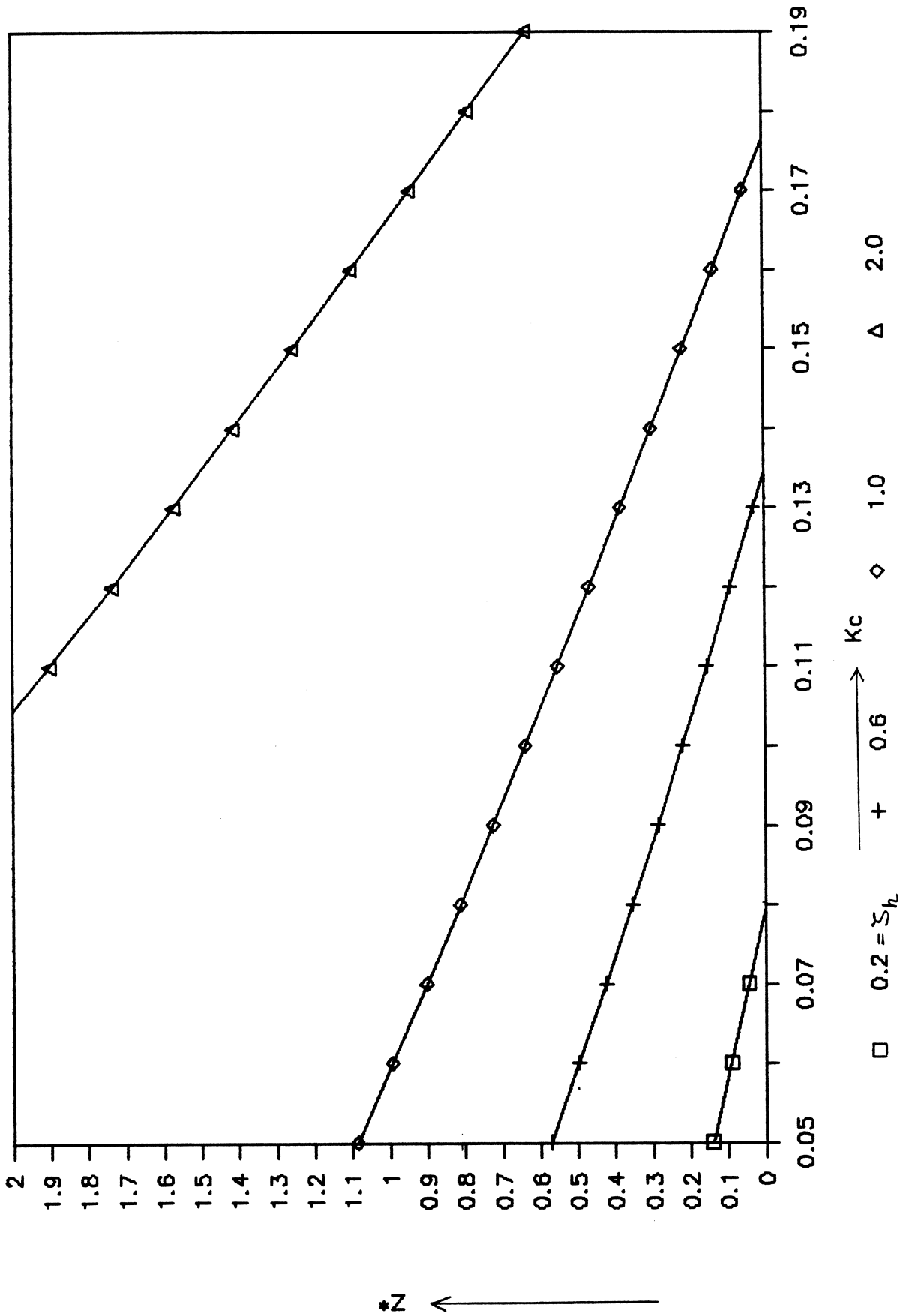


Bild 2.49 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0.5$, $\alpha = 40^\circ$, $\epsilon_\beta = 1/3$

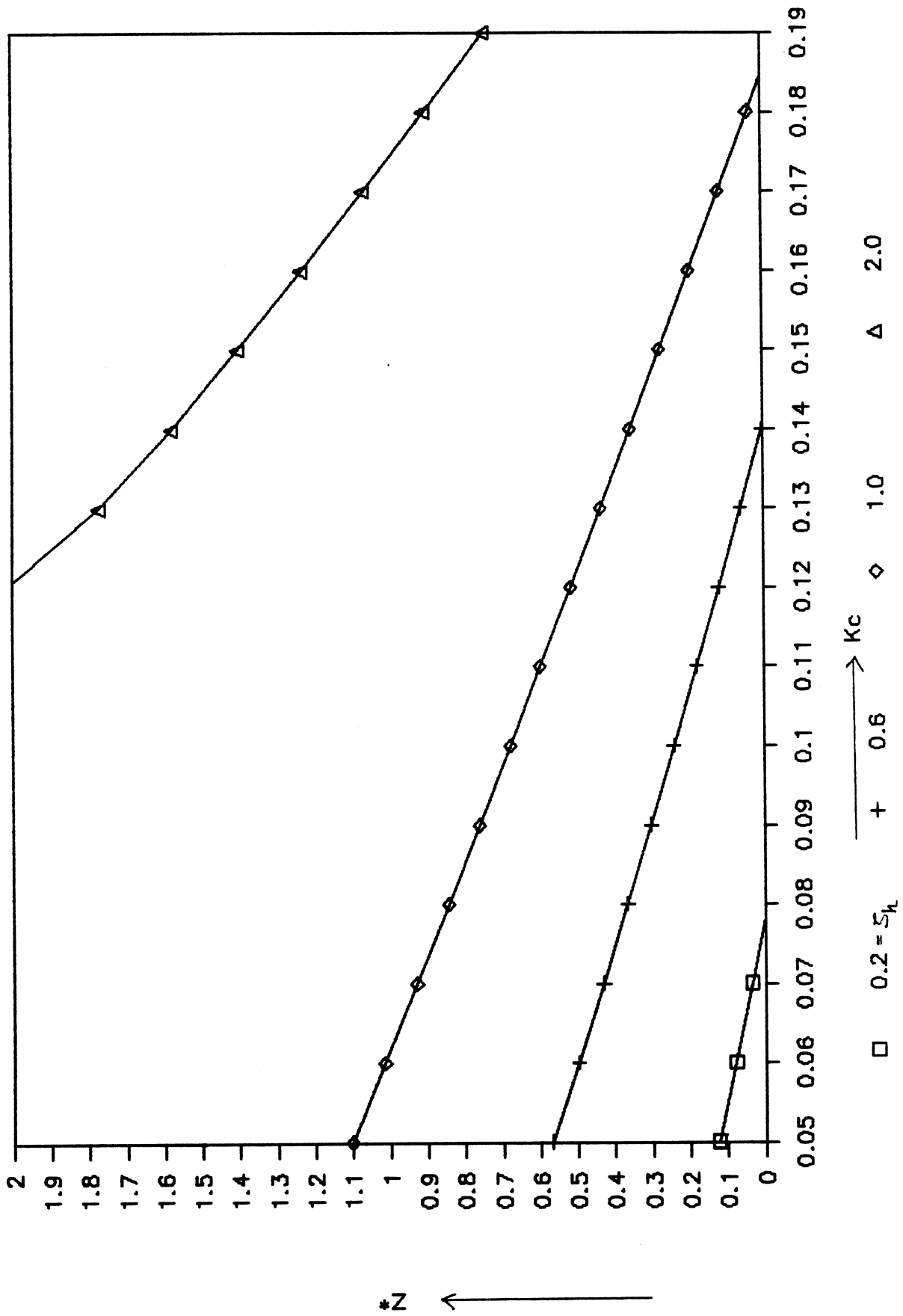


Bild 2.50 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 0.5$, $\alpha = 45^\circ$, $\epsilon_\beta = 1/3$

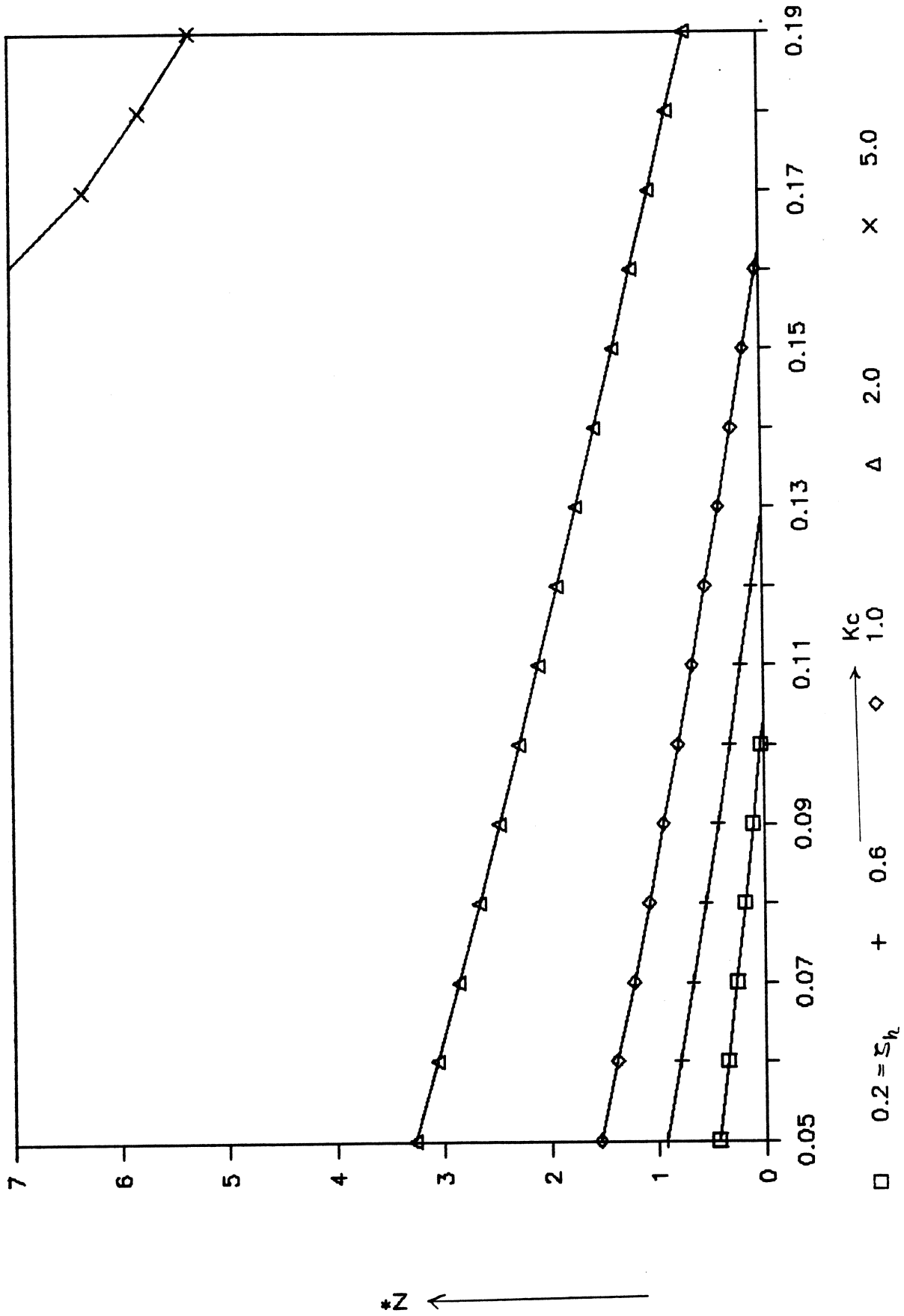


Bild 2.51 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 1.0$, $\text{cal } \phi = 20^\circ$, $\xi_\beta = 1/3$

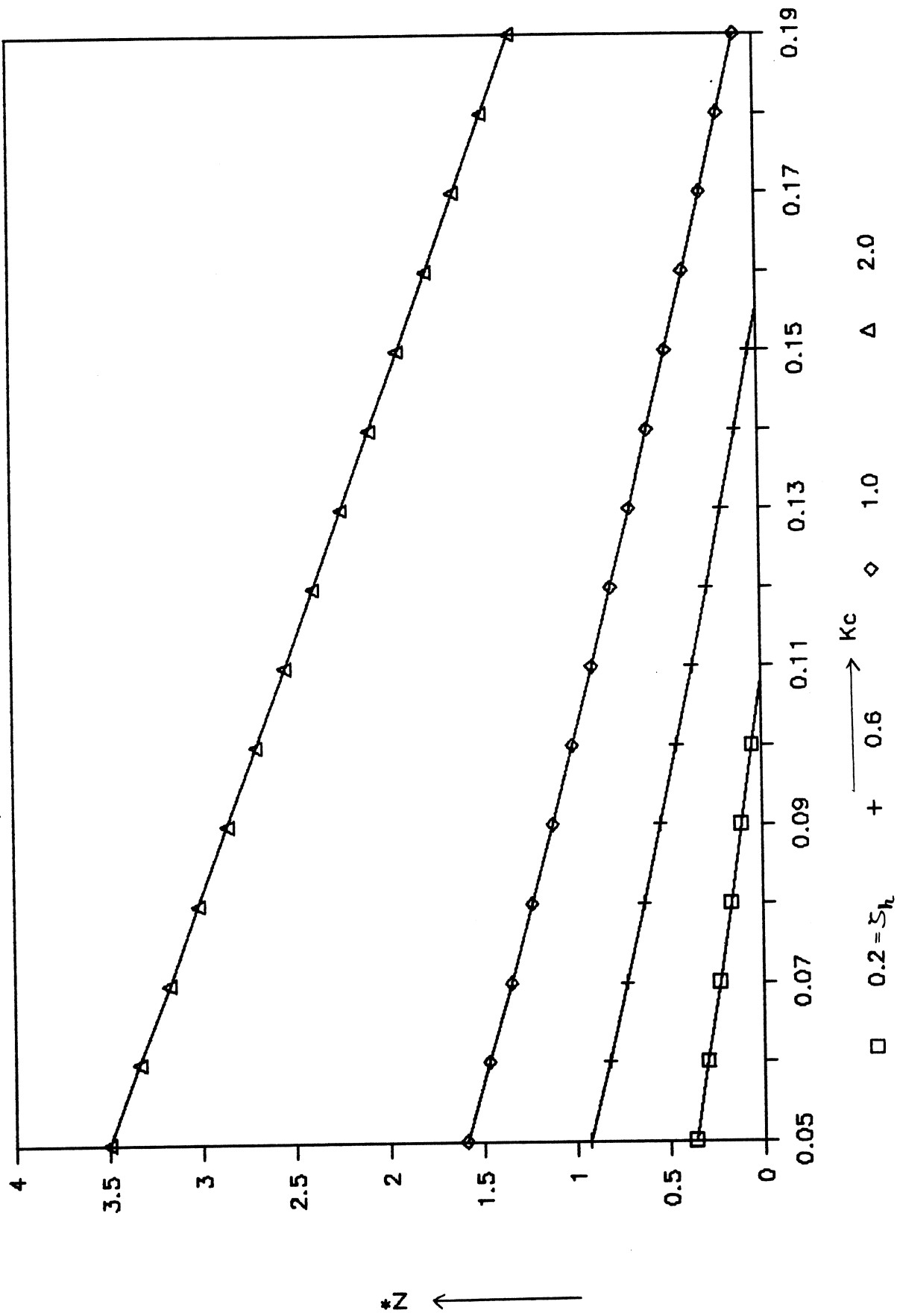


Bild 2.52 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 1.0$, $\text{cal } \phi = 30^\circ$, $\epsilon_\beta = 1/3$

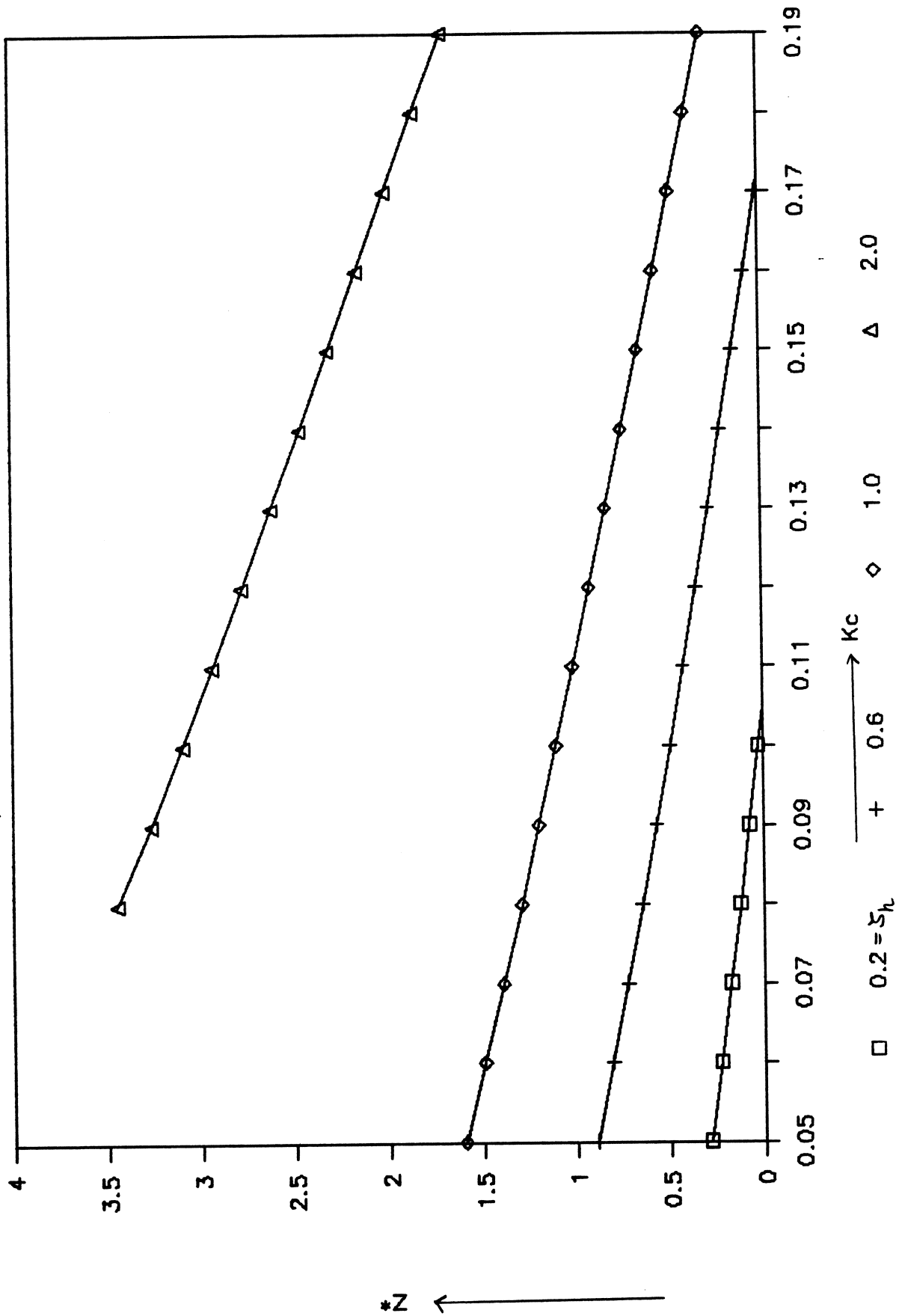


Bild 2.53 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 1.0$, $\text{cal } \Phi = 40^\circ$, $\epsilon_\beta = 1/3$

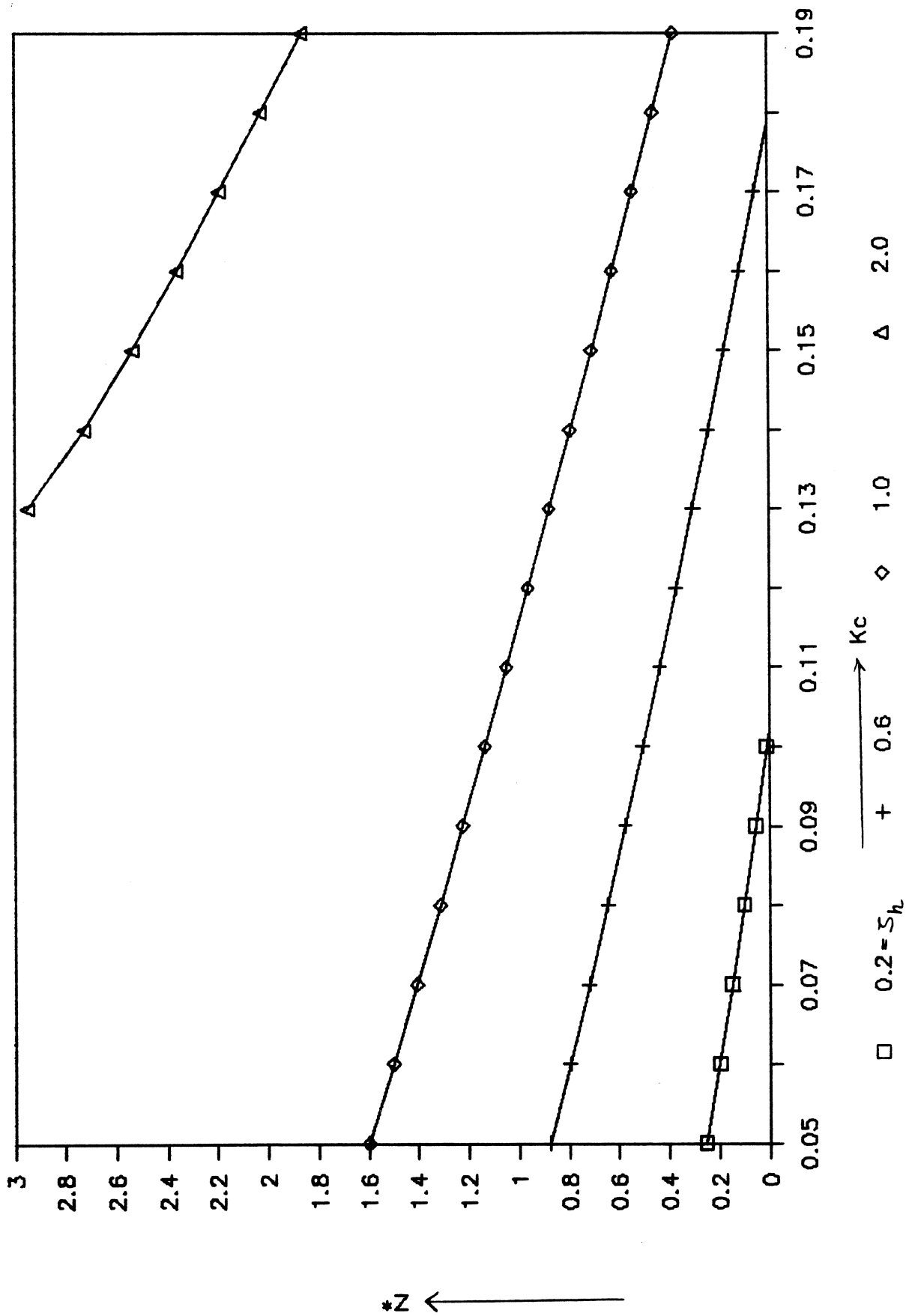


Bild 2.54 Zugkraftermittlung für Dämme auf weichem Untergrund
 $p^* = 1.0$, $\text{cal } \phi = 45^\circ$, $\epsilon_\beta = 1/3$

Nutzungsdauer des Bauwerkes	Tragfähigkeit des Untergrundes	undrainierte Kohäsion c_u	η_z
[Jahre]	[-]	[kN/m ²]	[-]
≤ 2	mindestens mittel	≥ 40	1.7
≤ 2	schlecht	< 40	2.0
> 2	mindestens mittel	≥ 40	2.0
> 2	schlecht	< 40	3.0

Tab. 2.40 Zusammenstellung der Partialsicherheitsfaktoren zum Nachweis der Zugkraft

Ausserdem ist der Nachweis zu erbringen, dass die Geotextildehnungen ϵ_z und die Kriechdehnungen ϵ_{kz} , infolge der Gebrauchslast Z , vorgegebene zulässige Werte nicht überschreiten. Die zulässigen Dehnungswerte sind in Tab. 2.41 zusammengestellt.

Bauwerksverformungen	ϵ_z [%]	ϵ_{kz} [%]
nur geringe Verformungen zulässig	3	3
Verformungen zulässig	3	3

Tab. 2.41 Zusammenstellung der unter Gebrauchslast Z zulässigen Dehnungen

Zusätzliche Funktionsnachweise

Die zusätzlichen Funktionsnachweise sind in Abschnitt 2.4.7.5 beschrieben. Die aus diesen Nachweisen ermittelten Geotextilanforderungen sind bei der Auswahl eines geeigneten Geotextiltyps ebenfalls zu berücksichtigen.

2.4.7.7 Ausführungshinweise

Folgende Hinweise sind zu beachten:

- Die Festigkeitseigenschaften von Geotextilien können in zueinander senkrechten Richtungen sehr unterschiedlich sein. Durch eine Ueberwachung des Einbaus muss daher sichergestellt werden, dass das Geotextil so verlegt wird, dass die verstärkte Geotextilrichtung senkrecht zur Dammachse orientiert ist.
- Stossausbildungen in Kraftrichtung (senkrecht zur Dammachse) sollten vermieden werden. Falls unvermeidbar, Stossanordnung in der Dammachse vorsehen. Für die Ueberlappungslänge (L_u ; vgl. Bild 2.55) ist der folgende Nachweis zu erbringen:

$$L_u \geq Z \cdot \eta_s / (\gamma h \operatorname{tg}(\operatorname{cal} \vartheta_{\text{GG}})) > 1.5 \text{ m}, \quad (2.50)$$

mit

$$\operatorname{cal} \vartheta_{\text{GG}} = \vartheta_{\text{GG}} / \eta_s, \quad (2.51)$$

$$\eta_s = 1.3.$$

Für den zwischen 2 Geotextilbahnen herrschende Reibungswinkel ϑ_{GG} sind die Herstellerangaben zu beachten. Meist ist $\vartheta_{\text{GG}} = 20^\circ$ bis 25° . Bei glatten Oberflächen kann dieser Wert jedoch auch wesentlich geringer sein.

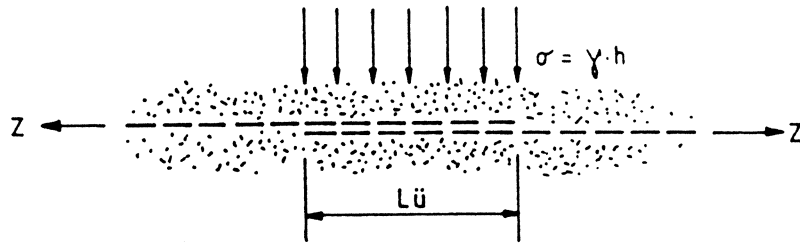


Bild 2.55 Ueberlappungslänge, falls Stossanordnung in Kraftrichtung

- Für senkrecht zur Kraftrichtung liegende Stösse sind die Angaben aus Abschnitt 2.1.6 zur Stossausbildung zu beachten.
- Vor Verlegen des Geotextils sollten grössere Unebenheiten der Aufstandsfläche und Steine beseitigt werden.
- Angaben zu den Ausführungshinweisen zum Trennen beachten (Abschnitt 2.4.6.7).

2.4.7.8 Anwendungsbeispiel

Für den in Bild 2.56 dargestellten Damm sollen die Geotextilanforderungen für die Funktion Bewehren/Dammbau ermittelt werden; d.h. die durch das Geotextil aufzunehmende Zugkraft Z ist zu berechnen.

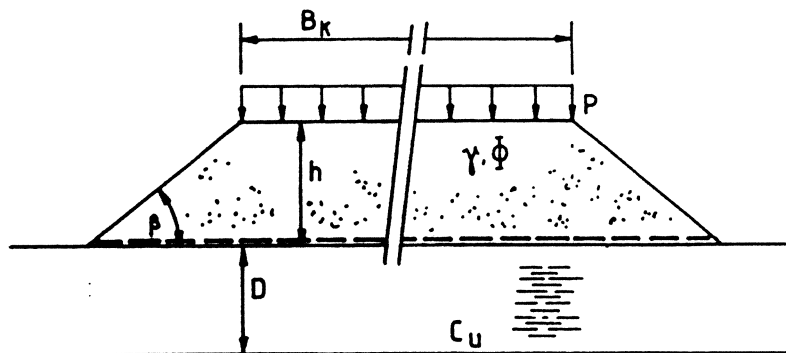


Bild 2.56 Querschnitt durch den Damm und den Dammuntergrund

Angaben

- Geometrie

$$h = 4 \text{ m}$$

$$B_K = 10 \text{ m}$$

$$\beta = 26^\circ \text{ (gewählt)}$$

$$D = 3 \text{ m (aus Sondierungen)}$$

- Material

$$\varnothing = 32^\circ$$

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u \approx 20 \text{ kN/m}^2 \text{ (mit Hilfe von Rammsondierungen und Tab. 2.35 ermittelt)}$$

- Lasten

$$p = 10 \text{ kN/m}^2 \text{ aus Verkehr}$$

Partialsicherheiten und Sicherheiten

$$\text{Aus Tab. 2.38: } - \eta_\sigma = 2.0 \text{ (Grundbruch)}$$

$$- \eta_\sigma = 1.3, \eta_\varnothing = 1.3 \text{ (Böschungsbruch)}$$

und aus Abschnitt 2.4.7.6 (Gl. 2.37):

$$\epsilon_\sigma = \beta / \varnothing = 26 / 42 = 0.62.$$

Massgebendes Versagen

Mit Hilfe von Gl. (2.39) und (2.40):

$$B_m = B_K + 2h/\operatorname{tg} \beta = 26.4 \text{ m}$$

$$\zeta = D/B_m = 3/26.4 = 0.11 < 0.663.$$

Aufgrund von Tab. 2.39 kann Grund- oder Böschungsbruch für das Versagen massgebend sein.

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Für $\zeta = 0.11$ ermittelt man aus Bild E2.30:

$$\operatorname{erf} k_\sigma = 0.09.$$

Grundbruchnachweis mit Hilfe von Gl. (2.46):

$$(15/1.3)/(20.4 + 10) = 0.38 > \operatorname{erf} k_\sigma = 0.09;$$

d.h. kein Versagen infolge von Grundbruch.

Böschungsbruchnachweis und Ermittlung der Zugkraft

Nachweis erfolgt mit Hilfe der vorliegenden Diagramme und den folgenden Eingabegrössen:

$$k_\sigma = 15/(1.3 \cdot 20.4) = 0.144$$

$$\zeta_n = 3/4 = 0.75$$

$$p^* = 10/20.4 = 0.13$$

$$\operatorname{cal} \varnothing = 42/1.3 = 32^\circ$$

$$\epsilon_s = 26/42 = 0.62$$

Mit Hilfe der Bemessungsdiagramme erhält man somit:

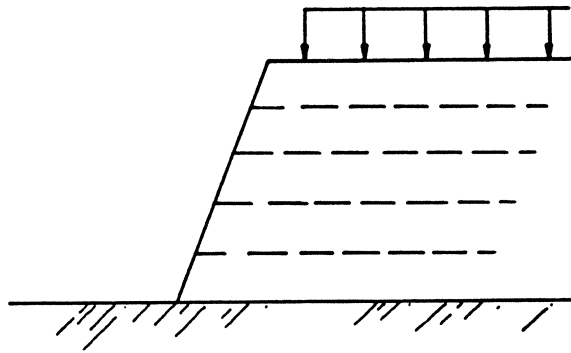
$$z^* = z / (\gamma h^2) = 0.273,$$

d.h.

$$z = 0.273 \cdot 20 \cdot 4^2 = 87 \text{ kN/m}^2$$

für die Zugkraft im Gebrauchszustand.

BEWEHREN / STÜTZBAUWERKE



2.4.8 Bewehren/Stützbauwerke

2.4.8.1 Zweck

Mit Hilfe von lagenweise horizontal verlegten Geotextilien können aus kohäsionslosem Boden dauerhafte übersteile Stützbauwerke errichtet werden (vgl. Bild 2.57). Die Stützbauwerke können auf der Luftseite durch eine Geotextilhaut (sog. Polsterwand) oder durch eine Wandverkleidung aus leichten Fertigbauteilen abgeschlossen sein.

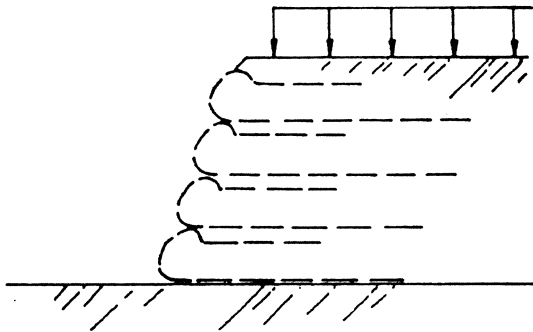


Bild 2.57 Polsterwand als Beispiel eines übersteilen Stützbauwerkes

Die vorliegende Empfehlung dient zum Nachweis der lokalen und globalen Standsicherheit von bewehrten Stützbauwerken. Beim lokalen Standsicherheitsnachweis muss der Nachweis erbracht werden, dass die Erddruckkräfte durch die Wand aufgenommen werden können. Beim globalen Standsicherheitsnachweis ist nachzuweisen, dass nicht das gesamte Bauwerk infolge zu kurzer Zugeinlagen oder infolge von Reißen oder Ueberdehnen der Zugeinlagen versagt. Für die Ausführung werden Konstruktionshinweise angegeben.

Damit die Entwässerung eines Stützbauwerkes sichergestellt ist, können weitere Funktionsnachweise (Filtern, Drainieren) zur Geotextilbemessung erforderlich sein.

2.4.8.2 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich der vorliegenden Empfehlung umfasst Stützbauwerke von untergeordneter Bedeutung. Die Merkmale derartiger Bauwerke sind wie folgt festgelegt.

- Bauwerkshöhe bis zu 5 m,
- Neigung der luftseitigen Bauwerksoberfläche zwischen 80° und 90° gegen die Horizontale,
- Hinterfüllung aus verdichtetem Sand oder Kies,
- ausreichend tragfähiger Untergrund, d.h. die Bodenkennwerte sollten mindestens die zu einem Boden mittlerer Tragfähigkeit gehörenden Grössenordnungen aufweisen (vgl. Tab. 2.42).

CBR [%]	C_u [kN/m ²]	¹⁾ M_E [MN/m ²]	ϕ [°]
≥ 7	≥ 230	≥ 18	$\geq 30^\circ$

1) aus Lastplattenversuch, Erstbelastung

Tab. 2.42 Bodenkennwerte eines Bodens mit mindestens mittlerer Tragfähigkeit

- Der Geltungsbereich ist auf Stützbauwerke mit verformbarer Wandverkleidung begrenzt. Als leicht verformbare Wandverkleidungen kommen umgeschlagene Geotextilbahnen (Polsterwand) oder auch leichte Fertigteilelemente in Frage (vgl. Bild 2.58). Eine Polsterwand kann zudem durch Spritzbeton oder mit Hilfe einer Pflanzendecke versiegelt sein.

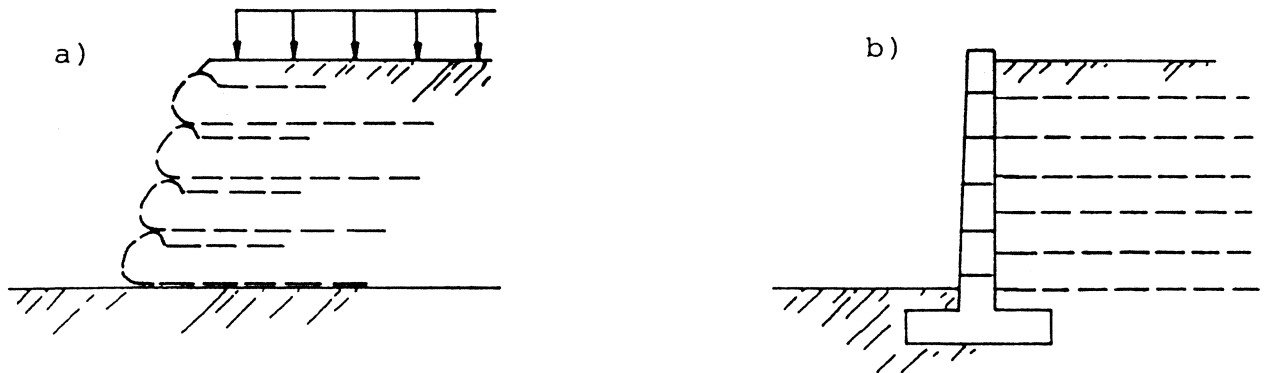


Bild 2.58 Flexible Wandverkleidungen:

- a) Umgeschlagene Geotextilbahnen
- b) Fertigteilelemente

Mit Geotextilien verstärkte Stützbauwerke können zur Sicherung von Hängen und Einschnitten eingesetzt werden. Ein weiteres Einsatzgebiet sind Dämme mit übersteilen Böschungen. Damit die vorliegende Empfehlung angewendet werden kann, muss die Kronenbreite von Dämmen mit übersteiler Böschung der folgenden Mindestanforderung genügen:

$$B_K \geq 2h/\operatorname{tg}(45^\circ + \varnothing/2), \quad (2.52)$$

h : Dammhöhe,

$\varnothing$: mittlerer Reibungswinkel des Dammschüttmaterials,

B_K : Kronenbreite des Dammes.

2.4.8.3 Begriffe, Definitionen und Randbedingungen

Die Begriffe, Definitionen und Randbedingungen werden mit Hilfe von Bild 2.59 erläutert.

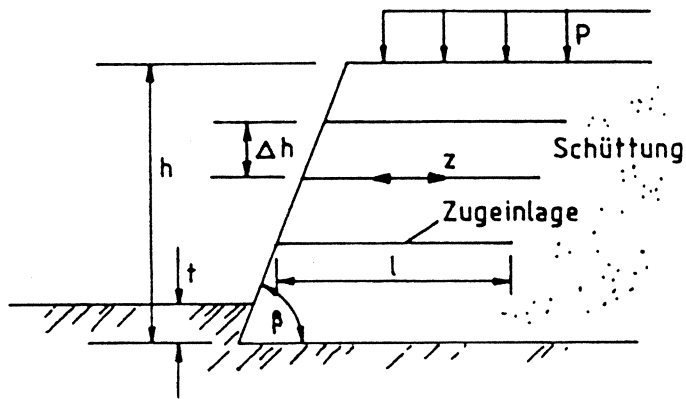


Bild 2.59 Erläuterung der verwendeten Begriffe

Begriffe

Schüttung: Bodenkörper des Stützbauwerkes aus kohäsionslosem Boden (Sand oder Kies),

Untergrund: Aufstandsfläche des Stützbauwerkes,

Zugschraube: Geotextilbewehrung des Stützbauwerkes; äquidistant verlegt,

Verkehrslast: grossflächige Ersatzlast für die tatsächlich vorkommenden Radlasten. Grosse vertikale- oder horizontale Einzellasten sind durch die Ersatzlast nicht abgedeckt. Für die letztgenannten Lastfälle sind daher gesonderte Nachweise erforderlich.

Definition geometrischer Grössen

- h : Höhe des Stützbauwerkes; gemessen von der Aufstandsfläche bis zur Oberkante

- β : Wandneigung,
- t : Einbindetiefe des Stützbauwerkes
- l : Länge einer Zugeinlage
- Δh : vertikaler Abstand zwischen den Zugeinlagen

Definition von Schnittkräften und Lasten

- Z : Zugkraft in einer Zugeinlage
- p : grossflächige Ersatzlast für auftretende Verkehrslasten

Definition von Materialkennwerten

- γ : mittlere Wichte des Schüttmaterials
- $\emptyset$: mittlerer Reibungswinkel des Schüttmaterials
- μ : mittlerer Reibungsbeiwert zwischen Zugeinlage und Schüttmaterial,
- r : Reissfestigkeit des Geotextils
- ϵ_z : elastische Dehnung des Geotextils infolge der Zugkraft Z
- $\epsilon_{\kappa z}$: Kriechdehnung des Geotextils infolge der Zugkraft Z

Definition von Partialsicherheitsfaktoren

Die Partialsicherheit für eine Grösse G ist wie folgt definiert:

$$\eta_G = G / \text{cal } G, \quad (2.53)$$

η_G : Partialsicherheitsfaktor

G: Mittelwert der Grösse G

cal G: Rechenwert der Grösse G. Für die Dimensionierung ist cal G anzusetzen.

Randbedingungen

Die Randbedingungen sind wie folgt festgelegt:

- grossflächige Auflast
- Wandneigung: $80^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$
- Untergrund mit mindestens mittlerer Tragfähigkeit;
vgl. Tab. 2.42 zu den Mindestwerten einiger Bodenkenngrössen.
- Keine Lasten infolge Wasser- und/oder Strömungsdruck,
- leicht verformbare Wandhaut,
- äquidistant angeordnete Zuginlagen.

2.4.8.4 Voruntersuchungen

Die Voruntersuchungen dienen zur Feststellung der im Gelände herrschenden Bedingungen:

- Beschaffenheit des Untergrundes,
- Wasserverhältnisse bei Geländeeinschnitten oder Böschungsanschnitten.

Eventuelle Gefährdungen der Beständigkeit von Geotextilien sind rechtzeitig abzuklären. Für eine Gefährdung können die folgenden Ursachen in Frage kommen:

- chemische und biologische Eigenschaften von Baugrund und Grundwasser,
- Kontakt mit Baustoffen (heisses Bitumen ,Frischbeton usw.),
- Ausfliessen von Oel, Benzin oder Chemikalien infolge von Unfällen bei der Befahrung des Stützbauwerkes.

Zudem müssen die mechanischen Eigenschaften des Schüttmaterials und die Verkehrslasten festgelegt werden.

Angaben zu den mit der Beständigkeit zusammenhängenden Fragestellungen sind in Abschnitt 2.1 enthalten. Die mechanischen Eigenschaften des Schüttmaterials können mit Hilfe einschlägiger Empfehlungen oder aufgrund von Erfahrungswerten festgelegt werden. Im folgenden wird daher lediglich auf die Voruntersuchungen zur Ermittlung der Beschaffenheit des Untergrundes und zur Festlegung der Verkehrslasten eingegangen.

Tragfähigkeit des Untergrundes

Als Feldversuche kommen CBR-Versuche (CBR-Werte) oder Lastplattenversuche (M_x -Werte) in Frage. Im Rahmen von Laboruntersuchungen kann auch die undrainierte Scherfestigkeit c_u oder der Reibungswinkel ϕ des Untergrundes ermittelt werden. Diese Bodenkenngrössen müssen die in Tab. 2.42 angegebenen Mindestwerte aufweisen. Die in Tab. 2.42 angegebenen Bodenkennwerte entsprechen einer mittleren Tragfähigkeit des Untergrundes.

Verkehrslast

Für europäischen Grosslastwagen (36 t Gesamtgewicht, 4 Achsen sowie 9 t Achslast) kann noch mit einer Ersatzlast von 10 kN/m^2 gerechnet werden. Allerdings ist durch bauliche Massnahmen sicherzustellen, dass die Kante des Stützbauwerkes nicht befahren werden kann.

Für grössere horizontale und/oder vertikale Einzellasten sind dagegen gesonderte Untersuchungen erforderlich.

2.4.8.5 Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise

Die massgebenden Geotextilfunktionen und die nachzuweisenden Geotextilkennwerte sind in Tab. 2.43 zusammengestellt.

nachzuweisende Geotextilfkt.	zugehörige Dimensionierungsgrößen	Bemerkung
Bewehren/ Stützbauwerke	$-Z$: Zugkraft im Geotextil $-\epsilon_z$: Geotextildehnung infolge Zugkraft Z $-\epsilon_{kz}$: Kriechdehnung im Geotextil infolge Zugkraft Z $-l$: Länge der Zugeinlagen $-\Delta h$: vertikaler Abstand der Zugeinlagen	Ermittlung der Dimensionierungsgrößen nach Abschnitt 2.4.8.6
Trennen/ Dammbau	vgl. Angaben in Tab. 2.31 in Abschnitt 2.4.6.5	Nachweis der Trennfunktion nach Abschnitt 2.4.6. Nachweis der Beanspruchung infolge Einbau kann massgebend werden.
Filtern	vgl. Angaben in Tab. 2.9 in Abschnitt 2.4.3.5	Nachweis der Filterfunktion nach Abschnitt 2.4.3 bei Polsterwänden
Drainieren/ Stützmauer	vgl. Angaben in Tab. 2.26, Abschnitt 2.4.5	Nachweis der Drainagefunktion nach Abschnitt 2.4.5.6.

Tab. 2.43 Zusammenstellung der massgebenden Dimensionierungsgrößen.

Die massgebenden mechanischen Geotextilanforderungen können sich aus der Funktion Bewehren/Stützbauwerke oder aus der Trennfunktion ergeben, wobei bei der Trennfunktion wohl nur die Anforderungen infolge Einbau eine Rolle spielen.

Zur Verhinderung einer zusätzlichen Wasserdruckbelastung und der Ausschwemmung von Feinanteilen wird für Polsterwände ein Nachweis der Filterfunktion empfohlen.

Der Nachweis der Drainfunktion ist nur dann erforderlich, wenn ein Grund- oder Hangwasserspiegel planmässig abgesenkt werden soll. Hierzu ist jedoch eine separate Drainage vorzusehen; d.h. zur Drainage sollten eigens dafür vorgesehene Geotextilien oder andere geeignete Drainagehilfsmittel eingesetzt werden.

Die Angaben zum Nachweis der Beständigkeit und den zum Verlegen erforderlichen mechanischen Grundanforderungen können Abschnitt 2.1 entnommen werden.

2.4.8.6 Dimensionierung für Bewehren/Stützbauwerke

Die vorliegende Empfehlung dient zur Dimensionierung von Stützbauwerken von untergeordneter Bedeutung. Die Hauptmerkmale derartiger Bauwerke sind in Abschnitt 2.4.8.2 angegeben.

Zur Dimensionierung kann wie folgt vorgegangen werden:

- Ermittlung der Eingabegrößen
- Abminderung der Mittelwerte von streuenden Größen durch Partialsicherheitsfaktoren
- Nachweis der Standsicherheit des Stützbauwerkes; hierbei Ermittlung der Zugkraft Z , der erforderlichen Länge l der Zuginlagen sowie der massgebenden Erddruckbelastung. Diese Erddruckbelastung ist für die Dimensionierung der Wandhaut zu verwenden.
- Nachweis eines gewählten Geotextiltyps mit den ermittelten Dimensionierungsgrößen.

- Zusätzliche Funktionsnachweise für Trennen, ev. Filtern und Drainieren/Stützbauwerke.

Der eben kurz beschriebene Dimensionierungsvorgang wird im folgenden im Detail erläutert.

Eingabegrößen

Die benötigten Eingabegrößen sind in Tab. 2.44 zusammengestellt und erläutert.

Für den Reibungsbeiwert wird die Annahme:

$$\mu = 0.4 \tan (\text{cal } \varnothing), \quad (2.54)$$

cal $\varnothing$: Rechenwert des Reibungswinkels für das Schüttmaterial

für die Bemessung verwendet (vgl. Lit. 3). Die Gl. (2.54) ist durch Messergebnisse bestätigt.

Bezeichnung	Bemerkung
h, t, β	Grössen zur Festlegung der Geometrie des Stützbauwerkes
Δh	Wahl des vertikalen Abstandes der Zuginlagen. Dieser Abstand soll nicht grösser als 0.5 m sein.
Untergrund	Nachweis, dass der Untergrund mindestens mittlere Tragfähigkeit aufweist; vgl. Abschnitt 2.4.8.4
γ, ϕ	Mittelwert für die Wichte und den Reibungswinkel des Schüttmaterials
μ	Reibungsbeiwert zwischen Zuginlage und Schüttmaterial; vgl. hierzu Angaben unten im Text
P	grossflächige Ersatzauflast für Verkehrslasten; vgl. Angaben in Abschnitt 2.4.8.4.

Tab. 2.44 Zusammenstellung der Eingabegrössen

Partialsicherheiten

Der Reibungswinkel des Schüttmaterials, der Reibungsbeiwert zwischen einer Zugeinlage und dem Schüttmaterial sowie die Last p sind streuende Grössen. Für den Reibungsbeiwert μ ist in Gl. (2.54) bereits eine Partialsicherheit berücksichtigt. Es wird vorausgesetzt, dass in dem Wert für die Verkehrslast p schon eine angemessene Partialsicherheit enthalten sein soll. Für den Reibungswinkel des Schüttmaterials kann die Partialsicherheit $\eta_{\phi} = 1.15$ angenommen werden:

$$\text{cal } \phi = \phi / \eta_{\phi}, \quad (2.55)$$

cal ϕ : Rechenwert für den Reibungswinkel des Schüttmaterials.

ϕ : mittlerer Reibungswinkel des Schüttmaterials.

$\eta_{\phi} = 1.15$ (Partialsicherheitsfaktor).

Standssicherheitsnachweise

Aus dem Standssicherheitsnachweis für die übersteile Böschung wird die erforderliche Zugkraft sowie die erforderliche Länge der Zugeinlagen ermittelt. Der Standssicherheitsnachweis sowie die Ermittlung der Zugkraft und der Länge erfolgt mit Hilfe von Bild 2.60 (vgl. Lit. 3).

Das Bemessungsdiagramm Bild 2.60 wird wie folgt angewendet:
Für ein gegebenes Wertepaar von $\text{cal } \emptyset$ und

$$\xi = \Delta h/h \quad (2.56)$$

kann mit Hilfe von Bild 2.60 die erforderliche Länge und die erforderliche Zugkraft ermittelt werden:

$$\lambda = 1/h \quad (2.57)$$

$$Z^* = Z/(\gamma h^2) \quad (2.58)$$

und

$$\text{erf } l \geq \lambda h/100 \geq 1.5 \text{ m},$$

$$\text{erf } Z \geq Z^* \gamma h^2 + p k_{\Delta} \Delta h, \quad (2.59)$$

$$k_{\Delta} = \text{tg}^2 (45^\circ - \text{cal } \emptyset/2),$$

wobei in Gl. (2.59)₂ zusätzlich der Einfluss der Oberflächenlast auf die Zugkraft berücksichtigt wird. In Gl. (2.59)₁ ist die Mindestlänge von 1.5 m für die Zugeinlagen einzuhalten.

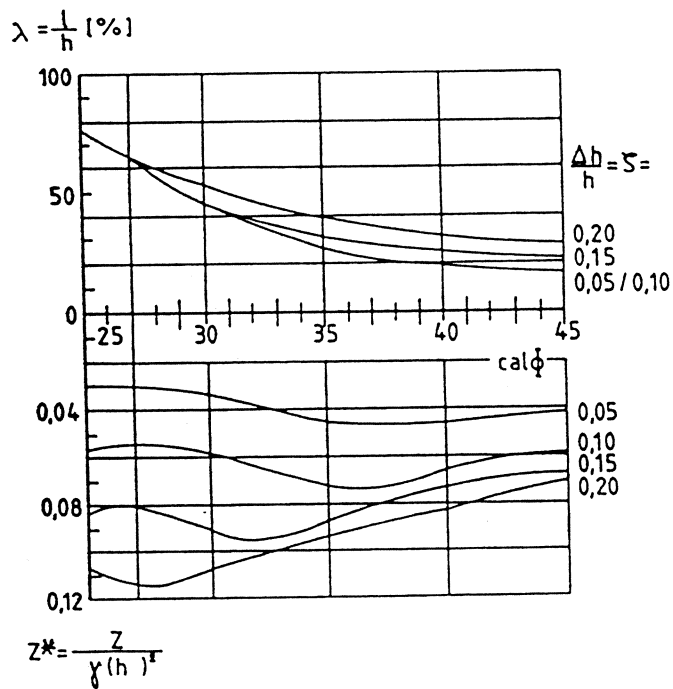


Bild 2.60 Bemessungsdiagramm für geotextilbewehrte Stützbauwerke [Lit. 3]: $p = 0$, $\beta = 90^\circ$,
 $\mu = 0.4 \text{ tg } (cal \phi)$

Für die Einbindetiefe t der Wand gelten die folgenden Mindestanforderungen:

$$t \geq 0.1 h \text{ bei horizontalem Gelände vor dem Wandfuss,}$$

und

$$t \geq 0.2 h \text{ bei abfallendem Gelände vor dem Wandfuss.}$$

In beiden Fällen muss t grösser als die örtlich anzunehmende Frosttiefe gewählt werden.

Erddruckansatz

Die in Bild 2.61 angegebene Erddruckverteilung kann für Bemessung von verformbaren Wandverkleidungen und Bewehrungsanschlüssen angesetzt werden (vgl. Lit. 3).

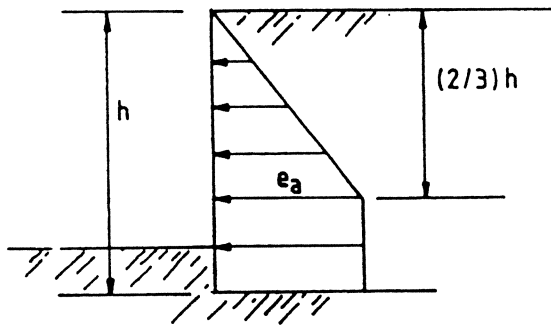


Bild 2.61 Erddruckansatz (vgl. Lit. 3)

Gemäss Bild 2.61 wird bis zur Tiefe von $(2/3)h$ der aktive Erddruck mit dem Erddruckbeiwert:

$$k_a = \tan^2 (45^\circ - \alpha/2) \quad (2.60)$$

angesetzt. Unterhalb dieser Tiefe kann eine konstante Erddruckverteilung angesetzt werden. Der Einfluss von Oberflächenlasten muss geeignet berücksichtigt werden.

Zugkraftnachweis

Für ein gewähltes Geotextil mit der Reisskraft r ist der Nachweis:

$$z \leq r/\eta_z \quad (2.61)$$

zu erbringen, wobei die Partialsicherheit η_z nach Tab. 2.45 festgelegt wird.

Nutzungsdauer	η_z
< 2 Jahre	3
≥ 2 Jahre	4

Tab. 2.45 Partialsicherheitsbeiwerte für den Zugkraftnachweis

Zudem ist für ein gewähltes Geotextil der Nachweis zu erbringen, dass die Dehnungen ϵ_z und die Kriechdehnungen ϵ_{kz} , infolge der Zugkraft Z , nicht grösser als 3% sind.

Zusätzliche Funktionsnachweise

Zusätzlich erforderliche Funktionsnachweise sind in Abschnitt 2.4.8.5 beschrieben. Die sich aus diesen Nachweisen ergebenden Geotextilanforderungen sind bei Auswahl eines geeigneten Geotextiltyps ebenfalls zu berücksichtigen.

2.4.8.7 Ausführungshinweise

Für die Ausführung sind die folgenden Hinweise zu beachten:

- Für die maximale Schichtdicke beim Einbau des Schüttmaterials ist die Verdichtbarkeit massgebend und nicht der gewählte Abstand Δh zwischen den Zugeinlagen.
- Die Hauptkraftrichtung des Geotextils muss senkrecht zur Wandflucht orientiert sein.
- Stösse in Hauptkraftrichtung sind nicht zulässig.
- Für senkrecht zur Hauptkraftrichtung angeordnete Stösse sind die in Abschnitt 2.1.6 angegebenen Mindestüberlappungslängen zu beachten.
- Bei Polsterwänden soll die sog. Umschlagslänge L_u (vgl. Bild 2.62) mindestens 1.2 m betragen. Die Umschläge sind jeweils in den Schichtmitten zu verwahren (Bild 2.62).
- Bei Polsterwänden sollte der Umschlag der obersten Lage die gleiche Länge wie die Zugeinlagen aufweisen

(vgl. Bild 2.62).

- Die oberste Geotextillage ist mindestens 0.15 m hoch zu überdecken.
- Zum Schutz der Zugeinlagen vor auslaufenden aggressiven Flüssigkeiten (Oel oder Benzin) kann eine chemisch beständige Membran erforderlich sein. Diese Membran soll oberhalb der obersten Zugeinlage angeordnet werden.
- Auf sachgerechte konstruktive Ausbildung von Entwässerungs- und Drainageeinrichtungen achten.
- Falls am Wandfuss eine Strasse verläuft, sollte die Wandhaut gegen Fahrzeugaufprall z.B. durch Leitplanken geschützt werden.

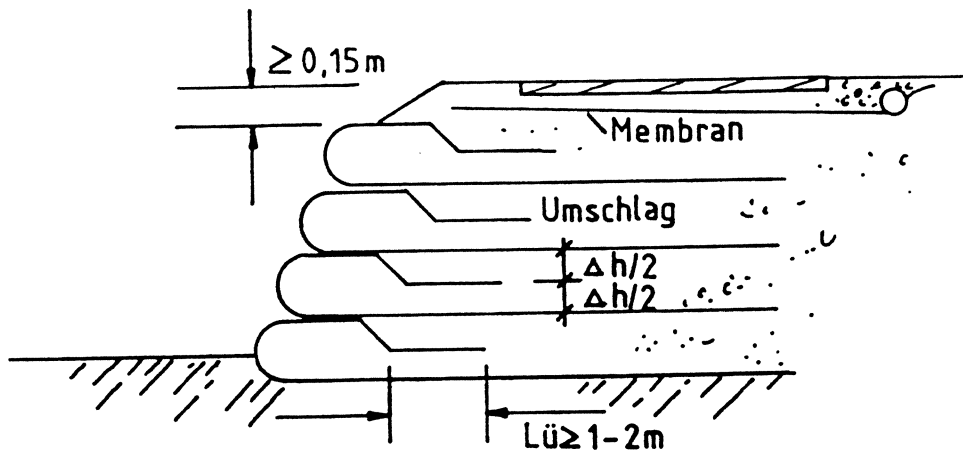


Bild 2.62 Ausführungshinweise

2.4.8.8 Anwendungsbeispiel

Für die in Bild 2.63 dargestellte Polsterwand sollen die erforderlichen Längen der Zugeinlagen sowie die Geotextilanforderungen für die Funktion Bewehren/Stützbauwerke ermittelt werden. Die Nutzungsdauer des Stützbauwerkes soll 1.5 Jahre betragen.

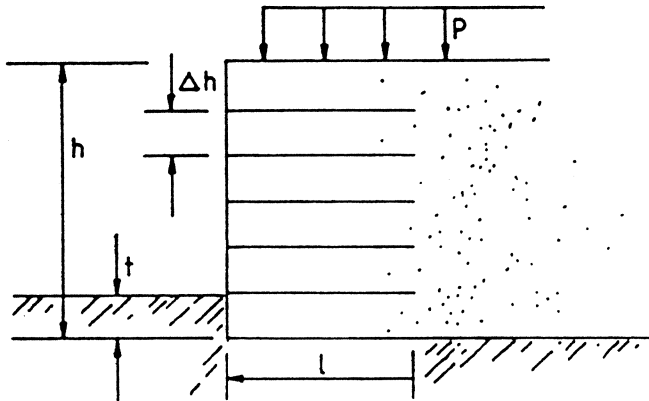


Bild 2.63 Querschnitt durch die Polsterwand

Folgende Angaben liegen vor:

- $\phi = 37^\circ$, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ (Mittelwerte für den Reibungswinkel und die Wichte des Schüttmaterials)
- $h = 5 \text{ m}$ (Wandhöhe)
- $p = 10 \text{ kN/m}^2$ (grossflächige Ersatzverkehrslast)
- für den Untergrund wurde eine mittlere Tragfähigkeit ermittelt

Stand sicherheitsnachweis, Zugkraft und Länge der Zugeinlagen

Der Abstand zwischen den Zugeinlagen wird zu $\Delta h = 0.4 \text{ m}$ gewählt. Mit den Eingabegrößen nach Gl. (2.55), (2.56):

$$\text{cal } \phi = 37^\circ / 1.15 = 32^\circ$$

$$\xi = 0.4/5 = 0.08$$

ermittelt man mit Hilfe von Bild 2.60:

$$\lambda = 42 \%$$

$$z^* = 0.06$$

und somit

$$\text{erf } l \geq 42 \cdot 5/100 = \underline{2.1\text{m}} > 1.5 \text{ m},$$

$$\begin{aligned} \text{erf } z &\geq 0.06 \cdot 19 \cdot 5^2 + 10 \cdot \text{tg}^2 (45^\circ - 32^\circ/2) \cdot 0.4 = \\ &= 29 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

für die erforderliche Länge und Zugkraft. Zum Nachweis der Reisskraft ist nach Tab. 2.45 eine um $\eta_z = 3$ erhöhte Zugkraft anzusetzen:

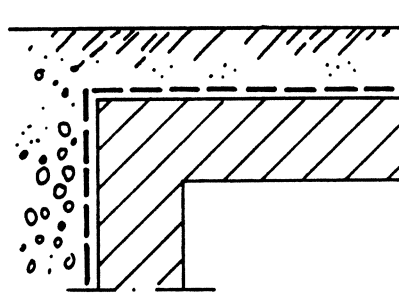
$$z = 3 \cdot 29 = \underline{\underline{87 \text{ kN/m}}}$$

Für die Einbindetiefe ist der Wert:

$$t = 0.1 \cdot h = 0.1 \cdot 5 = \underline{\underline{0.5 \text{ m}}}$$

einzuhalten. Für die untersuchte Polsterwand wird die Erd-druckverteilung nicht benötigt.

SCHÜTZEN



2.4.9 Oberflächenschutz

2.4.9.1 Zweck

Bei im Tagbau erstellten unterirdischen Bauwerken ist meist eine Oberflächenabdichtung mit Hilfe von Schutzanstrichen und/oder Kunststoffabdichtungsbahnen (sog. Geomembranen) erforderlich. Geotextilien dienen hierbei primär zum Schutz empfindlicher Dichtungselemente vor mechanischen Beschädigungen, in gewissen Fällen auch zusätzlich als Drainage.

In der vorliegenden Empfehlung werden die Mindestanforderungen an die mechanischen Geotextileigenschaften und die Beständigkeit für die Schutzfunktion angegeben. Soll der Geotextilschutz zusätzlich planmässig als Drainage eingesetzt werden, so ist die Drainagefunktion separat mit Hilfe einschlägiger Empfehlungen nachzuweisen. Für alle anderen Fälle sind die in der vorliegenden Empfehlung angegebenen Mindestanforderungen für die hydraulischen Geotextileigenschaften einzuhalten.

Bei der Schutzfunktion ist die chemische Verträglichkeit zwischen Geotextilschutz und Dichtungsmembran von besonderer Bedeutung und wird in der vorliegenden Empfehlung daher behandelt.

2.4.9.2 Geltungsbereich

Die vorliegende Empfehlung dient zum Nachweis der Oberflächenschutzfunktion von Geotextilien. Das Geotextil übernimmt dabei allein die Schutzfunktion. Für die Abdichtung soll eine zusätzliche Membran (Folie oder Anstrich) vorhanden sein. Als Anwendung wird der Oberflächenschutz von im Tagbau erstellten unterirdischen Bauwerken behandelt. Der Geltungsbereich umfasst demnach die im Strassenbau vorkommenden Anwendungen:

- im Tagbau erstellte Tunnel und Durchlässe,
- Stützbauwerke,
- Flügelmauern bei Brücken.

Zum Oberflächenschutz können auch Verbundwerkstoffe eingesetzt werden, die sowohl die Schutz- als auch die Dichtungsfunktion übernehmen. Derartige Verbundwerkstoffe fallen ebenfalls unter den Geltungsbereich der vorliegenden Empfehlung.

Anwendungen im Hochbau (z.B. Tiefgaragen) fallen nicht unter den Geltungsbereich, da hierbei meist noch weitergehende bauphysikalische Anforderungen einzuhalten sind.

Aus dem Geltungsbereich sind auch planmässige Drainagen ausgenommen. Die planmässige Drainfunktion muss mit Hilfe einschlägiger Empfehlungen gesondert nachgewiesen werden. In der vorliegenden Empfehlung werden Mindestanforderungen für die Drainfunktion angegeben, die bei einem genaueren Nachweis auch unterschritten werden dürfen. Die Drainagefunktion sollte bei Verockerungs- oder Versinterungsgefahr (Verstopfen der Drainage) immer gesondert nachgewiesen werden.

Weiterhin aus dem Geltungsbereich ausgenommen ist die Dimensionierung von zur Abdichtung und Drainage entwickelten Verbundwerkstoffen, die einen weichen und schaumigen Kern zur Drainage aufweisen. Für derartige Baustoffe sind die Herstellerangaben zur Sicherung der Schutzfunktion zu beachten.

Der Nachweis der erforderlichen Eigenschaften der Abdichtungsmaterialien (Anstriche, Kunststoffabdichtungsbahnen) wird nicht behandelt.

2.4.9.3 Begriffe, Definitionen und Randbedingungen

Zur Erläuterung dient Bild 2.64:

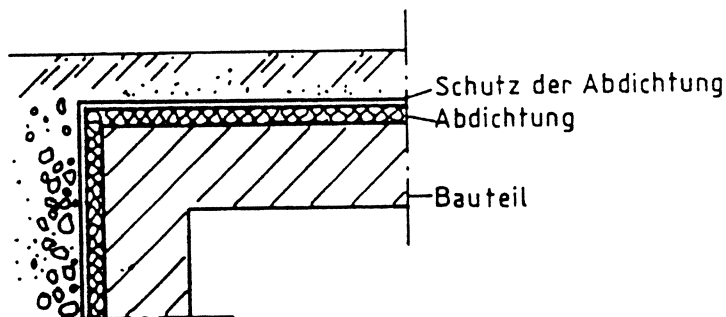


Bild 2.64 Erläuterung der Abdichtungsfunktion

Begriffe

Abdichtung: Schutzanstrich und/oder Kunststoffabdichtungsbahn als Oberflächendichtung eines mit Boden überdeckten Bauteiles.

Schutz der Abdichtung: Primär als Schutz der Abdichtung vor mechanischer Beschädigung und sekundär für untergeordnete Drainageaufgaben eingesetztes Geotextil.

Definitionen zu mechanischen Geotextileigenschaften

- r [kN/m]: Reißfestigkeit des Geotextils nach SN 640550
- ϵ_r [%]: Reißdehnung nach SN 640550
- O_a [mm]: Durchschlagwiderstand nach SN 640550

Definitionen zu hydraulischen Geotextileigenschaften

- Θ [m^2/s]: Transmissivität nach SN 640550

Randbedingungen

Es wird vorausgesetzt, dass die zu schützende Abdichtung ganz mit Boden überdeckt ist. Bei den Angaben der mechanischen Mindestanforderungen ist berücksichtigt, dass das Verfüllmaterial verdichtet wird und daher (zumindest zeitweise) ein erhöhter Verdichtungserddruck auftritt.

2.4.9.4 Voruntersuchungen

Im Rahmen von Voruntersuchungen sollten die folgenden Fragen abgeklärt werden:

Chemische Verträglichkeit von Geotextil und Abdichtung

Infolge chemischer Reaktionen zwischen Geotextil und Abdichtung (insbesondere bei Schutzanstrichen zur Abdichtung) können sich die mechanischen und hydraulischen Geotextileigenschaften verändern. Zur Vorabklärung sollten Herstellerangaben eingeholt werden.

Chemische Beschaffenheit von Boden- und Grundwasser

Diese Angaben werden primär zur Beurteilung der Beständigkeit des Dichtungsmaterials benötigt, sie können aber in extremeren Fällen auch Einflüsse auf die Wahl des Geotextils haben; vgl. Abschnitt 2.1.1. Insbesondere sind Angaben über den Kalkgehalt des Wassers zur Beurteilung der Versinterungsgefahr des Geotextilschutzes aufschlussreich. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Geotextilschutz auch zur Drainage eingesetzt werden soll.

Mechanische Beanspruchung des Geotextilschutzes

Hier spielt insbesondere der Verdichtungserddruck eine Rolle. Den Angaben zu den mechanischen Minimalanforderungen liegt ein Verdichtungserddruck von 200 kN/m² zugrunde. Wegen dieses hohen Verdichtungserddruckes sind meist keine zusätzlichen Abklärungen zur Erddruckbeanspruchung erforderlich.

2.4.9.5 Massgebende Geotextilfunktionen und Dimensionierungsnachweise

Die massgebenden Funktionen sowie die zugehörigen Dimensionierungsgrössen sind in Tab. 2.46 zusammengestellt.

nachzuweisende Geotextilfkt.	zugehörige Dimensionierungsgrössen	Bemerkung
Oberflächenschutz	-r: Reisskraft - ϵ_r : Reissdehnung - O_d : Durchschlagwiderstand - θ : Transmissivität - chemische, biologische Beständigkeit	Ermittlung der Dimensionierungsgrössen nach Abschnitt 2.4.9.6
Drainieren	vgl. Angaben in Abschnitt 2.4.4, Tab. 2.17	für planmässige Drainageaufgaben erfolgt Dimensionierung nach Abschnitt 2.4.4.6

Tab. 2.46 Zusammenstellung der massgebenden Dimensionierungsgrössen

Die Drainagefunktion ist nur dann separat nachzuweisen, wenn das Geotextil eine planmässige Drainageaufgabe übernehmen soll. In allen anderen Fällen gilt der Nachweis der Drainagefunktion als erbracht, wenn die hier angegebenen Mindestanforderung für die Transmissivität eingehalten werden (vgl. Abschnitt 2.4.9.6).

2.4.9.6 Dimensionierung für die Oberflächenschutzfunktion

Die vorliegende Empfehlung dient zur Dimensionierung des Oberflächenschutzes von im Tagbau erstellten und nachträglich eingeschütteten Bauwerken. Für die Dimensionierung sind die mechanischen und hydraulischen Geotextileigenschaften sowie die Beständigkeit massgebend.

Mechanische Anforderungen

Die mechanischen Mindestanforderungen sind in Tab. 2.47 zusammengestellt:

erforderliche mechanische Geotextileigenschaften		
Bezeichnung	Zeichen	Wert
Reisskraft	erf r [kN/m]	>7
Reissdehnung	erf ϵ_r [%]	>20
Durchschlagwiderstand	zu O_a [mm]	<20

Tab. 2.47 Mechanische Mindestanforderungen

Mit den Kennwerten eines ausgewählten Geotextiltyps sind demnach die folgenden Nachweise zu erbringen:

$$r \geq \text{erf}r,$$

$$\epsilon_r \geq \text{erf}\epsilon_r, \quad (2.62)$$

$$O_a \leq \text{zul}O_a$$

Hydraulische Anforderungen

Sofern die Drainagefunktion nicht gesondert nachgewiesen wird, ist für die Transmissivität eines gewählten Geotextiltyps der Nachweis:

$$\theta \geq 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}, \sigma = 200 \text{ kN/m}^2 \quad (2.63)$$

zu erbringen, wobei die Transmissivität bei einer Normalspannung von 200 kN/m² für den Nachweis massgebend ist. Falls die Drainagefunktion gesondert nachgewiesen wird, kann der in Gl. (2.63) vorgeschriebene Wert von 10⁻⁴ m²/s auch unterschritten werden.

Anforderungen an die Beständigkeit

Die Anforderungen an die Beständigkeit sind für eine Funktionsdauer von mehr als 10 Jahren ausgelegt:

- UV-Beständigkeit

Der Festigkeitsabfall sollte geringer als 5% sein.

- Chemische Beständigkeit

Der Festigkeitsabfall sollte geringer als 20% sein.

Insbesondere sind die Möglichkeiten und Auswirkungen von chemischen Reaktionen zwischen Dichtung und Oberflächenschutz zu überprüfen ("Weichmacher-Wanderungen")

- Biologische Beständigkeit

Der Festigkeitsabfall sollte geringer als 5% sein.

- Sonstige Anforderungen an die Beständigkeit
Ein für die Anwendung ausgewählter Geotextiltyp sollte der Brennbarkeitsklasse IV und der Qualmbildungsklasse 2 angehören.

2.4.9.7 Ausführungshinweise

Die Verlegefläche sollte keine scharfen Kanten aufweisen. Ansonsten sind die Hinweise aus Abschnitt 2.1 und 2.2 zu beachten.

2.4.9.8 Anwendungsbeispiel

Auf die Angabe eines Beispiels kann im vorliegenden Fall verzichtet werden. Zur Dimensionierung ist gemäss den Angaben in Abschnitt 2.4.9.6 vorzugehen.

Literatur zu Teil 2

- Lit. 1 Das Geotextil-Handbuch. SVG Schweizerischer Verband der Geotextilfachleute, 1985.
- Lit. 2 Zeitschrift Strasse und Verkehr. "Prüfvorschriften zur Eignungsprüfung der Geotextilien". 11/1983.
- Lit. 3 Gudehus, G. und Schwing, E.: Standsicherheit kunststoffbewehrter Erdbauwerke an Geländesprüngen. Baugrundtagung, Nürnberg, 1986.

Anhang 1

Tabellen zur Bemessung
der Zugeinlagen bei Dämmen
auf weichem Untergrund

ANWENDUNG DER TABELLEN

Zu gegebenen Eingabeparametern (vgl Abschnitt 2.4.7.6 der Empfehlungen):

$$p^* = p/(\gamma \cdot h)$$

$$\epsilon_s = \beta/\phi$$

$$\text{cal } \phi = \phi/n_s$$

$$S_h = D/h$$

$$K_s = \text{cal } c_u/\gamma h$$

$$\text{cal } c_u = c_u/\eta_s$$

kann den Tabellen die erforderliche dimensionslose Zugkraft

$$z^* = z/(\gamma h^2)$$

entnommen werden. Sofern in den Tabellen keine Werte für z^* angegeben sind, ist für die Dammstandsicherheit keine Zugeinlage erforderlich ($z^* \leq 0$).

UEBERSICHT ÜBER DIE TABELLEN

Die Tabellen liegen für die Wertbereiche

$$0.1 \leq T_h \leq 10$$

$$0.05 \leq K_o \leq 0.19$$

sowie für die folgenden Werte von p^* , ϵ_s und $\text{cal } \phi$ vor:

$$p^* = 0.0$$

ϵ_s	$\text{cal } \phi$	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.8 A 1.9
0.70 0.70	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.9 A 1.10
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.11 A 1.12
0.90 0.90	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.12 A 1.13
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.14 A 1.15

$p^* = 0.1$

ϵ_s	cal Φ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.15 A 1.16
0.70 0.70	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.17 A 1.18
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.18 A 1.19
0.90 0.90	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.20 A 1.21
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.21 A 1.22

$p^* = 0.2$

ϵ_s	cal Φ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.23 A 1.24
0.70 0.70	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.24 A 1.25
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.26 A 1.27
0.90 0.90	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.27 A 1.28
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.29 A 1.30

$p^* = 0.3$

ϵ_s	cal Φ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.30 A 1.31
0.70 0.70	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.32 A 1.33
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.33 A 1.34
0.90 0.90	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.35 A 1.36
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.36 A 1.37

$p^* = 0.4$

ϵ_s	cal Φ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.38 A 1.39
0.70 0.70	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.39 A 1.40
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.41 A 1.42
0.90 0.90	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.42 A 1.43
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.44 A 1.45

$p^* = 0.5$

ϵ_s	cal ϕ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.45 A 1.46
0.70 0.70	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.47 A 1.48
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.48 A 1.49
0.90 0.90	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.50 A 1.51
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.51 A 1.52

$p^* = 0.6$

ϵ_s	cal ϕ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.53 A 1.54
0.70 0.70	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.54 A 1.55
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.56 A 1.57
0.90 0.90	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.57 A 1.58
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.59 A 1.60

$p^* = 0.7$

ϵ_s	cal ϕ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.60 A 1.61
0.70 0.70	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.62 A 1.63
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.63 A 1.64
0.90 0.90	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.65 A 1.66
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.66 A 1.67

$p^* = 0.8$

ϵ_s	cal ϕ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.68 A 1.69
0.70 0.70	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.69 A 1.70
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.71 A 1.72
0.90 0.90	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.72 A 1.73
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.74 A 1.75

$p^* = 0.9$

ϵ_s	cal ϕ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.75 A 1.76
0.70 0.70	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.77 A 1.78
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.78 A 1.79
0.90 0.90	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.80 A 1.81
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.81 A 1.82

$p^* = 1.0$

ϵ_s	cal ϕ	siehe
0.67 0.67	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.83 A 1.84
0.70 0.70	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.84 A 1.85
0.80 0.80	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.86 A 1.87
0.90 0.90	15°, 19° 23°, 27°, 30°, 35°	A 1.87 A 1.88
1.00 1.00	15°, 19°, 23°, 27° 30°, 35°	A 1.89 A 1.90

[illegible]

p° = 0.0 tθ = 0.70 calθ = 27°												
kc	Zeta :: D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.133	0.191	0.338	0.612								
0.060	0.153	0.164	0.301	0.559								
0.070	0.093	0.138	0.265	0.506								
0.080	0.075	0.113	0.229	0.453	0.779							
0.090	0.057	0.089	0.194	0.400	0.676							
0.100	0.040	0.065	0.160	0.347	0.588							
0.110	0.033	0.043	0.126	0.294	0.505							
0.120	0.006	0.020	0.092	0.241	0.424	0.765						
0.130		0.059	0.188	0.345	0.600							
0.135		0.042	0.162	0.305	0.531							
0.140		0.026	0.135	0.266	0.466	0.875						
0.145		0.009	0.109	0.227	0.404	0.720						
0.150			0.082	0.188	0.343	0.602	1.215					
0.155			0.056	0.149	0.283	0.498	0.888	1.514				
0.160			0.029	0.110	0.224	0.400	0.697	1.082	1.580	2.155	2.728	
0.165			0.003	0.071	0.166	0.307	0.532	0.808	1.150	1.556	1.914	
0.170				0.033	0.109	0.217	0.380	0.571	0.800	1.055	1.303	
0.175					0.052	0.129	0.236	0.353	0.485	0.677	0.763	
0.180						0.042	0.098	0.145	0.189	0.228	0.260	
0.185												
0.190												

p° = 0.0 tθ = 0.70 calθ = 23°												
kc	Zeta :: D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.248	0.201	0.242	0.598	0.950							
0.060	0.125	0.172	0.301	0.543	0.659							
0.070	0.034	0.153	0.262	0.482	0.776							
0.080	0.004	0.116	0.224	0.434	0.697							
0.090	0.004	0.090	0.187	0.360	0.619							
0.100	0.045	0.064	0.151	0.326	0.541							
0.110	0.026	0.040	0.115	0.272	0.464	0.862						
0.120	0.008	0.015	0.079	0.218	0.367	0.664						
0.130		0.044	0.165	0.311	0.540							
0.135		0.027	0.138	0.273	0.480	0.886						
0.140		0.009	0.111	0.234	0.422	0.760						
0.145			0.084	0.196	0.364	0.652						
0.150			0.058	0.158	0.306	0.552	1.039					
0.155			0.031	0.120	0.250	0.458	0.834	1.384				
0.160			0.004	0.082	0.194	0.368	0.664	1.050	1.550	2.132	2.707	
0.165			0.044	0.138	0.279	0.509	0.792	1.142	1.536	1.919		
0.170				0.082	0.193	0.364	0.563	0.801	1.063	1.314		
0.175					0.006							
0.180					0.027	0.108	0.224	0.350	0.490	0.638	0.777	
0.185						0.024	0.069	0.146	0.197	0.241	0.277	
0.190												

[illegible]

p* = 0.0 ξβ = 0.80 call θ = 35°												
kc	zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.115	0.182	0.349									
0.060	0.099	0.160	0.317									
0.070	0.083	0.139	0.285									
0.080	0.069	0.119	0.254									
0.090	0.054	0.099	0.223	0.491								
0.100	0.040	0.079	0.192	0.426								
0.110	0.027	0.060	0.161	0.366								
0.120	0.014	0.041	0.131	0.309								
0.130	0.001	0.023	0.100	0.253	0.452							
0.135		0.013	0.085	0.225	0.399							
0.140		0.004	0.069	0.197	0.351	0.647						
0.145			0.054	0.170	0.304	0.520						
0.150			0.039	0.142	0.260	0.435	0.783					
0.155			0.023	0.115	0.216	0.360	0.594	1.089				
0.160			0.008	0.088	0.173	0.291	0.469	0.765	1.145	1.635	2.201	2.761
0.165				0.060	0.131	0.225	0.360	0.572	0.832	1.158	1.532	1.901
0.170				0.033	0.090	0.161	0.260	0.406	0.580	0.795	1.040	1.280
0.175				0.006	0.049	0.099	0.164	0.254	0.353	0.472	0.606	0.735
0.180					0.008	0.039	0.072	0.109	0.141	0.172	0.202	0.230
0.185												
0.190												

p* = 0.0 ξβ = 0.80 call θ = 30°												
kc	zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.133	0.196	0.356	0.701								
0.060	0.115	0.172	0.320	0.624								
0.070	0.098	0.149	0.287	0.565								
0.080	0.081	0.127	0.254	0.508								
0.090	0.066	0.105	0.221	0.453								
0.100	0.051	0.084	0.189	0.398								
0.110	0.036	0.063	0.157	0.344	0.613							
0.120	0.021	0.043	0.126	0.290	0.504							
0.130	0.007	0.023	0.094	0.236	0.411							
0.135	0.000	0.013	0.078	0.209	0.368	0.649						
0.140		0.004	0.063	0.183	0.325	0.555						
0.145			0.047	0.156	0.283	0.477						
0.150			0.031	0.129	0.241	0.407	0.696					
0.155			0.016	0.102	0.200	0.340	0.565	0.988				
0.160				0.076	0.160	0.276	0.454	0.751	1.133	1.626	2.198	2.762
0.165				0.049	0.120	0.214	0.352	0.570	0.837	1.168	1.547	1.919
0.170				0.022	0.080	0.153	0.256	0.410	0.590	0.810	1.059	1.302
0.175					0.040	0.094	0.164	0.260	0.366	0.490	0.626	0.758
0.180					0.000	0.035	0.074	0.110	0.156	0.191	0.224	0.253
0.185												
0.190												

[illegible]

[illegible]

p* = 0.0 ξ = 1.00 calθ = 15°													p* = 0.0 ξ = 1.00 calθ = 19°												
Zeta := D/h													Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.213	0.261	0.399	0.647	0.954								0.050	0.196	0.253	0.399	0.668								
0.060	0.189	0.232	0.357	0.530	0.878								0.060	0.175	0.225	0.361	0.614								
0.070	0.166	0.202	0.316	0.534	0.801								0.070	0.155	0.199	0.324	0.561	0.932							
0.080	0.144	0.173	0.277	0.479	0.725								0.080	0.136	0.173	0.288	0.508	0.809							
0.090	0.124	0.146	0.238	0.423	0.649	1.112							0.090	0.118	0.149	0.252	0.455	0.719							
0.100	0.103	0.119	0.200	0.368	0.573	0.931							0.100	0.100	0.125	0.217	0.402	0.635							
0.110	0.084	0.093	0.163	0.314	0.497	0.800							0.110	0.083	0.101	0.183	0.349	0.554							
0.120	0.065	0.067	0.126	0.259	0.421	0.680							0.120	0.066	0.079	0.149	0.296	0.475	0.792						
0.130	0.046	0.042	0.090	0.205	0.345	0.564	0.994						0.130	0.050	0.056	0.115	0.243	0.396	0.644						
0.135	0.037	0.030	0.072	0.178	0.308	0.507	0.873						0.135	0.042	0.045	0.098	0.216	0.357	0.579						
0.140	0.028	0.018	0.054	0.151	0.270	0.450	0.768						0.140	0.034	0.034	0.081	0.190	0.318	0.515	0.898					
0.145	0.019	0.006	0.036	0.124	0.232	0.394	0.670	1.293					0.145	0.026	0.023	0.065	0.163	0.279	0.454	0.762					
0.150	0.010		0.018	0.097	0.194	0.339	0.578	1.038					0.150	0.018	0.012	0.048	0.136	0.241	0.394	0.650	1.204				
0.155			0.000	0.070	0.156	0.283	0.488	0.856	1.385				0.155	0.011	0.002	0.032	0.110	0.202	0.335	0.549	0.935	1.533			
0.160				0.043	0.118	0.228	0.401	0.696	1.082	1.584	2.169	2.746	0.160	0.003		0.015	0.083	0.164	0.277	0.453	0.749	1.135	1.633	2.212	2.783
0.165				0.016		0.080	0.173	0.315	0.547	0.834	1.190	1.588	0.165				0.057	0.125	0.220	0.361	0.587	0.865	1.208	1.596	1.975
0.170					0.042	0.118	0.231	0.406	0.610	0.854	1.120	1.375	0.170				0.030	0.087	0.163	0.271	0.437	0.630	0.861	1.117	1.366
0.175					0.005		0.064	0.148	0.269	0.400	0.546	0.698	0.175				0.004	0.048	0.106	0.184	0.294	0.412	0.546	0.690	0.826
0.180							0.009	0.065	0.136	0.198	0.254	0.302	0.180					0.010	0.050	0.098	0.156	0.206	0.251	0.290	0.324
0.185								0.005	0.003				0.185						0.014	0.022	0.007				
0.190													0.190												

p* = 0.0 ξ = 1.00 calθ = 23°														p* = 0.0 ξ = 1.00 calθ = 27°													
kc		Zeta := D/h												kc		Zeta := D/h											
		0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0			0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.178	0.239	0.393	0.633										0.050	0.160	0.224	0.386										
0.060	0.159	0.214	0.358	0.638										0.060	0.143	0.201	0.353										
0.070	0.141	0.190	0.323	0.584										0.070	0.126	0.179	0.321	0.625									
0.080	0.124	0.167	0.290	0.530										0.080	0.111	0.158	0.289	0.559									
0.090	0.108	0.144	0.256	0.477										0.090	0.096	0.137	0.257	0.500									
0.100	0.092	0.122	0.224	0.424	0.716									0.100	0.081	0.117	0.225	0.443									
0.110	0.076	0.101	0.191	0.370	0.608									0.110	0.067	0.097	0.194	0.388									
0.120	0.061	0.080	0.159	0.327	0.517									0.120	0.053	0.077	0.163	0.333	0.565								
0.130	0.046	0.059	0.126	0.264	0.431	0.735								0.130	0.039	0.058	0.132	0.278	0.462								
0.135	0.039	0.049	0.110	0.237	0.389	0.642								0.135	0.033	0.048	0.116	0.251	0.415								
0.140	0.032	0.039	0.094	0.211	0.348	0.565								0.140	0.026	0.039	0.100	0.224	0.370	0.617							
0.145	0.024	0.029	0.078	0.184	0.308	0.495	0.061							0.145	0.019	0.029	0.085	0.197	0.327	0.529							
0.150	0.017	0.019	0.063	0.158	0.267	0.429	0.704							0.150	0.013	0.020	0.070	0.170	0.284	0.454	0.759						
0.155	0.010	0.009	0.047	0.131	0.227	0.365	0.586	0.994						0.155	0.006	0.011	0.054	0.143	0.242	0.384	0.612	1.054					
0.160	0.003	0.031	0.135	0.187	0.303	0.480	0.777	1.161	1.656	2.279	2.796			0.160	0.000	0.001	0.039	0.116	0.201	0.318	0.496	0.792	1.174	1.665	2.235	2.797	
0.165		0.015	0.078	0.148	0.243	0.382	0.603	0.872	1.208	1.589	1.963			0.165			0.023	0.089	0.160	0.254	0.391	0.607	0.870	1.199	1.576	1.946	
0.170			0.051	0.108	0.183	0.288	0.445	0.629	0.853	1.103	1.348			0.170			0.008	0.062	0.119	0.192	0.293	0.444	0.621	0.839	1.085	1.327	
0.175			0.025	0.069	0.124	0.197	0.298	0.407	0.534	0.672	0.805			0.175				0.036	0.079	0.132	0.199	0.293	0.396	0.517	0.652	0.783	
0.180				0.030	0.066	0.109	0.157	0.198	0.236	0.271	0.301			0.180				0.009	0.039	0.072	0.108	0.149	0.184	0.218	0.250	0.278	
0.185					0.009	0.022	0.020							0.185						0.013	0.020	0.011					
0.190														0.190													

$p^* = 0.0 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{ca}\theta = 35^\circ$													
kc	$\text{Zeta} := D/h$												
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.128	0.199	0.378										
0.060	0.124	0.179	0.348										
0.070	0.110	0.160	0.318										
0.080	0.096	0.141	0.287										
0.090	0.083	0.123	0.257										
0.100	0.061	0.104	0.227										
0.110	0.048	0.087	0.196	0.439									
0.120	0.036	0.069	0.166	0.366									
0.130	0.025	0.052	0.136	0.302									
0.135	0.019	0.043	0.121	0.272	0.483								
0.140	0.013	0.034	0.106	0.242	0.415								
0.145	0.007	0.026	0.091	0.213	0.359								
0.150	0.002	0.017	0.075	0.184	0.308	0.500							
0.155		0.009	0.060	0.156	0.261	0.410	0.659						
0.160		0.000	0.045	0.128	0.215	0.333	0.511	0.806	1.183	1.660	2.230	2.785	
0.165			0.030	0.100	0.170	0.263	0.394	0.600	0.854	1.175	1.545	1.912	
0.170			0.015	0.072	0.127	0.196	0.289	0.429	0.597	0.808	1.049	1.288	
0.175				0.044	0.084	0.131	0.190	0.273	0.368	0.483	0.614	0.742	
0.180				0.016	0.042	0.068	0.096	0.126	0.153	0.181	0.209	0.235	
0.185					0.001	0.007	0.005						
0.190													

$p^* = 0.0 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{ca}\theta = 30^\circ$													
kc	$\text{Zeta} := D/h$												
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.147	0.214	0.382										
0.060	0.131	0.192	0.350										
0.070	0.116	0.172	0.319										
0.080	0.101	0.151	0.288	0.529									
0.090	0.087	0.131	0.257	0.462									
0.100	0.073	0.112	0.226	0.401									
0.110	0.060	0.093	0.195	0.401									
0.120	0.046	0.074	0.164	0.346	0.488								
0.130	0.034	0.056	0.134	0.287	0.408								
0.135	0.027	0.046	0.118	0.259	0.435								
0.140	0.021	0.037	0.103	0.231	0.386	0.700							
0.145	0.015	0.028	0.088	0.204	0.339	0.557							
0.150	0.009	0.019	0.072	0.176	0.294	0.470	0.830						
0.155	0.003	0.010	0.057	0.149	0.258	0.395	0.629	1.141					
0.160		0.002	0.042	0.121	0.207	0.325	0.503	0.799	1.179	1.660	2.234	2.794	
0.165			0.027	0.094	0.165	0.259	0.394	0.606	0.865	1.191	1.564	1.933	
0.170			0.011	0.067	0.124	0.195	0.293	0.439	0.613	0.827	1.072	1.312	
0.175				0.040	0.082	0.133	0.197	0.286	0.386	0.504	0.637	0.767	
0.180				0.013	0.042	0.072	0.105	0.141	0.173	0.204	0.234	0.261	
0.185					0.001	0.012	0.015	0.002					
0.190													

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{ca}\theta = 19^\circ$													
kc	Zeta := D/h												
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.200	0.252	0.397	0.659	0.963								
0.060	0.172	0.215	0.348	0.596	0.885	1.424							
0.070	0.145	0.180	0.302	0.534	0.808	1.280							
0.080	0.119	0.147	0.257	0.474	0.731	1.160							
0.090	0.095	0.115	0.213	0.414	0.654	1.046							
0.100	0.071	0.084	0.171	0.355	0.578	0.935							
0.110	0.048	0.054	0.129	0.297	0.501	0.825							
0.120	0.026	0.025	0.088	0.239	0.425	0.716	1.350						
0.130			0.048	0.182	0.349	0.608	1.104						
0.135			0.028	0.154	0.311	0.554	1.004						
0.140			0.008	0.125	0.272	0.500	0.910						
0.145				0.097	0.234	0.446	0.820						
0.150				0.068	0.196	0.392	0.733	1.578					
0.155				0.040	0.158	0.339	0.647	1.294					
0.160				0.012	0.120	0.285	0.563	1.106					
0.165					0.082	0.232	0.479	0.943	1.681				
0.170					0.044	0.178	0.397	0.792	1.351	2.202			
0.175					0.006	0.125	0.315	0.648	1.092	1.681	2.378	3.079	
0.180						0.071	0.234	0.510	0.861	1.303	1.801	2.284	
0.185						0.018	0.154	0.376	0.646	0.971	1.328	1.668	
0.190							0.074	0.244	0.440	0.664	0.901	1.121	

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{ca}\theta = 15^\circ$													
kc	Zeta := D/h												
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.214	0.256	0.390	0.636	0.915	1.346							
0.060	0.181	0.215	0.335	0.565	0.831	1.240							
0.070	0.150	0.175	0.282	0.497	0.747	1.134							
0.080	0.121	0.137	0.231	0.430	0.665	1.028							
0.090	0.092	0.100	0.182	0.365	0.584	0.922	1.627						
0.100	0.065	0.065	0.134	0.301	0.503	0.816	1.422						
0.110	0.039	0.030	0.088	0.238	0.423	0.718	1.245						
0.120	0.013		0.042	0.175	0.343	0.604	1.077						
0.130				0.114	0.264	0.490	0.913						
0.135				0.083	0.225	0.445	0.833	1.902					
0.140				0.053	0.186	0.392	0.753	1.565					
0.145				0.022	0.146	0.339	0.674	1.379					
0.150					0.107	0.286	0.595	1.218					
0.155					0.068	0.233	0.516	1.069					
0.160				0.029	0.181	0.438	0.928	1.717					
0.165					0.128	0.360	0.792	1.431					
0.170					0.075	0.282	0.660	1.189	1.940	3.035			
0.175					0.022	0.205	0.530	0.968	1.552	2.245	2.943		
0.180						0.127	0.402	0.759	1.212	1.726	2.223		
0.185						0.050	0.276	0.558	0.901	1.276	1.631		
0.190							0.151	0.363	0.607	0.862	1.097		

$p^* = 0.0$ $\xi\theta = 1.00$ $\text{ca}\theta = 30^\circ$		$\text{Zeta} := D/h$											
kc		0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050		0.147	0.214	0.382									
0.060		0.131	0.192	0.350									
0.070		0.116	0.172	0.319									
0.080		0.101	0.151	0.288									
0.090		0.087	0.131	0.257	0.579								
0.100		0.073	0.112	0.226	0.462								
0.110		0.060	0.093	0.195	0.401								
0.120		0.046	0.074	0.164	0.344								
0.130		0.034	0.056	0.134	0.287	0.488							
0.135		0.027	0.046	0.118	0.259	0.435							
0.140		0.021	0.037	0.103	0.231	0.386	0.700						
0.145		0.015	0.028	0.088	0.204	0.339	0.557						
0.150		0.009	0.019	0.072	0.176	0.294	0.470	0.830					
0.155		0.003	0.010	0.057	0.149	0.250	0.395	0.629	1.101				
0.160			0.001	0.042	0.121	0.207	0.325	0.503	0.799	1.179	1.668	2.234	2.794
0.165				0.027	0.094	0.165	0.259	0.394	0.606	0.865	1.191	1.564	1.933
0.170				0.011	0.067	0.124	0.195	0.293	0.439	0.613	0.827	1.072	1.312
0.175					0.040	0.082	0.133	0.197	0.286	0.386	0.504	0.637	0.767
0.180					0.013	0.042	0.072	0.105	0.141	0.173	0.204	0.234	0.261
0.185						0.001	0.012	0.015	0.002				
0.190													

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{ca}\theta = 15^\circ$		$\text{Zeta} := D/h$											
kc		0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050		0.214	0.256	0.390	0.636	0.915	1.346						
0.060		0.181	0.215	0.335	0.565	0.831	1.240						
0.070		0.150	0.175	0.282	0.497	0.747	1.134						
0.080		0.121	0.137	0.231	0.430	0.665	1.028						
0.090		0.092	0.100	0.182	0.365	0.584	0.922	1.627					
0.100		0.065	0.065	0.134	0.301	0.503	0.816	1.422					
0.110		0.039	0.030	0.088	0.238	0.423	0.710	1.245					
0.120		0.013		0.042	0.175	0.343	0.604	1.077					
0.130					0.114	0.264	0.490	0.913					
0.135					0.083	0.225	0.445	0.833	1.902				
0.140					0.053	0.186	0.392	0.753	1.565				
0.145					0.022	0.146	0.339	0.674	1.379				
0.150						0.107	0.286	0.595	1.210				
0.155						0.068	0.233	0.516	1.069				
0.160						0.029	0.181	0.438	0.928	1.717			
0.165							0.128	0.360	0.792	1.431			
0.170							0.075	0.282	0.660	1.189	1.940	3.035	
0.175							0.072	0.205	0.530	0.968	1.552	2.245	2.943
0.180								0.127	0.402	0.759	1.212	1.726	2.223
0.185								0.050	0.276	0.558	0.901	1.276	1.631
0.190									0.151	0.363	0.607	0.862	1.097

$p^* = 0.1$ $\epsilon\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 27^\circ$											
$\beta_{\text{eta}} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.163	0.226	0.388	0.680							
0.060	0.140	0.196	0.347	0.625	1.030						
0.070	0.119	0.168	0.308	0.571	0.924						
0.080	0.098	0.140	0.270	0.517	0.833						
0.090	0.078	0.114	0.233	0.463	0.756						
0.100	0.059	0.088	0.196	0.409	0.676						
0.110	0.040	0.063	0.160	0.356	0.598						
0.120	0.022	0.039	0.125	0.302	0.520	0.926					
0.130	0.004	0.015	0.090	0.249	0.442	0.769					
0.135		0.003	0.072	0.222	0.424	0.701					
0.140			0.055	0.195	0.365	0.637					
0.145			0.037	0.169	0.327	0.575					
0.150			0.020	0.142	0.289	0.514	0.957				
0.155			0.003	0.115	0.253	0.455	0.825				
0.160				0.089	0.222	0.396	0.714				
0.165				0.062	0.174	0.339	0.612	1.163			
0.170				0.035	0.136	0.281	0.516	0.942	1.591		
0.175				0.009	0.097	0.224	0.423	0.764	1.214	1.007	2.509
0.180				0.059	0.168	0.334	0.604	0.942	1.364	1.842	2.307
0.185				0.021	0.112	0.246	0.455	0.704	1.006	1.342	1.666
0.190				0.022	0.056	0.160	0.312	0.484	0.683	0.900	1.107

$p^* = 0.1$ $\epsilon\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$											
$\beta_{\text{eta}} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.128	0.198	0.373	0.717							
0.060	0.109	0.173	0.338	0.661							
0.070	0.090	0.148	0.303	0.606							
0.080	0.073	0.125	0.269	0.552							
0.090	0.056	0.102	0.236	0.498							
0.100	0.040	0.080	0.203	0.444							
0.110	0.024	0.058	0.170	0.391	0.721						
0.120	0.008	0.037	0.137	0.337	0.636						
0.130		0.016	0.105	0.284	0.572						
0.135		0.005	0.089	0.258	0.463						
0.140			0.073	0.231	0.425						
0.145			0.057	0.204	0.383	0.698					
0.150			0.041	0.178	0.341	0.609					
0.155			0.025	0.151	0.303	0.533					
0.160			0.009	0.125	0.259	0.463	0.858				
0.165				0.098	0.219	0.397	0.702				
0.170				0.071	0.179	0.333	0.581	1.048			
0.175				0.045	0.139	0.271	0.474	0.818	1.271	1.868	2.572
0.180				0.018	0.099	0.210	0.374	0.637	0.963	1.371	1.836
0.185				0.060	0.150	0.278	0.475	0.710	0.997	1.321	1.638
0.190				0.020	0.091	0.186	0.374	0.480	0.666	0.872	1.073

$p^* = 0.1$ $\epsilon\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 23^\circ$											
$\beta_{\text{eta}} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.182	0.240	0.394	0.671	1.009						
0.060	0.157	0.207	0.350	0.613	0.933						
0.070	0.133	0.176	0.308	0.556	0.857						
0.080	0.110	0.146	0.267	0.499	0.781						
0.090	0.088	0.117	0.227	0.443	0.706						
0.100	0.067	0.090	0.188	0.388	0.630	1.075					
0.110	0.047	0.062	0.150	0.332	0.554	0.933					
0.120	0.027	0.036	0.112	0.277	0.478	0.808					
0.130	0.007	0.010	0.074	0.222	0.403	0.689					
0.135			0.056	0.195	0.365	0.632					
0.140			0.038	0.168	0.327	0.575	1.073				
0.145			0.019	0.141	0.289	0.510	0.948				
0.150			0.001	0.113	0.251	0.462	0.841				
0.155				0.086	0.213	0.406	0.741				
0.160				0.059	0.176	0.351	0.647	1.277			
0.165				0.032	0.138	0.295	0.556	1.055			
0.170				0.005	0.100	0.240	0.468	0.878	1.472		
0.175				0.062	0.186	0.381	0.719	1.166	1.758	2.458	3.161
0.180				0.024	0.131	0.296	0.570	0.914	1.345	1.832	2.305
0.185				0.076	0.212	0.428	0.686	0.998	1.343	1.674	
0.190				0.022	0.129	0.290	0.472	0.682	0.907	1.119	

$p^* = 0.1$ $\epsilon\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$											
$\beta_{\text{eta}} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.149	0.215	0.382	0.688							
0.060	0.128	0.187	0.344	0.635							
0.070	0.108	0.161	0.307	0.582							
0.080	0.088	0.135	0.270	0.529							
0.090	0.070	0.110	0.235	0.476	0.810						
0.100	0.052	0.086	0.200	0.423	0.717						
0.110	0.034	0.062	0.165	0.370	0.631						
0.120	0.017	0.039	0.131	0.317	0.549						
0.130	0.001	0.016	0.097	0.264	0.468	0.856					
0.135		0.005	0.080	0.237	0.429	0.762					
0.140			0.063	0.211	0.389	0.685					
0.145			0.046	0.184	0.350	0.615					
0.150			0.030	0.158	0.310	0.549					
0.155			0.013	0.131	0.271	0.486	0.899				
0.160				0.105	0.232	0.424	0.761				
0.165				0.078	0.194	0.363	0.647	1.284			
0.170				0.052	0.155	0.304	0.544	0.982	1.753		
0.175				0.025	0.116	0.245	0.446	0.780	1.240	1.834	2.537
0.180				0.078	0.187	0.352	0.621	0.954	1.370	1.842	2.304
0.185				0.039	0.130	0.262	0.466	0.709	1.005	1.335	1.657
0.190				0.000	0.073	0.173	0.320	0.485	0.679	0.891	1.094

$p^* = 0.1$ $\phi = 0.70$ $\alpha/\theta = 19^\circ$										
Zeta := D/h										
ke	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.205	0.258	0.466	0.671	0.980					
0.060	0.178	0.223	0.358	0.609	0.903					
0.070	0.152	0.189	0.313	0.548	0.827	1.345				
0.080	0.127	0.157	0.269	0.489	0.750	1.203				
0.090	0.103	0.125	0.226	0.430	0.674	1.062				
0.100	0.080	0.095	0.164	0.372	0.598	0.966				
0.110	0.057	0.065	0.143	0.314	0.522	0.854				
0.120	0.036	0.037	0.103	0.257	0.446	0.744				
0.130	0.014	0.008	0.063	0.201	0.370	0.634	1.156			
0.135	0.004			0.172	0.332	0.580	1.048			
0.140			0.024	0.144	0.294	0.525	0.948			
0.145			0.005	0.116	0.256	0.471	0.855			
0.150				0.088	0.218	0.417	0.764			
0.155				0.060	0.180	0.363	0.677	1.354		
0.160				0.032	0.142	0.309	0.591	1.147		
0.165				0.005	0.104	0.256	0.506	0.976	1.749	
0.170					0.067	0.202	0.423	0.820	1.386	2.568
0.175					0.029	0.148	0.340	0.674	1.119	2.068
0.180						0.095	0.258	0.534	0.884	1.419
0.185						0.041	0.177	0.398	0.665	1.342
0.190						0.097	0.265	0.458	0.578	0.912

$p^* = 0.1$ $\phi = 0.70$ $\alpha/\theta = 27^\circ$										
Zeta := D/h										
ke	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.167	0.231	0.395	0.692						
0.060	0.145	0.202	0.355	0.638						
0.070	0.124	0.174	0.317	0.584	0.970					
0.080	0.104	0.148	0.279	0.530	0.868					
0.090	0.084	0.122	0.243	0.477	0.781					
0.100	0.066	0.097	0.207	0.423	0.698					
0.110	0.047	0.072	0.171	0.370	0.618					
0.120	0.030	0.048	0.136	0.317	0.539	1.018				
0.130	0.012	0.025	0.102	0.263	0.461	0.803				
0.135	0.004	0.013	0.064	0.237	0.422	0.730				
0.140		0.002	0.067	0.210	0.383	0.663				
0.145			0.050	0.184	0.345	0.598				
0.150			0.033	0.157	0.306	0.536	1.012			
0.155			0.016	0.130	0.267	0.475	0.858			
0.160				0.104	0.229	0.416	0.740			
0.165				0.077	0.190	0.357	0.634	1.205		
0.170				0.051	0.152	0.299	0.535	0.966	1.638	
0.175				0.024	0.114	0.241	0.441	0.783	1.233	1.827
0.180					0.075	0.185	0.350	0.620	0.956	1.576
0.185					0.037	0.128	0.261	0.469	0.716	1.349
0.190						0.072	0.174	0.325	0.494	0.906

$p^* = 0.1$ $\phi = 0.70$ $\alpha/\theta = 15^\circ$										
Zeta := D/h										
ke	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.220	0.265	0.400	0.649	0.932	1.375				
0.060	0.188	0.224	0.347	0.580	0.849	1.269				
0.070	0.158	0.185	0.295	0.513	0.767	1.163				
0.080	0.130	0.148	0.245	0.447	0.666	1.057				
0.090	0.102	0.112	0.197	0.383	0.605	0.951				
0.100	0.075	0.077	0.150	0.370	0.526	0.845	1.492			
0.110	0.049	0.044	0.105	0.258	0.447	0.739	1.296			
0.120	0.024	0.011	0.060	0.196	0.368	0.633	1.120			
0.130	0.000		0.016	0.136	0.289	0.527	0.953			
0.135				0.106	0.250	0.474	0.871			
0.140				0.076	0.211	0.421	0.790	1.672		
0.145				0.046	0.172	0.368	0.709	1.446		
0.150				0.016	0.133	0.316	0.629	1.271		
0.155					0.094	0.263	0.550	1.115		
0.160					0.055	0.210	0.471	0.969	1.793	
0.165					0.017	0.157	0.392	0.829	1.400	
0.170						0.104	0.313	0.694	1.228	1.998
0.175						0.051	0.235	0.562	1.001	1.586
0.180							0.157	0.433	0.789	1.240
0.185							0.079	0.305	0.565	0.925
0.190							0.002	0.180	0.380	0.629

$p^* = 0.1$ $\phi = 0.70$ $\alpha/\theta = 23^\circ$										
Zeta := D/h										
ke	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.187	0.246	0.402	0.682	1.033					
0.060	0.162	0.214	0.359	0.625	0.956					
0.070	0.139	0.184	0.318	0.569	0.879					
0.080	0.117	0.154	0.277	0.513	0.802					
0.090	0.095	0.126	0.238	0.456	0.726					
0.100	0.075	0.099	0.200	0.402	0.650	1.167				
0.110	0.055	0.072	0.162	0.348	0.574	0.973				
0.120	0.035	0.046	0.125	0.293	0.498	0.839				
0.130	0.016	0.021	0.088	0.239	0.422	0.716				
0.135	0.007	0.006	0.070	0.211	0.384	0.657				
0.140			0.052	0.184	0.346	0.599	1.142			
0.145			0.034	0.157	0.308	0.541	0.991			
0.150			0.016	0.130	0.270	0.484	0.874			
0.155				0.103	0.232	0.428	0.770			
0.160				0.076	0.194	0.372	0.673	1.341		
0.165				0.049	0.157	0.316	0.580	1.088		
0.170				0.022	0.119	0.261	0.490	0.903	1.508	
0.175					0.081	0.205	0.402	0.740	1.168	1.780
0.180					0.043	0.150	0.316	0.589	0.932	1.360
0.185					0.005	0.095	0.231	0.445	0.701	1.011
0.190						0.041	0.147	0.306	0.486	0.693

p* = 0.1 $\xi\theta = 0.70$ cal $\theta = 35^\circ$											
k ϵ											
zeta : D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.131	0.203	0.380	0.746							
0.060	0.113	0.178	0.345	0.681							
0.070	0.095	0.154	0.311	0.624							
0.080	0.078	0.131	0.277	0.568							
0.090	0.061	0.109	0.244	0.513							
0.100	0.045	0.087	0.212	0.459							
0.110	0.030	0.065	0.179	0.405							
0.120	0.015	0.044	0.147	0.351	0.635						
0.130		0.024	0.115	0.297	0.533						
0.135		0.014	0.099	0.271	0.487						
0.140		0.004	0.083	0.244	0.443						
0.145			0.067	0.217	0.399	0.740					
0.150			0.052	0.191	0.357	0.636					
0.155			0.036	0.164	0.315	0.554					
0.160			0.020	0.137	0.274	0.481	0.909				
0.165			0.004	0.111	0.233	0.413	0.724				
0.170				0.084	0.192	0.347	0.598	1.075			
0.175				0.057	0.152	0.284	0.438	0.833	1.286	1.883	2.588
0.180				0.031	0.112	0.222	0.386	0.648	0.973	1.379	1.842
0.185				0.004	0.072	0.162	0.289	0.435	0.717	1.003	1.326
0.190					0.033	0.102	0.196	0.332	0.487	0.671	0.876

p* = 0.1 $\xi\theta = 0.80$ cal $\theta = 19^\circ$											
k ϵ											
zeta : D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.221	0.278	0.431	0.706	1.037						
0.060	0.195	0.245	0.387	0.647	0.961						
0.070	0.171	0.213	0.344	0.589	0.885						
0.080	0.148	0.181	0.302	0.532	0.810						
0.090	0.126	0.154	0.262	0.475	0.734	1.256					
0.100	0.104	0.125	0.222	0.419	0.658	1.080					
0.110	0.083	0.098	0.183	0.364	0.583	0.950					
0.120	0.063	0.071	0.145	0.308	0.507	0.829					
0.130	0.043	0.044	0.107	0.253	0.431	0.713					
0.135	0.034	0.031	0.088	0.226	0.394	0.657	1.225				
0.140	0.024	0.018	0.070	0.198	0.356	0.600	1.078				
0.145	0.015	0.006	0.051	0.171	0.318	0.544	0.963				
0.150	0.005		0.033	0.144	0.280	0.489	0.860				
0.155			0.015	0.116	0.242	0.433	0.764				
0.160				0.089	0.204	0.378	0.671	1.283			
0.165				0.062	0.167	0.323	0.582	1.075			
0.170				0.035	0.129	0.268	0.495	0.902	1.490		
0.175				0.007	0.091	0.214	0.409	0.746	1.193	1.784	2.483
0.180				0.053	0.159	0.324	0.599	0.944	1.377	1.865	2.339
0.185				0.015	0.105	0.241	0.458	0.718	1.032	1.378	1.710
0.190					0.051	0.158	0.321	0.505	0.717	0.943	1.155

p* = 0.1 $\xi\theta = 0.70$ cal $\theta = 30^\circ$											
k ϵ											
zeta : D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.153	0.220	0.389	0.701							
0.060	0.132	0.193	0.351	0.640							
0.070	0.113	0.167	0.315	0.595							
0.080	0.094	0.142	0.279	0.542							
0.090	0.076	0.117	0.244	0.489	0.852						
0.100	0.058	0.093	0.209	0.436	0.746						
0.110	0.041	0.070	0.175	0.384	0.654						
0.120	0.024	0.048	0.141	0.331	0.569						
0.130	0.008	0.025	0.108	0.278	0.487						
0.135		0.014	0.091	0.251	0.446	0.802					
0.140		0.003	0.075	0.225	0.406	0.715					
0.145			0.058	0.198	0.366	0.640					
0.150			0.042	0.172	0.327	0.571					
0.155			0.025	0.145	0.287	0.505	0.947				
0.160			0.009	0.119	0.248	0.442	0.789				
0.165				0.092	0.209	0.381	0.669				
0.170				0.066	0.170	0.320	0.562	1.006			
0.175				0.039	0.131	0.261	0.462	0.805	1.257	1.852	2.555
0.180				0.013	0.092	0.202	0.367	0.634	0.966	1.380	1.850
0.185				0.053	0.144	0.275	0.478	0.719	1.012	1.342	1.662
0.190				0.015	0.087	0.186	0.331	0.494	0.685	0.896	1.098

p* = 0.1 $\xi\theta = 0.80$ cal $\theta = 15^\circ$											
k ϵ											
zeta : D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.239	0.288	0.430	0.688	0.983	1.492					
0.060	0.209	0.250	0.380	0.622	0.904	1.373					
0.070	0.181	0.214	0.332	0.559	0.825	1.260					
0.080	0.155	0.179	0.285	0.497	0.747	1.150					
0.090	0.129	0.146	0.240	0.436	0.669	1.041					
0.100	0.105	0.114	0.196	0.375	0.592	0.933					
0.110	0.081	0.083	0.153	0.316	0.514	0.826	1.563				
0.120	0.057	0.052	0.111	0.257	0.437	0.719	1.273				
0.130	0.035	0.022	0.069	0.199	0.361	0.612	1.077				
0.135	0.024	0.008	0.049	0.170	0.322	0.559	0.986				
0.140	0.013		0.028	0.141	0.284	0.505	0.899				
0.145	0.002		0.008	0.112	0.246	0.452	0.813				
0.150				0.083	0.207	0.399	0.729	1.456			
0.155				0.054	0.169	0.345	0.646	1.257			
0.160				0.026	0.131	0.292	0.564	1.089			
0.165				0.093	0.239	0.482	0.936	1.635			
0.170				0.054	0.186	0.402	0.791	1.341	2.156		
0.175				0.016	0.132	0.321	0.652	1.095	1.682	2.378	3.079
0.180				0.079	0.241	0.517	0.870	1.315	1.818	2.304	
0.185				0.026	0.162	0.386	0.659	0.989	1.351	1.695	
0.190					0.083	0.256	0.456	0.686	0.927	1.151	

$p^* = 0.1 \quad \epsilon\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 27^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.179	0.246	0.415	0.729							
0.060	0.158	0.219	0.378	0.676							
0.070	0.139	0.193	0.342	0.623							
0.080	0.120	0.168	0.306	0.570	0.898						
0.090	0.102	0.144	0.271	0.517	0.898						
0.100	0.084	0.120	0.236	0.464	0.777						
0.110	0.067	0.097	0.202	0.411	0.684						
0.120	0.051	0.074	0.169	0.358	0.598						
0.130	0.035	0.052	0.135	0.305	0.516						
0.135	0.027	0.041	0.119	0.279	0.475	0.836					
0.140	0.019	0.030	0.102	0.253	0.435	0.746					
0.145	0.011	0.020	0.086	0.226	0.395	0.670					
0.150	0.003	0.009	0.069	0.200	0.355	0.600					
0.155			0.053	0.173	0.316	0.534	0.983				
0.160			0.036	0.147	0.276	0.471	0.819				
0.165			0.020	0.120	0.237	0.409	0.698				
0.170			0.004	0.094	0.198	0.348	0.590	1.036			
0.175				0.067	0.159	0.289	0.490	0.834	1.285	1.880	2.584
0.180				0.041	0.120	0.230	0.395	0.662	0.993	1.407	1.977
0.185				0.014	0.081	0.172	0.303	0.506	0.746	1.039	1.368
0.190					0.043	0.115	0.214	0.358	0.520	0.712	0.922

$p^* = 0.1 \quad \epsilon\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 35^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.142	0.216	0.399								
0.060	0.124	0.193	0.366								
0.070	0.107	0.170	0.333								
0.080	0.091	0.148	0.301	0.630							
0.090	0.076	0.127	0.269	0.565							
0.100	0.061	0.107	0.238	0.505							
0.110	0.047	0.086	0.206	0.448							
0.120	0.032	0.066	0.175	0.392							
0.130	0.019	0.047	0.144	0.336	0.610						
0.135	0.012	0.037	0.128	0.309	0.550						
0.140	0.005	0.028	0.113	0.282	0.498						
0.145		0.018	0.097	0.254	0.449						
0.150		0.008	0.082	0.227	0.403	0.752					
0.155			0.066	0.200	0.359	0.622					
0.160			0.051	0.173	0.315	0.535					
0.165			0.035	0.146	0.272	0.459	0.798				
0.170			0.020	0.119	0.230	0.389	0.647	1.172			
0.175			0.004	0.092	0.188	0.322	0.527	0.873	1.328	1.975	2.632
0.180				0.065	0.147	0.258	0.420	0.678	0.998	1.399	1.858
0.185				0.038	0.106	0.195	0.319	0.509	0.737	1.017	1.337
0.190				0.011	0.066	0.134	0.224	0.354	0.503	0.683	0.886

$p^* = 0.1 \quad \epsilon\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 23^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.200	0.263	0.424	0.716							
0.060	0.177	0.233	0.384	0.662	1.059						
0.070	0.156	0.205	0.345	0.607	0.958						
0.080	0.135	0.177	0.307	0.553	0.873						
0.090	0.115	0.151	0.269	0.499	0.791						
0.100	0.096	0.125	0.233	0.445	0.712						
0.110	0.077	0.100	0.197	0.392	0.633						
0.120	0.059	0.076	0.161	0.338	0.555	0.958					
0.130	0.041	0.052	0.126	0.285	0.478	0.803					
0.135	0.037	0.040	0.108	0.258	0.440	0.736					
0.140	0.024	0.028	0.091	0.231	0.401	0.672					
0.145	0.015	0.016	0.074	0.205	0.363	0.610					
0.150	0.007	0.005	0.056	0.178	0.324	0.550	0.990				
0.155			0.039	0.151	0.286	0.490	0.860				
0.160			0.022	0.125	0.248	0.432	0.749				
0.165			0.005	0.098	0.210	0.374	0.647	1.196			
0.170				0.071	0.171	0.317	0.551	0.977	1.624		
0.175				0.045	0.133	0.260	0.459	0.800	1.250	1.843	2.545
0.180				0.018	0.095	0.204	0.369	0.640	0.978	1.401	1.878
0.185					0.057	0.140	0.282	0.491	0.741	1.042	1.378
0.190					0.019	0.092	0.196	0.348	0.520	0.720	0.937

$p^* = 0.1 \quad \epsilon\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 30^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.164	0.234	0.408	0.748							
0.060	0.145	0.209	0.373	0.693							
0.070	0.126	0.184	0.338	0.639							
0.080	0.109	0.161	0.304	0.585							
0.090	0.092	0.138	0.271	0.531							
0.100	0.075	0.115	0.237	0.478							
0.110	0.059	0.093	0.204	0.424	0.744						
0.120	0.044	0.072	0.172	0.371	0.636						
0.130	0.029	0.051	0.139	0.318	0.544						
0.135	0.021	0.040	0.123	0.291	0.500						
0.140	0.014	0.030	0.107	0.264	0.457	0.851					
0.145	0.006	0.020	0.091	0.238	0.415	0.775					
0.150		0.010	0.075	0.211	0.374	0.639					
0.155			0.059	0.185	0.333	0.565					
0.160			0.043	0.158	0.293	0.495	0.884				
0.165			0.027	0.132	0.252	0.429	0.732				
0.170			0.011	0.105	0.212	0.366	0.613	1.078			
0.175				0.079	0.172	0.304	0.507	0.851	1.304	1.900	2.605
0.180				0.052	0.133	0.243	0.407	0.671	0.998	1.406	1.872
0.185				0.026	0.093	0.183	0.312	0.510	0.745	1.032	1.357
0.190					0.054	0.124	0.220	0.359	0.516	0.702	0.909

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 19^*$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.253	0.293	0.451	0.735	1.102						
0.060	0.209	0.262	0.409	0.679	1.021						
0.070	0.186	0.232	0.368	0.623	0.942						
0.080	0.165	0.204	0.329	0.567	0.864						
0.090	0.144	0.176	0.290	0.513	0.787						
0.100	0.123	0.149	0.252	0.458	0.710						
0.110	0.104	0.123	0.215	0.404	0.634	1.061					
0.120	0.085	0.098	0.178	0.349	0.558	0.912					
0.130	0.066	0.073	0.142	0.295	0.481	0.783					
0.135	0.057	0.060	0.124	0.268	0.443	0.723					
0.140	0.048	0.048	0.106	0.241	0.405	0.663					
0.145	0.039	0.036	0.088	0.214	0.367	0.604	1.076				
0.150	0.030	0.024	0.071	0.187	0.329	0.547	0.948				
0.155	0.022	0.012	0.053	0.160	0.291	0.489	0.839				
0.160	0.013	0.000	0.035	0.134	0.253	0.433	0.738	1.472			
0.165	0.004		0.018	0.107	0.215	0.376	0.643	1.161			
0.170			0.001	0.080	0.177	0.320	0.551	0.968	1.583		
0.175				0.053	0.139	0.265	0.462	0.801	1.250	1.842	2.543
0.180				0.026	0.101	0.209	0.375	0.647	0.989	1.416	1.898
0.185					0.064	0.154	0.289	0.502	0.756	1.063	1.403
0.190					0.026	0.099	0.205	0.362	0.539	0.744	0.964

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 27^*$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.168	0.258	0.432	0.768							
0.060	0.169	0.233	0.396	0.714							
0.070	0.150	0.208	0.361	0.660							
0.080	0.133	0.184	0.327	0.606							
0.090	0.116	0.161	0.293	0.552							
0.100	0.099	0.139	0.260	0.499							
0.110	0.083	0.116	0.227	0.446	0.758						
0.120	0.067	0.095	0.194	0.392	0.654						
0.130	0.052	0.074	0.162	0.339	0.563						
0.135	0.045	0.063	0.146	0.313	0.520						
0.140	0.037	0.053	0.130	0.286	0.478	0.853					
0.145	0.030	0.043	0.113	0.260	0.436	0.741					
0.150	0.022	0.032	0.097	0.233	0.395	0.658					
0.155	0.015	0.022	0.081	0.207	0.354	0.584					
0.160	0.008	0.012	0.065	0.180	0.314	0.516	0.899				
0.165	0.001	0.002	0.049	0.153	0.274	0.450	0.752				
0.170			0.018	0.127	0.234	0.387	0.634	1.097			
0.175			0.018	0.100	0.194	0.325	0.578	0.873	1.325	1.921	2.626
0.180			0.002	0.074	0.155	0.265	0.429	0.693	1.070	1.429	1.895
0.185				0.047	0.115	0.205	0.334	0.532	0.768	1.056	1.381
0.190				0.021	0.076	0.146	0.243	0.382	0.539	0.776	0.933

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 15^*$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.253	0.306	0.454	0.719	1.028						
0.060	0.228	0.271	0.406	0.657	0.951						
0.070	0.200	0.237	0.361	0.596	0.875	1.393					
0.080	0.175	0.205	0.317	0.537	0.798	1.251					
0.090	0.151	0.173	0.274	0.478	0.722	1.130					
0.100	0.128	0.143	0.232	0.420	0.646	1.015					
0.110	0.105	0.113	0.191	0.362	0.570	0.902					
0.120	0.084	0.085	0.151	0.305	0.494	0.792					
0.130	0.062	0.056	0.111	0.249	0.418	0.682	1.205				
0.135	0.052	0.043	0.092	0.220	0.380	0.628	1.096				
0.140	0.042	0.029	0.072	0.192	0.342	0.573	0.996				
0.145	0.031	0.015	0.053	0.164	0.304	0.519	0.903				
0.150	0.021	0.002	0.034	0.136	0.266	0.465	0.812				
0.155	0.011		0.014	0.108	0.228	0.411	0.725	1.402			
0.160	0.001		0.000	0.080	0.190	0.357	0.639	1.195			
0.165			0.053	0.152	0.304	0.554	1.024	1.798	2.316		
0.170			0.025	0.115	0.250	0.471	0.868	1.434	1.756	2.454	3.156
0.175				0.077	0.196	0.388	0.722	1.167	1.756	2.454	3.156
0.180				0.039	0.143	0.306	0.582	0.932	1.371	1.867	2.347
0.185				0.001	0.089	0.225	0.446	0.713	1.036	1.390	1.728
0.190					0.035	0.145	0.313	0.506	0.727	0.960	1.179

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 23^*$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.211	0.276	0.442	0.747							
0.060	0.189	0.248	0.404	0.693							
0.070	0.169	0.221	0.367	0.640							
0.080	0.149	0.195	0.330	0.587	0.973						
0.090	0.131	0.170	0.294	0.534	0.861						
0.100	0.112	0.146	0.259	0.481	0.771						
0.110	0.095	0.122	0.224	0.428	0.686						
0.120	0.078	0.099	0.190	0.375	0.605						
0.130	0.061	0.076	0.156	0.322	0.525	0.900					
0.135	0.053	0.065	0.139	0.295	0.485	0.813					
0.140	0.045	0.054	0.122	0.269	0.446	0.739					
0.145	0.036	0.042	0.105	0.242	0.407	0.670					
0.150	0.029	0.031	0.089	0.216	0.368	0.605					
0.155	0.021	0.021	0.072	0.189	0.329	0.542	0.940				
0.160	0.013	0.010	0.055	0.163	0.290	0.480	0.815				
0.165	0.005		0.039	0.136	0.251	0.420	0.703	1.320			
0.170			0.022	0.110	0.212	0.361	0.600	1.037	1.772		
0.175			0.006	0.083	0.174	0.303	0.503	0.845	1.297	1.891	2.594
0.180				0.057	0.135	0.245	0.410	0.679	1.013	1.429	1.962
0.185				0.030	0.097	0.188	0.320	0.525	0.769	1.065	1.396
0.190				0.004	0.056	0.131	0.232	0.379	0.545	0.735	0.952

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 35^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.150	0.226	0.415									
0.060	0.133	0.204	0.383									
0.070	0.117	0.183	0.352									
0.080	0.102	0.162	0.321									
0.090	0.088	0.142	0.290									
0.100	0.073	0.122	0.259	0.555								
0.110	0.060	0.103	0.228	0.488								
0.120	0.046	0.084	0.197	0.427								
0.130	0.033	0.065	0.166	0.369								
0.135	0.027	0.055	0.151	0.341	0.631							
0.140	0.020	0.046	0.136	0.312	0.553							
0.145	0.014	0.037	0.120	0.284	0.495							
0.150	0.008	0.028	0.105	0.256	0.443							
0.155	0.001	0.019	0.090	0.229	0.394	0.704						
0.160		0.010	0.074	0.201	0.348	0.583						
0.165		0.001	0.059	0.173	0.303	0.497	0.894					
0.170			0.044	0.146	0.259	0.421	0.637					
0.175			0.029	0.119	0.216	0.351	0.557	0.904	1.359	1.958	2.665	3.376
0.180			0.013	0.091	0.174	0.284	0.444	0.700	1.015	1.413	1.869	2.319
0.185				0.064	0.132	0.219	0.341	0.527	0.750	1.028	1.345	1.658
0.190				0.037	0.091	0.157	0.244	0.369	0.515	0.692	0.892	1.089

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 19^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.243	0.306	0.468	0.761								
0.060	0.220	0.276	0.428	0.706	1.113							
0.070	0.199	0.248	0.388	0.652	1.005							
0.080	0.178	0.221	0.350	0.597	0.919							
0.090	0.158	0.194	0.313	0.544	0.837							
0.100	0.139	0.169	0.277	0.490	0.757							
0.110	0.121	0.144	0.241	0.436	0.678							
0.120	0.102	0.119	0.205	0.383	0.601	1.008						
0.130	0.085	0.095	0.170	0.329	0.523	0.850						
0.135	0.076	0.084	0.153	0.303	0.485	0.782						
0.140	0.067	0.072	0.135	0.276	0.446	0.718						
0.145	0.059	0.060	0.118	0.249	0.408	0.656						
0.150	0.051	0.049	0.101	0.223	0.369	0.595	1.039					
0.155	0.042	0.037	0.084	0.196	0.331	0.536	0.907					
0.160	0.034	0.026	0.067	0.169	0.293	0.477	0.795					
0.165	0.026	0.015	0.050	0.143	0.254	0.419	0.693	1.244				
0.170	0.018	0.004	0.033	0.116	0.216	0.362	0.597	1.023	1.673			
0.175	0.010		0.016	0.089	0.178	0.305	0.504	0.845	1.295	1.888	2.590	3.295
0.180	0.002			0.063	0.140	0.249	0.414	0.685	1.023	1.445	1.922	2.388
0.185				0.036	0.102	0.193	0.326	0.536	0.785	1.086	1.422	1.747
0.190				0.010	0.064	0.137	0.240	0.393	0.564	0.764	0.980	1.187

$p^* = 0.1$$\xi\theta = 0.90$$\text{cal}\theta = 30^\circ$												
Zeta :: D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.173	0.246	0.425									
0.060	0.155	0.221	0.391	0.756								
0.070	0.137	0.198	0.357	0.636								
0.080	0.121	0.175	0.324	0.626								
0.090	0.105	0.154	0.292	0.569								
0.100	0.089	0.132	0.260	0.514								
0.110	0.074	0.111	0.228	0.455								
0.120	0.059	0.091	0.196	0.404	0.719							
0.130	0.045	0.071	0.164	0.350	0.597							
0.135	0.038	0.061	0.148	0.323	0.548							
0.140	0.031	0.051	0.133	0.296	0.501							
0.145	0.024	0.041	0.117	0.270	0.456							
0.150	0.017	0.031	0.101	0.243	0.413	0.708						
0.155	0.010	0.021	0.085	0.216	0.370	0.617						
0.160	0.003	0.012	0.070	0.189	0.328	0.540						
0.165		0.002	0.054	0.162	0.286	0.469	0.789					
0.170			0.039	0.136	0.245	0.402	0.655	1.146				
0.175			0.023	0.109	0.204	0.337	0.541	0.887	1.341	1.938	2.643	3.352
0.180			0.007	0.082	0.164	0.274	0.437	0.698	1.020	1.425	1.886	2.340
0.185				0.055	0.124	0.213	0.339	0.532	0.763	1.046	1.363	1.683
0.190				0.029	0.084	0.153	0.245	0.379	0.531	0.713	0.917	1.116

$p^* = 0.1 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 15^\circ$												
kc	$\text{Zeta} :: D/h$											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.265	0.322	0.473	0.746	1.071							
0.060	0.239	0.288	0.428	0.686	0.995							
0.070	0.215	0.256	0.385	0.628	0.919							
0.080	0.191	0.225	0.343	0.570	0.844							
0.090	0.169	0.195	0.302	0.513	0.768	1.238						
0.100	0.147	0.166	0.261	0.457	0.692	1.098						
0.110	0.126	0.138	0.222	0.401	0.617	0.974						
0.120	0.105	0.111	0.183	0.345	0.541	0.857						
0.130	0.085	0.084	0.145	0.289	0.465	0.743						
0.135	0.075	0.071	0.126	0.262	0.428	0.687	1.218					
0.140	0.065	0.058	0.108	0.234	0.390	0.631	1.092					
0.145	0.056	0.045	0.089	0.207	0.352	0.575	0.984					
0.150	0.046	0.032	0.070	0.179	0.314	0.528	0.885					
0.155	0.037	0.019	0.052	0.152	0.276	0.465	0.791					
0.160	0.027	0.007	0.034	0.124	0.238	0.411	0.701	1.296				
0.165	0.018		0.015	0.097	0.201	0.356	0.613	1.099				
0.170	0.009			0.070	0.163	0.301	0.526	0.932	1.514			
0.175				0.042	0.125	0.247	0.441	0.778	1.224	1.815	2.514	3.217
0.180				0.015	0.087	0.193	0.358	0.632	0.979	1.413	1.903	2.378
0.185					0.049	0.139	0.275	0.492	0.754	1.070	1.478	1.752
0.190					0.012	0.085	0.193	0.357	0.543	0.757	0.984	1.199

$p^* = 0.1 \quad \phi = 1.00 \quad \alpha_{10} = 27^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.196	0.268	0.446								
0.060	0.177	0.243	0.411	0.758							
0.070	0.160	0.220	0.378	0.697							
0.080	0.143	0.197	0.345	0.640							
0.090	0.127	0.175	0.312	0.584							
0.100	0.111	0.153	0.279	0.529							
0.110	0.096	0.132	0.247	0.475							
0.120	0.081	0.111	0.215	0.421	0.716						
0.130	0.066	0.091	0.183	0.367	0.608						
0.135	0.059	0.081	0.167	0.340	0.560						
0.140	0.052	0.071	0.151	0.314	0.515						
0.145	0.045	0.061	0.136	0.287	0.471	0.835					
0.150	0.038	0.051	0.120	0.260	0.428	0.714					
0.155	0.031	0.041	0.104	0.233	0.386	0.628					
0.160	0.024	0.031	0.088	0.207	0.344	0.554	1.020				
0.165	0.017	0.022	0.073	0.180	0.303	0.484	0.799				
0.170	0.010	0.012	0.057	0.153	0.262	0.418	0.670	1.153			
0.175	0.004	0.002	0.041	0.127	0.222	0.354	0.558	0.903	1.357	1.954	2.659
0.180			0.026	0.100	0.181	0.292	0.455	0.717	1.000	1.445	1.908
0.185			0.010	0.073	0.141	0.231	0.358	0.552	0.784	1.068	1.391
0.190				0.047	0.102	0.171	0.264	0.399	0.553	0.736	0.941

$p^* = 0.1 \quad \phi = 1.00 \quad \alpha_{10} = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.156	0.234	0.429								
0.060	0.140	0.213	0.398								
0.070	0.125	0.193	0.368								
0.080	0.111	0.173	0.337								
0.090	0.097	0.153	0.306								
0.100	0.083	0.134	0.276								
0.110	0.070	0.116	0.245	0.533							
0.120	0.057	0.097	0.215	0.461							
0.130	0.045	0.079	0.185	0.398							
0.135	0.039	0.070	0.169	0.368							
0.140	0.032	0.061	0.154	0.338	0.640						
0.145	0.026	0.052	0.139	0.309	0.541						
0.150	0.020	0.043	0.124	0.280	0.479						
0.155	0.014	0.034	0.109	0.252	0.425						
0.160	0.008	0.026	0.093	0.223	0.375	0.631					
0.165	0.002	0.017	0.078	0.195	0.328	0.529					
0.170		0.008	0.063	0.167	0.283	0.447	0.721				
0.175			0.048	0.140	0.238	0.373	0.580	0.928	1.384	1.983	2.691
0.180			0.033	0.112	0.195	0.304	0.463	0.716	1.028	1.423	1.877
0.185			0.018	0.084	0.152	0.238	0.358	0.540	0.760	1.035	1.351
0.190			0.002	0.057	0.110	0.174	0.258	0.380	0.523	0.698	0.897

$p^* = 0.1 \quad \phi = 1.00 \quad \alpha_{10} = 23^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.219	0.287	0.457	0.776							
0.060	0.199	0.260	0.420	0.723							
0.070	0.179	0.235	0.384	0.670							
0.080	0.161	0.210	0.349	0.617							
0.090	0.143	0.186	0.314	0.564							
0.100	0.126	0.162	0.280	0.511	0.838						
0.110	0.109	0.140	0.246	0.458	0.738						
0.120	0.093	0.117	0.213	0.405	0.649						
0.130	0.077	0.095	0.180	0.352	0.565						
0.135	0.069	0.085	0.163	0.325	0.524	0.910					
0.140	0.061	0.074	0.147	0.299	0.483	0.805					
0.145	0.053	0.063	0.130	0.272	0.443	0.725					
0.150	0.046	0.053	0.114	0.246	0.403	0.652					
0.155	0.038	0.042	0.098	0.219	0.363	0.585	1.068				
0.160	0.031	0.032	0.082	0.193	0.324	0.520	0.876				
0.165	0.023	0.021	0.065	0.166	0.284	0.457	0.749				
0.170	0.016	0.011	0.049	0.140	0.245	0.396	0.639	1.029			
0.175	0.009	0.001	0.033	0.113	0.206	0.336	0.538	0.881	1.333	1.929	2.632
0.180	0.002		0.017	0.087	0.167	0.277	0.442	0.708	1.038	1.451	1.920
0.185			0.001	0.061	0.128	0.218	0.349	0.550	0.790	1.081	1.409
0.190				0.034	0.089	0.161	0.259	0.402	0.563	0.753	0.962

$p^* = 0.1 \quad \phi = 1.00 \quad \alpha_{10} = 30^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.180	0.255	0.438								
0.060	0.163	0.231	0.405								
0.070	0.146	0.209	0.373								
0.080	0.130	0.187	0.341	0.677							
0.090	0.115	0.166	0.309	0.608							
0.100	0.100	0.146	0.278	0.547							
0.110	0.086	0.126	0.246	0.490							
0.120	0.071	0.106	0.225	0.433							
0.130	0.058	0.086	0.184	0.376	0.658						
0.135	0.051	0.077	0.168	0.350	0.595						
0.140	0.044	0.067	0.153	0.323	0.541						
0.145	0.038	0.058	0.137	0.295	0.492						
0.150	0.031	0.048	0.122	0.268	0.445	0.823					
0.155	0.024	0.039	0.106	0.241	0.400	0.667					
0.160	0.018	0.029	0.091	0.214	0.356	0.578					
0.165	0.012	0.020	0.076	0.187	0.313	0.501	0.844				
0.170	0.005	0.011	0.060	0.160	0.271	0.438	0.689	1.222			
0.175			0.045	0.133	0.229	0.363	0.568	0.914	1.369	1.967	2.673
0.180		0.002	0.045	0.133	0.229	0.363	0.568	0.914	1.369	1.967	2.673
0.185			0.029	0.106	0.188	0.298	0.460	0.718	1.037	1.438	1.897
0.190			0.014	0.079	0.147	0.235	0.360	0.549	0.776	1.056	1.376
				0.052	0.106	0.174	0.264	0.393	0.542	0.722	0.924

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 15^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.265	0.313	0.461	0.732	1.038	1.500						
0.060	0.230	0.269	0.403	0.658	0.950	1.393						
0.070	0.197	0.226	0.347	0.586	0.863	1.286						
0.080	0.165	0.186	0.294	0.517	0.778	1.179	2.117					
0.090	0.135	0.147	0.242	0.448	0.695	1.073	1.828					
0.100	0.106	0.109	0.191	0.382	0.612	0.966	1.642					
0.110	0.078	0.072	0.142	0.316	0.530	0.860	1.472					
0.120	0.050	0.036	0.094	0.251	0.449	0.753	1.307					
0.130	0.023	0.002	0.047	0.188	0.368	0.647	1.147					
0.135	0.010		0.023	0.156	0.328	0.594	1.067					
0.140			0.000	0.124	0.287	0.541	0.988					
0.145				0.093	0.247	0.488	0.909	1.906				
0.150				0.062	0.207	0.435	0.831	1.701				
0.155				0.031	0.168	0.382	0.753	1.532				
0.160				0.000	0.128	0.328	0.675	1.378				
0.165					0.088	0.275	0.597	1.234				
0.170					0.049	0.222	0.520	1.095	2.002			
0.175						0.169	0.443	0.960	1.764			
0.180						0.116	0.365	0.829	1.509	2.639		
0.185						0.063	0.288	0.699	1.278	2.108	3.277	
0.190						0.010	0.211	0.572	1.063	1.724	2.519	3.331

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 27^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.198	0.268	0.447	0.765	1.205							
0.060	0.174	0.237	0.404	0.709	1.109							
0.070	0.151	0.207	0.363	0.653	1.025							
0.080	0.129	0.178	0.324	0.598	0.945							
0.090	0.108	0.150	0.285	0.543	0.866							
0.100	0.087	0.123	0.247	0.489	0.789							
0.110	0.068	0.096	0.209	0.434	0.711							
0.120	0.048	0.071	0.172	0.380	0.635	1.135						
0.130	0.030	0.045	0.136	0.326	0.558	0.962						
0.135	0.020	0.033	0.118	0.299	0.520	0.893						
0.140	0.011	0.021	0.100	0.272	0.482	0.827						
0.145	0.002	0.008	0.082	0.245	0.443	0.764						
0.150			0.064	0.218	0.405	0.702						
0.155			0.047	0.191	0.367	0.642						
0.160			0.029	0.165	0.329	0.583	1.086					
0.165			0.011	0.138	0.291	0.525	0.956					
0.170				0.111	0.253	0.467	0.845					
0.175				0.084	0.215	0.410	0.743	1.602				
0.180				0.057	0.177	0.354	0.646	1.221				
0.185				0.031	0.139	0.297	0.553	1.019	1.725			
0.190				0.004	0.101	0.241	0.463	0.847	1.360	2.051	2.892	3.777

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.67 \quad \text{ca}\theta = 35^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.155	0.233	0.425	0.767								
0.060	0.134	0.206	0.388	0.734								
0.070	0.115	0.180	0.352	0.681								
0.080	0.096	0.155	0.317	0.627								
0.090	0.078	0.131	0.282	0.574								
0.100	0.061	0.108	0.248	0.521								
0.110	0.044	0.085	0.214	0.468	0.849							
0.120	0.028	0.063	0.181	0.415	0.734							
0.130	0.012	0.041	0.148	0.362	0.640							
0.135	0.004	0.030	0.131	0.335	0.596							
0.140		0.019	0.115	0.309	0.553							
0.145		0.008	0.099	0.282	0.510							
0.150			0.082	0.256	0.469	0.881						
0.155			0.066	0.229	0.428	0.773						
0.160			0.050	0.203	0.387	0.690						
0.165			0.034	0.176	0.346	0.616						
0.170			0.017	0.150	0.306	0.547	1.107					
0.175			0.001	0.123	0.266	0.481	0.873					
0.180				0.097	0.227	0.417	0.740					
0.185				0.070	0.187	0.355	0.626	1.137				
0.190				0.044	0.148	0.294	0.522	0.914	1.438	2.149	3.042	

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.70 \quad \text{ca}\theta = 19^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.251	0.311	0.474	0.765	1.099							
0.060	0.222	0.273	0.424	0.700	1.020	1.611						
0.070	0.194	0.237	0.376	0.637	0.943	1.469						
0.080	0.168	0.202	0.329	0.575	0.865	1.350						
0.090	0.142	0.169	0.284	0.515	0.788	1.236						
0.100	0.117	0.137	0.240	0.455	0.711	1.124						
0.110	0.093	0.106	0.197	0.395	0.634	1.015						
0.120	0.070	0.075	0.155	0.337	0.557	0.906						
0.130	0.048	0.045	0.114	0.279	0.481	0.798	1.465					
0.135	0.036	0.031	0.093	0.250	0.443	0.744	1.341					
0.140	0.025	0.016	0.073	0.221	0.404	0.690	1.235					
0.145	0.015	0.002	0.053	0.192	0.366	0.636	1.137					
0.150	0.004		0.033	0.164	0.328	0.582	1.044					
0.155			0.013	0.135	0.290	0.529	0.954					
0.160				0.107	0.252	0.475	0.866					
0.165				0.078	0.214	0.422	0.780	1.585				
0.170				0.050	0.176	0.368	0.696	1.367				
0.175				0.022	0.138	0.315	0.613	1.191				
0.180					0.100	0.261	0.530	1.032	1.821			
0.185					0.061	0.208	0.448	0.883	1.501	2.456		
0.190					0.023	0.155	0.367	0.740	1.242	1.916	2.729	3.564

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.67 \quad \text{ca}\theta = 30^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.181	0.254	0.438	0.769								
0.060	0.158	0.225	0.398	0.715								
0.070	0.137	0.197	0.359	0.661								
0.080	0.116	0.169	0.321	0.608	1.015							
0.090	0.097	0.143	0.264	0.554	0.917							
0.100	0.077	0.118	0.240	0.501	0.830							
0.110	0.059	0.093	0.212	0.448	0.747							
0.120	0.041	0.068	0.177	0.394	0.666							
0.130	0.023	0.044	0.142	0.341	0.587							
0.135	0.014	0.033	0.124	0.314	0.548	0.993						
0.140	0.006	0.021	0.107	0.288	0.508	0.900						
0.145		0.009	0.090	0.261	0.469	0.823						
0.150			0.073	0.235	0.431	0.753						
0.155			0.056	0.208	0.392	0.686						
0.160			0.039	0.181	0.353	0.622						
0.165			0.022	0.155	0.314	0.560	1.053					
0.170			0.005	0.128	0.276	0.499	0.908					
0.175				0.102	0.237	0.440	0.790					
0.180				0.075	0.199	0.381	0.684	1.312				
0.185				0.049	0.160	0.323	0.584	1.064	1.863			
0.190				0.022	0.122	0.265	0.489	0.876	1.394	2.092	2.947	3.676

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.70 \quad \text{ca}\theta = 15^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.272	0.322	0.472	0.747	1.056	1.529						
0.060	0.238	0.278	0.415	0.674	0.969	1.422						
0.070	0.206	0.237	0.361	0.604	0.884	1.316						
0.080	0.175	0.198	0.309	0.535	0.801	1.210						
0.090	0.145	0.159	0.258	0.468	0.718	1.104	1.957					
0.100	0.117	0.123	0.208	0.403	0.637	0.998	1.715					
0.110	0.089	0.087	0.160	0.338	0.556	0.891	1.529					
0.120	0.063	0.052	0.113	0.274	0.475	0.785	1.358					
0.130	0.037	0.018	0.067	0.212	0.395	0.679	1.193					
0.135	0.024	0.001	0.044	0.180	0.355	0.626	1.111					
0.140	0.011		0.021	0.150	0.316	0.573	1.031					
0.145				0.119	0.276	0.528	0.951					
0.150				0.088	0.236	0.467	0.872	1.799				
0.155				0.057	0.197	0.414	0.793	1.604				
0.160				0.027	0.157	0.361	0.714	1.439				
0.165					0.118	0.308	0.636	1.287				
0.170					0.079	0.255	0.557	1.143	2.215			
0.175					0.040	0.202	0.479	1.005	1.834			
0.180					0.000	0.150	0.402	0.870	1.562	2.796		
0.185						0.097	0.324	0.739	1.323	2.165	3.410	
0.190						0.044	0.247	0.610	1.102	1.765	2.563	3.378

$p^* = 0.2$ $\xi\theta = 0.70$ $\alpha_{10} = 27^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.203	0.274	0.454	0.777							
0.060	0.179	0.243	0.413	0.722	1.162						
0.070	0.157	0.214	0.373	0.667	1.060						
0.080	0.135	0.186	0.334	0.612	0.974						
0.090	0.115	0.158	0.295	0.558	0.892						
0.100	0.095	0.132	0.258	0.504	0.813						
0.110	0.075	0.106	0.221	0.450	0.734						
0.120	0.056	0.081	0.185	0.396	0.656						
0.130	0.038	0.056	0.149	0.342	0.579	1.010					
0.135	0.029	0.044	0.131	0.315	0.540	0.931					
0.140	0.020	0.032	0.113	0.289	0.502	0.860					
0.145	0.011	0.020	0.096	0.262	0.464	0.794					
0.150	0.002	0.008	0.078	0.235	0.425	0.730					
0.155			0.061	0.208	0.387	0.668					
0.160			0.043	0.182	0.349	0.608	1.149				
0.165			0.026	0.155	0.310	0.548	0.996				
0.170			0.009	0.128	0.272	0.490	0.877				
0.175			0.101	0.234	0.432	0.770					
0.180			0.075	0.196	0.374	0.671	1.260				
0.185			0.048	0.158	0.318	0.576	1.046	1.775			
0.190			0.021	0.120	0.261	0.484	0.869	1.384	2.077	2.922	3.820

$p^* = 0.2$ $\xi\theta = 0.70$ $\alpha_{10} = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.159	0.238	0.432	0.807							
0.060	0.139	0.212	0.396	0.752							
0.070	0.120	0.186	0.360	0.698							
0.080	0.102	0.162	0.326	0.644							
0.090	0.084	0.138	0.292	0.590							
0.100	0.067	0.115	0.258	0.537							
0.110	0.051	0.093	0.225	0.483							
0.120	0.034	0.071	0.192	0.430	0.771						
0.130	0.019	0.049	0.159	0.377	0.666						
0.135	0.011	0.039	0.143	0.350	0.620						
0.140	0.003	0.028	0.126	0.324	0.575						
0.145		0.018	0.110	0.297	0.531						
0.150		0.007	0.094	0.271	0.488						
0.155			0.078	0.244	0.446	0.816					
0.160			0.062	0.217	0.405	0.720					
0.165			0.046	0.191	0.364	0.641					
0.170			0.030	0.164	0.323	0.569					
0.175			0.014	0.138	0.283	0.501	0.908				
0.180			0.111	0.242	0.435	0.764					
0.185			0.085	0.203	0.372	0.646	1.166				
0.190			0.058	0.163	0.310	0.539	0.932	1.458	2.172	3.079	

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 19^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.268	0.332	0.501	0.802	1.155						
0.060	0.241	0.297	0.454	0.740	1.079						
0.070	0.215	0.263	0.409	0.681	1.004						
0.080	0.190	0.231	0.365	0.622	0.928						
0.090	0.166	0.200	0.323	0.564	0.852	1.390					
0.100	0.144	0.170	0.281	0.506	0.776	1.245					
0.110	0.121	0.140	0.241	0.449	0.700	1.121					
0.120	0.100	0.112	0.201	0.393	0.625	1.003					
0.130	0.079	0.084	0.161	0.336	0.549	0.889					
0.135	0.068	0.070	0.142	0.308	0.511	0.833					
0.140	0.058	0.057	0.123	0.280	0.473	0.777	1.472				
0.145	0.048	0.043	0.103	0.253	0.435	0.721	1.301				
0.150	0.038	0.030	0.084	0.225	0.398	0.666	1.180				
0.155	0.028	0.016	0.065	0.197	0.360	0.611	1.074				
0.160	0.018	0.003	0.047	0.169	0.322	0.556	0.976				
0.165	0.009		0.028	0.142	0.284	0.501	0.882				
0.170			0.009	0.114	0.246	0.447	0.791	1.563			
0.175				0.086	0.208	0.393	0.703	1.323			
0.180				0.059	0.171	0.338	0.616	1.140	2.094		
0.185				0.031	0.133	0.284	0.531	0.976	1.619		
0.190				0.004	0.095	0.230	0.447	0.824	1.331	2.011	2.833 3.682

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 27^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.216	0.290	0.476	0.814							
0.060	0.194	0.262	0.437	0.761							
0.070	0.173	0.234	0.399	0.708							
0.080	0.153	0.208	0.362	0.654							
0.090	0.133	0.182	0.326	0.601	0.998						
0.100	0.115	0.157	0.290	0.548	0.896						
0.110	0.097	0.133	0.255	0.495	0.807						
0.120	0.079	0.109	0.220	0.442	0.724						
0.130	0.062	0.085	0.186	0.389	0.642						
0.135	0.053	0.074	0.169	0.362	0.602						
0.140	0.045	0.063	0.151	0.336	0.562	0.993					
0.145	0.037	0.051	0.135	0.309	0.522	0.898					
0.150	0.029	0.040	0.118	0.283	0.483	0.820					
0.155	0.021	0.029	0.101	0.256	0.444	0.748					
0.160	0.013	0.018	0.084	0.230	0.405	0.681	1.174				
0.165	0.005	0.007		0.203	0.366	0.617	1.174				
0.170			0.051	0.177	0.327	0.554	0.981				
0.175				0.034	0.150	0.288	0.493	0.853			
0.180				0.018	0.124	0.249	0.433	0.741	1.412		
0.185				0.001	0.097	0.210	0.374	0.639	1.126		
0.190					0.071	0.172	0.316	0.541	0.930	1.449	2.150 3.013 3.979

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 15^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.292	0.347	0.504	0.767	1.109	1.630					
0.060	0.260	0.307	0.451	0.719	1.027	1.521					
0.070	0.230	0.268	0.400	0.653	0.946	1.413					
0.080	0.202	0.231	0.351	0.588	0.866	1.306					
0.090	0.175	0.196	0.304	0.525	0.787	1.200					
0.100	0.148	0.162	0.257	0.462	0.708	1.093					
0.110	0.123	0.129	0.212	0.401	0.629	0.987					
0.120	0.098	0.096	0.168	0.340	0.551	0.880	1.541				
0.130	0.074	0.064	0.124	0.280	0.474	0.774	1.343				
0.135	0.062	0.049	0.103	0.250	0.435	0.721	1.251				
0.140	0.050	0.033	0.081	0.221	0.396	0.668	1.163				
0.145	0.039	0.018	0.060	0.191	0.357	0.615	1.077				
0.150	0.027	0.003	0.039	0.161	0.319	0.562	0.993				
0.155	0.016		0.018	0.132	0.280	0.509	0.910				
0.160	0.005			0.103	0.241	0.456	0.827	1.652			
0.165				0.074	0.203	0.402	0.746	1.456			
0.170				0.044	0.164	0.349	0.665	1.289			
0.175				0.015	0.126	0.296	0.584	1.135	2.096		
0.180					0.087	0.243	0.504	0.990	1.724		
0.185					0.049	0.190	0.425	0.850	1.452	2.340	
0.190					0.010	0.137	0.346	0.715	1.213	1.881	2.687 3.512

$p^* = 0.2 \quad \epsilon\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 23^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.242	0.312	0.490	0.808	1.241						
0.060	0.217	0.280	0.447	0.751	1.149						
0.070	0.194	0.250	0.406	0.695	1.066						
0.080	0.172	0.221	0.366	0.640	0.986						
0.090	0.151	0.193	0.327	0.585	0.908						
0.100	0.131	0.166	0.289	0.531	0.830						
0.110	0.111	0.139	0.252	0.476	0.753						
0.120	0.091	0.113	0.215	0.422	0.676	1.169					
0.130	0.072	0.088	0.178	0.368	0.600	1.002					
0.135	0.063	0.076	0.160	0.341	0.561	0.933					
0.140	0.054	0.063	0.142	0.314	0.523	0.867					
0.145	0.045	0.051	0.124	0.287	0.485	0.805					
0.150	0.036	0.039	0.107	0.260	0.447	0.743					
0.155	0.027	0.027	0.089	0.233	0.409	0.684	1.330				
0.160	0.018	0.015	0.071	0.207	0.371	0.625	1.124				
0.165	0.010	0.003	0.054	0.180	0.333	0.566	0.996				
0.170	0.001		0.036	0.153	0.295	0.509	0.886				
0.175			0.019	0.126	0.257	0.452	0.784	1.604			
0.180				0.099	0.219	0.395	0.688	1.260			
0.185				0.061	0.181	0.339	0.595	1.060	1.764		
0.190					0.046	0.143	0.283	0.505	0.888	1.402	2.092 2.932 3.817

p* = 0.2 εθ = 0.80 calθ = 35°											
kcal											
βeta :: D/h											
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.170	0.252	0.452								
0.060	0.151	0.227	0.418								
0.070	0.133	0.203	0.384	0.770							
0.080	0.116	0.181	0.351	0.703							
0.090	0.100	0.158	0.319	0.644							
0.100	0.084	0.137	0.286	0.586							
0.110	0.069	0.116	0.254	0.531							
0.120	0.054	0.095	0.222	0.476							
0.130	0.039	0.074	0.190	0.421	0.789						
0.135	0.032	0.064	0.174	0.394	0.708						
0.140	0.025	0.054	0.159	0.367	0.649						
0.145	0.017	0.044	0.143	0.340	0.597						
0.150	0.010	0.034	0.127	0.313	0.548						
0.155	0.004	0.024	0.111	0.286	0.502						
0.160	0.015	0.096	0.259	0.457	0.856						
0.165	0.005	0.080	0.232	0.414	0.724						
0.170		0.064	0.205	0.371	0.635						
0.175		0.049	0.178	0.329	0.558	0.839					
0.180		0.033	0.152	0.287	0.487	0.701	1.263				
0.185		0.018	0.125	0.246	0.419	0.585	0.981	1.513	2.242		
0.190		0.002	0.098	0.205	0.354	0.508	0.981	1.513	2.242		

$p^* = 0.2 \quad \varphi = 1.00 \quad \alpha_{10} = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.185	0.272	0.484								
0.060	0.168	0.249	0.452								
0.070	0.152	0.228	0.421								
0.080	0.137	0.207	0.389								
0.090	0.122	0.187	0.358								
0.100	0.108	0.167	0.327								
0.110	0.094	0.147	0.297	0.626							
0.120	0.080	0.128	0.266	0.556							
0.130	0.067	0.109	0.235	0.493							
0.135	0.061	0.100	0.220	0.463							
0.140	0.054	0.091	0.205	0.433							
0.145	0.048	0.081	0.189	0.404							
0.150	0.041	0.072	0.174	0.376	0.676						
0.155	0.035	0.063	0.159	0.347	0.602						
0.160	0.029	0.054	0.143	0.319	0.544						
0.165	0.023	0.045	0.128	0.291	0.492						
0.170	0.016	0.036	0.113	0.263	0.442	0.776					
0.175	0.010	0.027	0.098	0.235	0.396	0.652					
0.180	0.004	0.018	0.082	0.208	0.350	0.564					
0.185	0.009	0.067	0.180	0.306	0.486	0.785					
0.190		0.052	0.153	0.262	0.414	0.648	1.050	1.593	2.360		

$p^* = 0.3 \quad \varphi = 0.67 \quad \alpha_{10} = 19^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.293	0.358	0.535	0.849	1.205	1.795					
0.060	0.261	0.317	0.481	0.780	1.123	1.683					
0.070	0.231	0.278	0.429	0.714	1.042	1.573					
0.080	0.202	0.241	0.380	0.649	0.962	1.465					
0.090	0.174	0.205	0.332	0.585	0.883	1.357					
0.100	0.148	0.170	0.285	0.522	0.804	1.250					
0.110	0.122	0.136	0.239	0.461	0.726	1.143					
0.120	0.097	0.103	0.195	0.400	0.648	1.016					
0.130	0.072	0.071	0.151	0.339	0.570	0.929	1.671				
0.135	0.060	0.056	0.129	0.309	0.531	0.876	1.560				
0.140	0.048	0.040	0.108	0.280	0.492	0.823	1.459				
0.145	0.037	0.025	0.086	0.250	0.454	0.770	1.364				
0.150	0.025	0.009	0.065	0.220	0.415	0.717	1.273				
0.155	0.013		0.044	0.191	0.376	0.664	1.185				
0.160	0.002		0.023	0.161	0.338	0.610	1.098				
0.165			0.002	0.132	0.299	0.557	1.014				
0.170				0.103	0.261	0.504	0.930	2.018			
0.175				0.074	0.222	0.451	0.847	1.718			
0.180				0.045	0.184	0.398	0.765	1.523			
0.185				0.016	0.145	0.345	0.664	1.354			
0.190					0.107	0.292	0.603	1.199	2.246		

$p^* = 0.2 \quad \varphi = 1.00 \quad \alpha_{10} = 30^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.214	0.297	0.498								
0.060	0.196	0.272	0.464								
0.070	0.178	0.249	0.430	0.828							
0.080	0.161	0.226	0.397	0.755							
0.090	0.145	0.204	0.365	0.683							
0.100	0.129	0.182	0.332	0.636							
0.110	0.114	0.161	0.300	0.579							
0.120	0.099	0.141	0.269	0.524							
0.130	0.084	0.120	0.237	0.469							
0.135	0.077	0.110	0.221	0.442	0.764						
0.140	0.070	0.100	0.205	0.415	0.701						
0.145	0.063	0.090	0.190	0.388	0.640						
0.150	0.056	0.080	0.174	0.360	0.590						
0.155	0.049	0.071	0.158	0.333	0.552						
0.160	0.042	0.061	0.143	0.307	0.506						
0.165	0.036	0.051	0.127	0.280	0.462	0.778					
0.170	0.029	0.042	0.111	0.253	0.419	0.686					
0.175	0.022	0.032	0.096	0.226	0.377	0.607					
0.180	0.016	0.023	0.080	0.199	0.335	0.535	0.890				
0.185	0.009	0.013	0.065	0.172	0.293	0.467	0.750	1.324			
0.190	0.002	0.004	0.049	0.145	0.252	0.402	0.633	1.030	1.562	2.292	

$p^* = 0.3 \quad \varphi = 0.67 \quad \alpha_{10} = 15^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.318	0.373	0.536	0.833	1.165	1.662					
0.060	0.281	0.325	0.475	0.755	1.074	1.553					
0.070	0.246	0.281	0.416	0.680	0.985	1.445					
0.080	0.213	0.238	0.360	0.600	0.897	1.337	2.243				
0.090	0.181	0.197	0.305	0.537	0.811	1.229	2.042				
0.100	0.150	0.157	0.253	0.468	0.726	1.121	1.867				
0.110	0.120	0.118	0.201	0.400	0.642	1.014	1.702				
0.120	0.091	0.081	0.151	0.333	0.559	0.907	1.540				
0.130	0.063	0.044	0.101	0.267	0.477	0.800	1.381				
0.135	0.049	0.026	0.077	0.235	0.436	0.747	1.302				
0.140	0.035	0.008	0.053	0.202	0.395	0.694	1.224				
0.145	0.022		0.029	0.170	0.354	0.640	1.146				
0.150	0.008		0.006	0.136	0.313	0.587	1.068	2.267			
0.155				0.106	0.273	0.534	0.990	2.029			
0.160				0.074	0.233	0.480	0.913	1.849			
0.165				0.043	0.192	0.427	0.835	1.689			
0.170				0.011	0.152	0.374	0.758	1.541			
0.175					0.112	0.321	0.681	1.399			
0.180					0.072	0.267	0.604	1.262	2.474		
0.185					0.032	0.214	0.527	1.129	2.106		
0.190						0.161	0.451	0.998	1.833		

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 23^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.264	0.336	0.523	0.853	1.238					
0.060	0.236	0.299	0.475	0.790	1.161					
0.070	0.209	0.265	0.428	0.729	1.085					
0.080	0.183	0.231	0.383	0.669	1.009					
0.090	0.159	0.199	0.340	0.610	0.933	1.556				
0.100	0.135	0.168	0.297	0.552	0.857	1.396				
0.110	0.112	0.138	0.255	0.494	0.781	1.268				
0.120	0.089	0.108	0.215	0.437	0.705	1.149				
0.130	0.068	0.079	0.174	0.380	0.630	1.033				
0.135	0.057	0.065	0.154	0.352	0.592	0.977				
0.140	0.046	0.051	0.135	0.324	0.554	0.920				
0.145	0.036	0.037	0.115	0.296	0.516	0.865				
0.150	0.025	0.024	0.095	0.268	0.478	0.809	1.554			
0.155	0.015	0.010	0.076	0.239	0.440	0.754	1.392			
0.160	0.005		0.057	0.212	0.402	0.699	1.271			
0.170			0.038	0.184	0.364	0.644	1.165			
0.175			0.019	0.156	0.327	0.589	1.065			
0.180				0.128	0.289	0.535	0.971			
0.185				0.100	0.251	0.480	0.879			
0.190				0.073	0.213	0.426	0.790	1.571		
				0.045	0.175	0.372	0.703	1.358		

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 30^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.215	0.296	0.496	0.854						
0.060	0.191	0.264	0.455	0.799						
0.070	0.168	0.235	0.414	0.744	1.230					
0.080	0.146	0.206	0.375	0.690	1.117					
0.090	0.125	0.179	0.337	0.636	1.028					
0.100	0.105	0.152	0.299	0.582	0.945					
0.110	0.086	0.126	0.262	0.528	0.864					
0.120	0.066	0.100	0.226	0.474	0.785					
0.130	0.048	0.075	0.190	0.421	0.707					
0.135	0.039	0.063	0.172	0.394	0.668					
0.140	0.030	0.051	0.154	0.367	0.629	1.131				
0.145	0.021	0.039	0.136	0.340	0.590	1.038				
0.150	0.012	0.027	0.119	0.314	0.551	0.961				
0.155	0.003	0.015	0.101	0.287	0.513	0.890				
0.160		0.003	0.084	0.260	0.474	0.823				
0.165			0.066	0.234	0.436	0.759				
0.170			0.049	0.207	0.397	0.696				
0.175			0.032	0.180	0.359	0.635	1.208			
0.180			0.015	0.153	0.320	0.576	1.055			
0.185				0.127	0.282	0.516	0.933			
0.190				0.100	0.244	0.458	0.825			

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 27^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.235	0.313	0.508	0.853	1.295					
0.060	0.210	0.279	0.464	0.795	1.214					
0.070	0.185	0.248	0.421	0.738	1.135					
0.080	0.162	0.218	0.380	0.682	1.058					
0.090	0.140	0.188	0.339	0.626	0.981					
0.100	0.118	0.160	0.300	0.571	0.904					
0.110	0.097	0.132	0.261	0.516	0.828					
0.120	0.077	0.105	0.223	0.461	0.751	1.369				
0.130	0.057	0.079	0.185	0.406	0.675	1.157				
0.135	0.047	0.066	0.167	0.379	0.637	1.085				
0.140	0.038	0.053	0.148	0.352	0.599	1.017				
0.145	0.028	0.040	0.130	0.324	0.561	0.953				
0.150	0.019	0.027	0.112	0.297	0.523	0.891				
0.155	0.009	0.015	0.093	0.270	0.485	0.830				
0.160	0.000	0.002	0.075	0.243	0.447	0.770				
0.165			0.057	0.216	0.409	0.712	1.400			
0.170			0.039	0.189	0.371	0.654	1.215			
0.175			0.022	0.162	0.333	0.596	1.087			
0.180			0.004	0.135	0.295	0.539	0.976			
0.185				0.108	0.257	0.483	0.874			
0.190				0.081	0.219	0.427	0.777	1.538		

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 35^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.183	0.269	0.478	0.865						
0.060	0.161	0.241	0.440	0.812						
0.070	0.141	0.214	0.403	0.759						
0.080	0.121	0.188	0.367	0.706						
0.090	0.102	0.163	0.331	0.653						
0.100	0.084	0.138	0.296	0.600						
0.110	0.066	0.114	0.261	0.547	0.978					
0.120	0.049	0.091	0.227	0.494	0.862					
0.130	0.032	0.068	0.193	0.441	0.767					
0.135	0.024	0.057	0.176	0.415	0.723					
0.140	0.016	0.045	0.159	0.388	0.680					
0.145	0.008	0.034	0.143	0.362	0.638					
0.150		0.023	0.126	0.335	0.596					
0.155		0.012	0.109	0.309	0.555					
0.160		0.001	0.093	0.282	0.514	0.946				
0.165			0.076	0.256	0.474	0.851				
0.170			0.060	0.229	0.434	0.772				
0.175			0.044	0.203	0.394	0.699				
0.180			0.027	0.177	0.354	0.631				
0.185			0.011	0.150	0.314	0.565	1.055			
0.190				0.124	0.275	0.502	0.904			

p* = 0.3 $\xi\theta = 0.70$ cal $\theta = 19^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.299	0.365	0.545	0.862	1.223	1.877					
0.060	0.268	0.376	0.492	0.795	1.142	1.736					
0.070	0.239	0.288	0.442	0.730	1.063	1.618					
0.080	0.211	0.251	0.393	0.666	0.984	1.505					
0.090	0.184	0.216	0.346	0.603	0.906	1.395					
0.100	0.158	0.182	0.300	0.542	0.828	1.286					
0.110	0.132	0.149	0.256	0.481	0.750	1.178					
0.120	0.108	0.117	0.212	0.421	0.673	1.070					
0.130	0.084	0.086	0.169	0.361	0.595	0.963	1.811				
0.135	0.072	0.071	0.147	0.332	0.557	0.909	1.645				
0.140	0.061	0.055	0.126	0.302	0.518	0.856	1.527				
0.145	0.049	0.040	0.105	0.273	0.480	0.802	1.423				
0.150	0.038	0.025	0.085	0.244	0.442	0.749	1.326				
0.155	0.027	0.010	0.064	0.214	0.403	0.695	1.233				
0.160	0.015		0.043	0.185	0.365	0.642	1.143				
0.165	0.004		0.023	0.156	0.326	0.589	1.056				
0.170			0.003	0.128	0.288	0.536	0.970				
0.175				0.099	0.250	0.482	0.886	1.818			
0.180				0.070	0.211	0.429	0.802	1.589			
0.185				0.041	0.173	0.376	0.720	1.407			
0.190				0.013	0.135	0.323	0.638	1.244			

p* = 0.3 $\xi\theta = 0.70$ cal $\theta = 27^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.240	0.319	0.516	0.865	1.355						
0.060	0.215	0.286	0.473	0.809	1.251						
0.070	0.191	0.255	0.431	0.753	1.167						
0.080	0.169	0.226	0.390	0.697	1.086						
0.090	0.147	0.197	0.351	0.642	1.007						
0.100	0.126	0.169	0.312	0.587	0.929						
0.110	0.105	0.142	0.274	0.532	0.852						
0.120	0.086	0.116	0.236	0.478	0.775						
0.130	0.066	0.090	0.199	0.424	0.698	1.225					
0.135	0.057	0.077	0.181	0.397	0.660	1.136					
0.140	0.047	0.064	0.163	0.370	0.622	1.060					
0.145	0.038	0.052	0.145	0.343	0.584	0.991					
0.150	0.029	0.040	0.127	0.316	0.545	0.925					
0.155	0.020	0.027	0.109	0.289	0.507	0.862					
0.160	0.011	0.015	0.091	0.262	0.469	0.801					
0.165	0.002	0.003	0.073	0.235	0.431	0.740					
0.170			0.055	0.208	0.393	0.681	1.286				
0.175			0.038	0.181	0.355	0.623	1.135				
0.180			0.020	0.154	0.317	0.565	1.015				
0.185			0.003	0.127	0.279	0.507	0.907				
0.190				0.101	0.241	0.450	0.806	1.630			

p* = 0.3 $\xi\theta = 0.70$ cal $\theta = 15^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.325	0.362	0.540	0.840	1.184	1.691					
0.060	0.290	0.336	0.480	0.772	1.094	1.583					
0.070	0.256	0.292	0.431	0.699	1.007	1.476					
0.080	0.223	0.251	0.376	0.628	0.921	1.369					
0.090	0.192	0.210	0.323	0.558	0.836	1.262	2.150				
0.100	0.162	0.172	0.271	0.490	0.753	1.155	1.943				
0.110	0.133	0.134	0.221	0.424	0.670	1.048	1.765				
0.120	0.104	0.097	0.171	0.358	0.588	0.942	1.596				
0.130	0.077	0.062	0.123	0.293	0.506	0.836	1.433				
0.135	0.063	0.044	0.099	0.261	0.466	0.782	1.353				
0.140	0.050	0.027	0.076	0.229	0.425	0.729	1.273				
0.145	0.037	0.009	0.052	0.197	0.385	0.676	1.194				
0.150	0.024		0.029	0.166	0.345	0.623	1.115				
0.155	0.011		0.006	0.135	0.305	0.570	1.036	2.176			
0.160				0.103	0.265	0.517	0.958	1.946			
0.165				0.072	0.225	0.464	0.879	1.768			
0.170				0.041	0.185	0.411	0.802	1.609			
0.175				0.010	0.145	0.357	0.724	1.460			
0.180					0.105	0.304	0.646	1.318			
0.185					0.066	0.251	0.569	1.180	2.203		
0.190					0.026	0.198	0.492	1.047	1.903		

p* = 0.3 $\xi\theta = 0.70$ cal $\theta = 23^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.269	0.343	0.532	0.865	1.259						
0.060	0.242	0.307	0.485	0.804	1.183						
0.070	0.216	0.273	0.439	0.744	1.107						
0.080	0.191	0.241	0.395	0.685	1.032						
0.090	0.167	0.209	0.352	0.627	0.956						
0.100	0.143	0.179	0.311	0.569	0.880	1.475					
0.110	0.121	0.149	0.270	0.512	0.805	1.319					
0.120	0.099	0.120	0.229	0.456	0.729	1.190					
0.130	0.078	0.092	0.190	0.399	0.653	1.070					
0.135	0.067	0.078	0.170	0.371	0.615	1.012					
0.140	0.057	0.064	0.151	0.344	0.578	0.954					
0.145	0.047	0.051	0.132	0.316	0.540	0.897					
0.150	0.036	0.037	0.112	0.288	0.502	0.841					
0.155	0.026	0.024	0.093	0.260	0.464	0.784	1.486				
0.160	0.017	0.011	0.074	0.232	0.426	0.729	1.333				
0.165	0.007		0.055	0.205	0.388	0.673	1.215				
0.170			0.037	0.177	0.351	0.618	1.108				
0.175			0.018	0.150	0.313	0.563	1.009				
0.180				0.122	0.275	0.508	0.915				
0.185				0.095	0.237	0.453	0.823	1.652			
0.190				0.067	0.199	0.399	0.734	1.407			

$p^* = 0.3 \quad \xi\delta = 0.70 \quad \text{cal}\theta = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.187	0.274	0.486	0.883							
0.060	0.166	0.247	0.448	0.829							
0.070	0.146	0.220	0.412	0.776							
0.080	0.127	0.195	0.376	0.723							
0.090	0.108	0.170	0.341	0.670							
0.100	0.091	0.146	0.306	0.617							
0.110	0.073	0.123	0.272	0.564							
0.120	0.056	0.100	0.239	0.511	0.908						
0.130	0.040	0.077	0.205	0.458	0.800						
0.135	0.032	0.066	0.188	0.431	0.752						
0.140	0.024	0.055	0.172	0.405	0.707						
0.145	0.016	0.044	0.155	0.378	0.663						
0.150	0.008	0.033	0.139	0.352	0.620						
0.155	0.000	0.023	0.122	0.325	0.577						
0.160		0.012	0.106	0.299	0.536	1.038					
0.165		0.001	0.090	0.272	0.494	0.896					
0.170			0.073	0.246	0.454	0.806					
0.175			0.057	0.219	0.413	0.728					
0.180			0.041	0.193	0.373	0.656					
0.185			0.025	0.166	0.331	0.588	1.119				
0.190			0.009	0.140	0.293	0.523	0.938				

$p^* = 0.3 \quad \xi\delta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 19^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.317	0.388	0.573	0.901	1.280						
0.060	0.288	0.351	0.524	0.837	1.203						
0.070	0.261	0.315	0.477	0.776	1.127						
0.080	0.235	0.281	0.432	0.715	1.050						
0.090	0.210	0.249	0.387	0.655	0.974	1.546					
0.100	0.185	0.217	0.344	0.597	0.898	1.414					
0.110	0.162	0.186	0.302	0.538	0.822	1.294					
0.120	0.139	0.156	0.260	0.480	0.746	1.178					
0.130	0.117	0.127	0.220	0.423	0.670	1.065					
0.135	0.106	0.113	0.200	0.395	0.632	1.009					
0.140	0.095	0.098	0.180	0.366	0.594	0.954					
0.145	0.085	0.084	0.160	0.338	0.556	0.899					
0.150	0.074	0.070	0.140	0.310	0.518	0.844	1.527				
0.155	0.064	0.056	0.120	0.281	0.480	0.789	1.399				
0.160	0.053	0.043	0.101	0.253	0.442	0.735	1.289				
0.165	0.043	0.029	0.081	0.225	0.404	0.680	1.188				
0.170	0.033	0.015	0.062	0.197	0.366	0.626	1.093				
0.175	0.023	0.002	0.043	0.169	0.328	0.572	1.000				
0.180	0.013		0.024	0.141	0.290	0.518	0.911	1.888			
0.185	0.003		0.005	0.113	0.252	0.464	0.823	1.580			
0.190				0.086	0.214	0.410	0.737	1.381			

$p^* = 0.3 \quad \xi\delta = 0.70 \quad \text{cal}\theta = 30^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.219	0.301	0.504	0.867							
0.060	0.196	0.271	0.463	0.813							
0.070	0.174	0.242	0.424	0.759							
0.080	0.152	0.214	0.385	0.705	1.187						
0.090	0.132	0.187	0.347	0.651	1.068						
0.100	0.112	0.161	0.310	0.598	0.977						
0.110	0.093	0.135	0.274	0.544	0.893						
0.120	0.074	0.110	0.238	0.491	0.811						
0.130	0.056	0.086	0.203	0.437	0.731						
0.135	0.047	0.074	0.185	0.411	0.691						
0.140	0.039	0.062	0.168	0.384	0.652						
0.145	0.030	0.050	0.150	0.358	0.612	1.102					
0.150	0.021	0.038	0.133	0.331	0.573	1.007					
0.155	0.013	0.026	0.115	0.304	0.534	0.928					
0.160	0.004	0.015	0.098	0.278	0.495	0.856					
0.165		0.003	0.081	0.251	0.457	0.789					
0.170			0.064	0.225	0.418	0.724					
0.175			0.047	0.198	0.379	0.662	1.329				
0.180			0.030	0.171	0.341	0.600	1.102				
0.185			0.013	0.145	0.302	0.540	0.969				
0.190				0.118	0.264	0.481	0.854				

$p^* = 0.3 \quad \xi\delta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 15^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.346	0.408	0.582	0.891	1.239	1.788					
0.060	0.313	0.366	0.526	0.820	1.155	1.681					
0.070	0.282	0.325	0.473	0.751	1.072	1.575					
0.080	0.252	0.287	0.421	0.684	0.990	1.469					
0.090	0.223	0.249	0.372	0.619	0.909	1.363					
0.100	0.195	0.213	0.323	0.554	0.829	1.257					
0.110	0.168	0.178	0.276	0.491	0.749	1.151					
0.120	0.142	0.144	0.230	0.428	0.670	1.045	1.810				
0.130	0.116	0.111	0.184	0.367	0.591	0.939	1.609				
0.135	0.104	0.094	0.162	0.336	0.552	0.886	1.517				
0.140	0.092	0.078	0.140	0.305	0.512	0.833	1.420				
0.145	0.079	0.062	0.118	0.275	0.473	0.780	1.342				
0.150	0.067	0.046	0.096	0.245	0.434	0.727	1.257				
0.155	0.055	0.031	0.074	0.215	0.395	0.674	1.173				
0.160	0.043	0.015	0.053	0.185	0.356	0.621	1.091				
0.165	0.032		0.031	0.155	0.317	0.568	1.009	2.138			
0.170	0.020		0.010	0.125	0.278	0.515	0.928	1.849			
0.175				0.096	0.239	0.462	0.848	1.656			
0.180				0.066	0.200	0.409	0.768	1.489			
0.185				0.036	0.162	0.356	0.688	1.335			
0.190				0.007	0.123	0.303	0.609	1.189	2.138		

p* = 0.3 $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\theta = 27^\circ$											
Zeta :: D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.254	0.336	0.539	0.903							
0.060	0.230	0.306	0.498	0.849							
0.070	0.208	0.277	0.459	0.795							
0.080	0.187	0.249	0.421	0.742							
0.090	0.167	0.222	0.383	0.688	1.111						
0.100	0.147	0.196	0.346	0.634	1.017						
0.110	0.128	0.171	0.310	0.581	0.932						
0.120	0.110	0.146	0.274	0.528	0.850						
0.130	0.092	0.121	0.239	0.474	0.769						
0.135	0.083	0.109	0.221	0.448	0.729						
0.140	0.074	0.097	0.204	0.421	0.690						
0.145	0.065	0.086	0.186	0.394	0.650	1.151					
0.150	0.057	0.074	0.169	0.368	0.611	1.050					
0.155	0.048	0.062	0.152	0.341	0.572	0.969					
0.160	0.040	0.051	0.135	0.315	0.533	0.897					
0.165	0.031	0.039	0.118	0.288	0.494	0.829					
0.170	0.023	0.028	0.101	0.262	0.455	0.763					
0.175	0.015	0.017	0.084	0.235	0.417	0.700					
0.180	0.007	0.006	0.067	0.208	0.378	0.639	1.146				
0.185			0.050	0.182	0.340	0.578	1.009				
0.190			0.033	0.155	0.301	0.519	0.894				

p* = 0.3 $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\theta = 35^\circ$											
Zeta :: D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.199	0.289	0.567								
0.060	0.179	0.263	0.472	0.910							
0.070	0.160	0.238	0.437	0.842							
0.080	0.143	0.215	0.403	0.782							
0.090	0.125	0.191	0.370	0.725							
0.100	0.109	0.169	0.337	0.670							
0.110	0.092	0.147	0.304	0.615							
0.120	0.077	0.125	0.271	0.561							
0.130	0.061	0.104	0.239	0.507							
0.135	0.054	0.093	0.223	0.480	0.881						
0.140	0.046	0.083	0.207	0.453	0.806						
0.145	0.039	0.073	0.191	0.426	0.748						
0.150	0.031	0.062	0.175	0.399	0.696						
0.155	0.024	0.052	0.159	0.372	0.647						
0.160	0.017	0.042	0.143	0.345	0.601						
0.165	0.010	0.032	0.127	0.319	0.556						
0.170	0.003	0.022	0.111	0.292	0.513	0.861					
0.175		0.012	0.095	0.265	0.470	0.826					
0.180		0.002	0.080	0.238	0.427	0.736					
0.185			0.064	0.212	0.386	0.657					
0.190			0.048	0.185	0.344	0.585	1.063				

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 15^\circ$											
$\zeta\theta := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.363	0.429	0.609	0.926	1.287	1.941					
0.060	0.332	0.390	0.556	0.859	1.207	1.800					
0.070	0.303	0.352	0.506	0.794	1.127	1.682					
0.080	0.275	0.315	0.457	0.710	1.048	1.570					
0.090	0.248	0.280	0.410	0.667	0.970	1.459					
0.100	0.222	0.246	0.364	0.606	0.892	1.350					
0.110	0.196	0.213	0.320	0.545	0.814	1.242					
0.120	0.172	0.181	0.276	0.485	0.737	1.134					
0.130	0.148	0.150	0.233	0.425	0.660	1.027	1.076				
0.135	0.136	0.135	0.211	0.396	0.621	0.973	1.709				
0.140	0.125	0.119	0.190	0.366	0.582	0.920	1.591				
0.145	0.113	0.104	0.169	0.337	0.544	0.866	1.487				
0.150	0.102	0.089	0.149	0.308	0.506	0.813	1.390				
0.155	0.091	0.075	0.128	0.278	0.467	0.760	1.297				
0.160	0.079	0.060	0.107	0.249	0.429	0.706	1.208				
0.165	0.068	0.045	0.087	0.221	0.390	0.653	1.120				
0.170	0.058	0.031	0.067	0.192	0.352	0.600	1.034				
0.175	0.047	0.017	0.047	0.163	0.314	0.546	0.950	1.882			
0.180	0.036	0.002	0.027	0.134	0.276	0.493	0.866	1.653			
0.185	0.025		0.007	0.106	0.237	0.440	0.784	1.471			
0.190	0.015			0.077	0.199	0.387	0.702	1.308			

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 19^\circ$											
$\zeta\theta := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.331	0.405	0.596	0.933	1.336						
0.060	0.304	0.370	0.550	0.872	1.260						
0.070	0.278	0.337	0.505	0.813	1.185						
0.080	0.254	0.305	0.462	0.755	1.109						
0.090	0.230	0.274	0.420	0.698	1.033						
0.100	0.207	0.245	0.379	0.641	0.958						
0.110	0.185	0.216	0.339	0.585	0.882	1.435					
0.120	0.164	0.187	0.299	0.529	0.806	1.289					
0.130	0.143	0.160	0.260	0.473	0.731	1.161					
0.135	0.133	0.146	0.241	0.445	0.693	1.101					
0.140	0.123	0.132	0.222	0.417	0.655	1.041					
0.145	0.113	0.119	0.203	0.390	0.617	0.983					
0.150	0.103	0.106	0.184	0.362	0.579	0.925					
0.155	0.093	0.093	0.165	0.334	0.542	0.868					
0.160	0.083	0.080	0.146	0.307	0.504	0.812	1.459				
0.165	0.073	0.067	0.128	0.280	0.466	0.755	1.320				
0.170	0.064	0.054	0.109	0.252	0.428	0.700	1.205				
0.175	0.054	0.041	0.091	0.225	0.390	0.644	1.101				
0.180	0.045	0.029	0.072	0.197	0.352	0.589	1.003				
0.185	0.036	0.016	0.054	0.170	0.315	0.533	0.909	1.816			
0.190	0.027	0.004	0.036	0.143	0.277	0.478	0.818	1.509			

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 27^\circ$											
$\zeta\theta := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.264	0.350	0.558	0.939							
0.060	0.242	0.321	0.519	0.886							
0.070	0.222	0.294	0.482	0.833							
0.080	0.202	0.267	0.445	0.780							
0.090	0.183	0.242	0.409	0.727							
0.100	0.164	0.217	0.374	0.674							
0.110	0.146	0.193	0.339	0.622	1.025						
0.120	0.129	0.169	0.304	0.569	0.924						
0.130	0.112	0.146	0.270	0.516	0.834						
0.135	0.103	0.135	0.253	0.489	0.791						
0.140	0.095	0.123	0.236	0.463	0.749						
0.145	0.087	0.112	0.219	0.436	0.708						
0.150	0.078	0.101	0.202	0.410	0.667						
0.155	0.070	0.090	0.186	0.383	0.626	1.114					
0.160	0.062	0.079	0.169	0.357	0.586	0.998					
0.165	0.054	0.068	0.152	0.330	0.546	0.912					
0.170	0.047	0.057	0.136	0.304	0.506	0.837					
0.175	0.039	0.046	0.119	0.277	0.466	0.767					
0.180	0.031	0.036	0.103	0.251	0.427	0.700					
0.185	0.023	0.025	0.086	0.224	0.387	0.636	1.111				
0.190	0.016	0.014	0.070	0.198	0.348	0.573	0.970				

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{ca}\theta = 35^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.208	0.301	0.525									
0.060	0.189	0.276	0.491									
0.070	0.172	0.253	0.458									
0.080	0.155	0.230	0.425									
0.090	0.139	0.208	0.393	0.793								
0.100	0.123	0.187	0.361	0.725								
0.110	0.107	0.166	0.329	0.664								
0.120	0.093	0.145	0.297	0.606								
0.130	0.078	0.125	0.266	0.549								
0.135	0.071	0.115	0.250	0.521								
0.140	0.064	0.105	0.234	0.493								
0.145	0.057	0.095	0.219	0.466								
0.150	0.050	0.085	0.203	0.438	0.786							
0.155	0.043	0.075	0.187	0.411	0.719							
0.160	0.036	0.065	0.172	0.383	0.663							
0.165	0.029	0.056	0.156	0.356	0.612							
0.170	0.022	0.046	0.141	0.329	0.563							
0.175	0.016	0.037	0.125	0.302	0.517							
0.180	0.009	0.027	0.110	0.275	0.472	0.818						
0.185	0.003	0.018	0.094	0.248	0.428	0.719						
0.190		0.008	0.079	0.221	0.385	0.637						

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{ca}\theta = 19^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.342	0.420	0.615	0.960	1.403							
0.060	0.316	0.386	0.571	0.902	1.322							
0.070	0.292	0.355	0.528	0.845	1.243							
0.080	0.269	0.324	0.487	0.789	1.165							
0.090	0.247	0.295	0.446	0.733	1.088							
0.100	0.225	0.267	0.407	0.678	1.012							
0.110	0.204	0.239	0.368	0.623	0.935							
0.120	0.184	0.212	0.330	0.568	0.859	1.496						
0.130	0.164	0.186	0.293	0.513	0.783	1.266						
0.135	0.154	0.173	0.274	0.486	0.745	1.193						
0.140	0.145	0.160	0.256	0.459	0.707	1.125						
0.145	0.135	0.147	0.237	0.432	0.669	1.061						
0.150	0.126	0.134	0.219	0.405	0.631	0.999						
0.155	0.117	0.122	0.201	0.378	0.593	0.938						
0.160	0.107	0.109	0.183	0.350	0.555	0.878						
0.165	0.098	0.097	0.165	0.323	0.517	0.819	1.513					
0.170	0.089	0.085	0.147	0.296	0.479	0.761	1.324					
0.175	0.080	0.073	0.129	0.269	0.441	0.704	1.196					
0.180	0.071	0.061	0.111	0.242	0.403	0.647	1.065					
0.185	0.062	0.049	0.093	0.215	0.365	0.590	0.965					
0.190	0.054	0.037	0.076	0.189	0.327	0.534	0.885	1.647				

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{ca}\theta = 30^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.242	0.330	0.544	0.959								
0.060	0.221	0.303	0.507	0.903								
0.070	0.202	0.277	0.472	0.848								
0.080	0.183	0.253	0.437	0.794								
0.090	0.165	0.229	0.402	0.740								
0.100	0.148	0.205	0.368	0.687								
0.110	0.131	0.182	0.335	0.633								
0.120	0.114	0.160	0.302	0.580								
0.130	0.098	0.138	0.269	0.527	0.896							
0.135	0.090	0.127	0.252	0.500	0.840							
0.140	0.083	0.116	0.236	0.474	0.790							
0.145	0.075	0.106	0.219	0.447	0.743							
0.150	0.067	0.095	0.203	0.420	0.698							
0.155	0.060	0.084	0.187	0.394	0.654							
0.160	0.052	0.074	0.171	0.367	0.611							
0.165	0.045	0.064	0.155	0.341	0.569	1.022						
0.170	0.037	0.053	0.139	0.314	0.527	0.901						
0.175	0.030	0.043	0.122	0.288	0.485	0.813						
0.180	0.023	0.033	0.106	0.261	0.445	0.736						
0.185	0.016	0.023	0.090	0.234	0.404	0.665						
0.190	0.008	0.013	0.074	0.208	0.364	0.597	1.030					

$p^* = 0.3 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{ca}\theta = 15^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.377	0.447	0.631	0.956	1.330							
0.060	0.348	0.409	0.581	0.892	1.253							
0.070	0.320	0.373	0.533	0.829	1.175							
0.080	0.293	0.339	0.487	0.768	1.099	1.702						
0.090	0.268	0.305	0.442	0.708	1.022	1.565						
0.100	0.243	0.273	0.398	0.648	0.945	1.444						
0.110	0.219	0.242	0.355	0.589	0.869	1.328						
0.120	0.196	0.212	0.313	0.531	0.793	1.216						
0.130	0.173	0.182	0.272	0.473	0.717	1.105						
0.135	0.162	0.167	0.252	0.444	0.679	1.050						
0.140	0.151	0.153	0.232	0.416	0.641	0.995						
0.145	0.141	0.138	0.211	0.387	0.602	0.940	1.671					
0.150	0.130	0.124	0.191	0.359	0.564	0.886	1.533					
0.155	0.119	0.110	0.172	0.330	0.526	0.832	1.420					
0.160	0.109	0.096	0.152	0.302	0.488	0.777	1.317					
0.165	0.098	0.082	0.132	0.274	0.450	0.723	1.220					
0.170	0.088	0.069	0.113	0.246	0.412	0.669	1.128					
0.175	0.078	0.055	0.093	0.217	0.374	0.615	1.038					
0.180	0.068	0.041	0.074	0.189	0.337	0.561	0.950	1.846				
0.185	0.058	0.028	0.055	0.161	0.299	0.508	0.864	1.600				
0.190	0.048	0.015	0.036	0.133	0.261	0.454	0.779	1.413				

$p^* = 0.3$ $\epsilon\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 27^*$		$\text{beta} := D/h$												
kc		0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050		0.273	0.361	0.573	0.978									
0.060		0.252	0.333	0.536	0.923									
0.070		0.232	0.307	0.500	0.870									
0.080		0.213	0.282	0.465	0.816									
0.090		0.195	0.258	0.430	0.763									
0.100		0.178	0.234	0.396	0.710									
0.110		0.160	0.211	0.362	0.656									
0.120		0.144	0.188	0.328	0.603	1.030								
0.130		0.127	0.166	0.295	0.550	0.903								
0.135		0.119	0.155	0.278	0.524	0.852								
0.140		0.112	0.144	0.262	0.497	0.805								
0.145		0.104	0.133	0.245	0.470	0.760								
0.150		0.096	0.122	0.229	0.444	0.716								
0.155		0.088	0.112	0.213	0.417	0.673								
0.160		0.081	0.101	0.197	0.391	0.631								
0.165		0.073	0.091	0.180	0.364	0.589	1.008							
0.170		0.066	0.080	0.164	0.338	0.548	0.909							
0.175		0.058	0.070	0.148	0.311	0.507	0.827							
0.180		0.051	0.060	0.132	0.285	0.467	0.753							
0.185		0.043	0.049	0.116	0.258	0.426	0.684	1.258						
0.190		0.036	0.039	0.100	0.232	0.386	0.618	1.040						

$p^* = 0.3$ $\epsilon\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$		$\text{Zeta} := D/h$											
kc		0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050		0.215	0.310	0.540									
0.060		0.197	0.287	0.507									
0.070		0.181	0.264	0.475									
0.080		0.165	0.243	0.444									
0.090		0.149	0.221	0.412									
0.100		0.134	0.201	0.381									
0.110		0.119	0.181	0.350	0.720								
0.120		0.105	0.161	0.318	0.651								
0.130		0.091	0.141	0.287	0.588								
0.135		0.084	0.131	0.272	0.558								
0.140		0.078	0.122	0.257	0.529								
0.145		0.071	0.112	0.241	0.500								
0.150		0.064	0.103	0.226	0.471								
0.155		0.058	0.093	0.210	0.443								
0.160		0.051	0.084	0.195	0.415	0.731							
0.165		0.045	0.075	0.180	0.387	0.665							
0.170		0.038	0.065	0.164	0.359	0.609							
0.175		0.032	0.056	0.149	0.331	0.558							
0.180		0.025	0.047	0.133	0.304	0.510							
0.185		0.019	0.038	0.118	0.276	0.461	0.780						
0.190		0.013	0.029	0.103	0.249	0.413	0.683						

$p^* = 0.3$ $\epsilon\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 23^*$		$\text{beta} := D/h$											
kc		0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050		0.307	0.390	0.594	0.962								
0.060		0.284	0.360	0.554	0.908								
0.070		0.262	0.331	0.515	0.855								
0.080		0.241	0.304	0.477	0.801								
0.090		0.221	0.277	0.440	0.748	1.201							
0.100		0.202	0.252	0.403	0.695	1.092							
0.110		0.183	0.226	0.367	0.641	1.002							
0.120		0.165	0.202	0.332	0.588	0.917							
0.130		0.147	0.178	0.297	0.535	0.835							
0.135		0.138	0.166	0.280	0.509	0.795							
0.140		0.129	0.154	0.262	0.482	0.755							
0.145		0.121	0.143	0.245	0.455	0.715							
0.150		0.112	0.131	0.228	0.429	0.675	1.138						
0.155		0.104	0.120	0.211	0.402	0.636	1.047						
0.160		0.096	0.108	0.194	0.376	0.597	0.970						
0.165		0.087	0.097	0.177	0.349	0.558	0.899						
0.170		0.079	0.086	0.160	0.323	0.519	0.832						
0.175		0.071	0.075	0.143	0.296	0.480	0.767						
0.180		0.063	0.063	0.126	0.270	0.441	0.704	1.232					
0.185		0.055	0.052	0.109	0.243	0.402	0.643	1.083					
0.190		0.047	0.042	0.093	0.216	0.363	0.583	0.963					

$p^* = 0.3$ $\epsilon\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 30^*$		$\text{beta} := D/h$											
kc		0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050		0.250	0.340	0.559									
0.060		0.230	0.315	0.524	0.991								
0.070		0.212	0.290	0.489	0.901								
0.080		0.194	0.266	0.456	0.839								
0.090		0.177	0.243	0.422	0.782								
0.100		0.160	0.221	0.389	0.725								
0.110		0.144	0.199	0.357	0.670								
0.120		0.128	0.177	0.324	0.616								
0.130		0.113	0.156	0.292	0.561								
0.135		0.106	0.146	0.276	0.534	0.973							
0.140		0.098	0.135	0.260	0.507	0.869							
0.145		0.091	0.125	0.244	0.480	0.808							
0.150		0.083	0.115	0.228	0.453	0.754							
0.155		0.076	0.105	0.212	0.427	0.705							
0.160		0.069	0.095	0.196	0.400	0.658							
0.165		0.062	0.085	0.180	0.373	0.613							
0.170		0.055	0.075	0.165	0.346	0.568							
0.175		0.048	0.065	0.149	0.319	0.525	0.888						
0.180		0.041	0.055	0.133	0.293	0.483	0.794						
0.185		0.034	0.045	0.117	0.266	0.441	0.714						
0.190		0.027	0.035	0.102	0.239	0.399	0.641	1.131					

p* = 0.4 $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 19^{\circ}$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.342	0.413	0.607	0.940	1.331	1.947					
0.060	0.308	0.371	0.551	0.877	1.247	1.819					
0.070	0.277	0.330	0.497	0.808	1.165	1.732					
0.080	0.247	0.291	0.446	0.741	1.083	1.625					
0.090	0.218	0.254	0.396	0.676	1.003	1.519					
0.100	0.190	0.217	0.347	0.611	0.923	1.412					
0.110	0.162	0.182	0.300	0.548	0.843	1.306					
0.120	0.136	0.148	0.254	0.486	0.764	1.200					
0.130	0.110	0.114	0.208	0.424	0.686	1.093	1.965				
0.135	0.098	0.098	0.186	0.393	0.646	1.040	1.842				
0.140	0.085	0.082	0.163	0.363	0.607	0.987	1.736				
0.145	0.073	0.066	0.141	0.332	0.568	0.934	1.638				
0.150	0.061	0.050	0.119	0.302	0.529	0.881	1.545				
0.155	0.049	0.034	0.098	0.272	0.490	0.828	1.455				
0.160	0.037	0.018	0.076	0.242	0.451	0.775	1.367				
0.165	0.025	0.003	0.055	0.212	0.412	0.722	1.282				
0.170	0.013		0.031	0.183	0.373	0.669	1.197				
0.175	0.002		0.012	0.153	0.335	0.616	1.114				
0.180				0.123	0.296	0.563	1.031	2.239			
0.185				0.094	0.257	0.510	0.949	1.931			
0.190				0.064	0.218	0.457	0.868	1.732			

p* = 0.4 $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 27^{\circ}$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.273	0.358	0.571	0.943	1.404						
0.060	0.246	0.324	0.525	0.884	1.327						
0.070	0.221	0.291	0.481	0.826	1.250						
0.080	0.197	0.259	0.438	0.769	1.174						
0.090	0.173	0.228	0.396	0.712	1.097						
0.100	0.151	0.199	0.356	0.655	1.021						
0.110	0.129	0.170	0.316	0.599	0.945						
0.120	0.108	0.142	0.276	0.544	0.869						
0.130	0.087	0.114	0.238	0.489	0.794	1.354					
0.135	0.077	0.101	0.218	0.461	0.756	1.278					
0.140	0.067	0.087	0.199	0.433	0.718	1.208					
0.145	0.057	0.074	0.181	0.406	0.680	1.143					
0.150	0.047	0.061	0.162	0.379	0.642	1.079					
0.155	0.037	0.048	0.143	0.351	0.604	1.018					
0.160	0.027	0.035	0.125	0.324	0.566	0.958					
0.165	0.018	0.022	0.106	0.297	0.528	0.899					
0.170	0.008	0.009	0.088	0.269	0.490	0.840					
0.175			0.069	0.242	0.453	0.782	1.512				
0.180			0.051	0.215	0.415	0.725	1.344				
0.185			0.033	0.188	0.377	0.668	1.218				
0.190			0.015	0.160	0.339	0.612	1.108				

p* = 0.4 $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 15^{\circ}$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.373	0.434	0.613	0.936	1.296	1.829					
0.060	0.334	0.385	0.549	0.856	1.202	1.718					
0.070	0.298	0.358	0.488	0.778	1.110	1.608					
0.080	0.263	0.293	0.429	0.703	1.020	1.498	2.446				
0.090	0.229	0.250	0.373	0.630	0.932	1.389	2.264				
0.100	0.197	0.208	0.318	0.558	0.845	1.281	2.096				
0.110	0.165	0.168	0.264	0.480	0.759	1.173	1.934				
0.120	0.135	0.129	0.212	0.420	0.674	1.065	1.774				
0.130	0.105	0.096	0.161	0.352	0.598	0.957	1.617				
0.135	0.091	0.071	0.135	0.318	0.548	0.904	1.539				
0.140	0.077	0.053	0.110	0.285	0.507	0.850	1.461				
0.145	0.062	0.034	0.086	0.252	0.465	0.796	1.383				
0.150	0.048	0.016	0.061	0.219	0.424	0.743	1.306				
0.155	0.034		0.037	0.186	0.383	0.689	1.228	2.718			
0.160	0.021		0.013	0.154	0.342	0.635	1.151	2.364			
0.165	0.007			0.121	0.301	0.582	1.074	2.170			
0.170				0.089	0.268	0.528	0.997	2.003			
0.175				0.057	0.219	0.475	0.920	1.850			
0.180				0.025	0.178	0.422	0.844	1.705			
0.185					0.138	0.368	0.767	1.565			
0.190					0.097	0.315	0.690	1.430	2.950		

p* = 0.4 $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 23^{\circ}$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.307	0.366	0.590	0.947	1.359						
0.060	0.278	0.348	0.540	0.883	1.282						
0.070	0.249	0.312	0.492	0.820	1.205						
0.080	0.223	0.277	0.445	0.759	1.128						
0.090	0.197	0.244	0.400	0.699	1.052	1.705					
0.100	0.172	0.211	0.356	0.639	0.975	1.562					
0.110	0.146	0.180	0.313	0.580	0.899	1.438					
0.120	0.124	0.149	0.271	0.522	0.823	1.320					
0.130	0.101	0.119	0.229	0.464	0.747	1.206					
0.135	0.090	0.104	0.209	0.435	0.709	1.150					
0.140	0.079	0.089	0.188	0.406	0.671	1.094					
0.145	0.068	0.075	0.168	0.378	0.633	1.038					
0.150	0.057	0.060	0.148	0.349	0.595	0.983					
0.155	0.046	0.046	0.128	0.321	0.557	0.928					
0.160	0.036	0.032	0.108	0.292	0.519	0.873	1.620				
0.165	0.025	0.016	0.088	0.264	0.481	0.819	1.490				
0.170	0.015	0.004	0.069	0.236	0.443	0.764	1.379				
0.175	0.005		0.049	0.208	0.405	0.710	1.276				
0.180			0.030	0.180	0.367	0.656	1.179				
0.185			0.011	0.152	0.329	0.601	1.086				
0.190				0.124	0.291	0.547	0.996				

$p^* = 0.4$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.212	0.306	0.533	0.946							
0.060	0.190	0.277	0.494	0.893							
0.070	0.163	0.249	0.456	0.840							
0.080	0.148	0.222	0.418	0.787							
0.090	0.128	0.195	0.382	0.734							
0.100	0.109	0.170	0.346	0.681							
0.110	0.090	0.145	0.310	0.628	1.106						
0.120	0.072	0.121	0.275	0.575	0.989						
0.130	0.054	0.097	0.240	0.522	0.895						
0.135	0.046	0.085	0.223	0.495	0.851						
0.140	0.037	0.074	0.206	0.469	0.808						
0.145	0.029	0.062	0.189	0.442	0.765						
0.150	0.020	0.051	0.172	0.416	0.724						
0.155	0.012	0.039	0.155	0.389	0.682						
0.160	0.004	0.028	0.138	0.363	0.642						
0.165	0.017	0.121	0.336	0.601	1.139						
0.170	0.006	0.105	0.310	0.561	1.018						
0.175		0.088	0.284	0.521	0.930						
0.180		0.071	0.257	0.481	0.854						
0.185		0.055	0.231	0.442	0.782						
0.190		0.038	0.204	0.402	0.715						

$p^* = 0.4$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.343	0.422	0.617	0.962	1.350	2.003					
0.060	0.316	0.380	0.563	0.892	1.268	1.887					
0.070	0.285	0.340	0.510	0.825	1.187	1.776					
0.080	0.255	0.302	0.460	0.759	1.106	1.667					
0.090	0.227	0.266	0.411	0.695	1.027	1.558					
0.100	0.200	0.230	0.364	0.632	0.948	1.451					
0.110	0.173	0.196	0.317	0.569	0.869	1.343					
0.120	0.148	0.162	0.272	0.508	0.791	1.237					
0.130	0.123	0.130	0.227	0.447	0.713	1.130					
0.135	0.110	0.114	0.205	0.417	0.674	1.076	1.971				
0.140	0.098	0.098	0.183	0.387	0.635	1.023	1.827				
0.145	0.086	0.082	0.162	0.357	0.596	0.970	1.713				
0.150	0.074	0.066	0.140	0.327	0.558	0.917	1.611				
0.155	0.063	0.051	0.119	0.297	0.519	0.863	1.514				
0.160	0.051	0.036	0.098	0.268	0.480	0.810	1.422				
0.165	0.039	0.020	0.077	0.238	0.442	0.757	1.333				
0.170	0.028	0.005	0.056	0.209	0.403	0.704	1.246				
0.175	0.017		0.035	0.180	0.365	0.651	1.160				
0.180	0.006		0.014	0.150	0.326	0.598	1.076				
0.185				0.121	0.288	0.545	0.992	2.055			
0.190				0.092	0.249	0.491	0.910	1.812			

$p^* = 0.4$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.249	0.338	0.556	0.941							
0.060	0.224	0.305	0.513	0.885							
0.070	0.200	0.274	0.471	0.829	1.319						
0.080	0.177	0.245	0.431	0.774	1.227						
0.090	0.156	0.216	0.391	0.719	1.143						
0.100	0.134	0.188	0.352	0.665	1.062						
0.110	0.114	0.161	0.314	0.610	0.983						
0.120	0.094	0.134	0.277	0.556	0.905						
0.130	0.075	0.108	0.240	0.502	0.827						
0.135	0.065	0.096	0.222	0.475	0.788						
0.140	0.056	0.083	0.203	0.448	0.749						
0.145	0.046	0.070	0.185	0.421	0.711	1.269					
0.150	0.037	0.058	0.167	0.394	0.672	1.176					
0.155	0.028	0.046	0.149	0.368	0.634	1.098					
0.160	0.019	0.033	0.131	0.341	0.596	1.027					
0.165	0.010	0.021	0.114	0.314	0.557	0.960					
0.170	0.001	0.009	0.096	0.287	0.519	0.895					
0.175			0.078	0.260	0.481	0.833					
0.180			0.061	0.233	0.442	0.772					
0.185			0.043	0.207	0.404	0.711	1.365				
0.190			0.026	0.180	0.366	0.652	1.203				

$p^* = 0.4$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 15^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.381	0.444	0.626	0.952	1.315	1.858					
0.060	0.343	0.396	0.563	0.873	1.223	1.749					
0.070	0.307	0.350	0.503	0.797	1.133	1.640					
0.080	0.273	0.306	0.446	0.724	1.045	1.532					
0.090	0.241	0.264	0.391	0.652	0.958	1.424	2.366				
0.100	0.209	0.224	0.337	0.582	0.873	1.316	2.175				
0.110	0.179	0.184	0.285	0.513	0.788	1.209	2.002				
0.120	0.149	0.146	0.233	0.446	0.705	1.102	1.836				
0.130	0.120	0.109	0.183	0.379	0.622	0.995	1.675				
0.135	0.106	0.090	0.159	0.346	0.580	0.942	1.595				
0.140	0.092	0.072	0.134	0.313	0.539	0.888	1.515				
0.145	0.078	0.054	0.110	0.281	0.498	0.835	1.436				
0.150	0.064	0.036	0.086	0.248	0.457	0.782	1.358				
0.155	0.051	0.019	0.062	0.216	0.417	0.728	1.280				
0.160	0.037	0.001	0.038	0.184	0.376	0.675	1.202				
0.165	0.024		0.015	0.152	0.335	0.622	1.124	2.301			
0.170	0.011			0.120	0.295	0.568	1.046	2.103			
0.175				0.089	0.255	0.515	0.969	1.935			
0.180				0.057	0.214	0.462	0.891	1.780			
0.185				0.026	0.174	0.409	0.814	1.633			
0.190					0.134	0.355	0.737	1.493			

$p^* = 0.4 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{ca}10 = 27^*$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.278	0.365	0.579	0.956	1.443						
0.060	0.252	0.331	0.534	0.898	1.360						
0.070	0.227	0.299	0.491	0.841	1.281						
0.080	0.204	0.268	0.449	0.784	1.202						
0.090	0.181	0.238	0.408	0.728	1.125						
0.100	0.159	0.209	0.368	0.673	1.048						
0.110	0.137	0.181	0.329	0.617	0.972						
0.120	0.117	0.153	0.290	0.562	0.895						
0.130	0.096	0.126	0.252	0.507	0.819	1.467					
0.135	0.086	0.113	0.234	0.480	0.781	1.347					
0.140	0.076	0.100	0.215	0.453	0.743	1.263					
0.145	0.067	0.087	0.196	0.425	0.705	1.190					
0.150	0.057	0.074	0.178	0.398	0.667	1.122					
0.155	0.048	0.061	0.159	0.371	0.629	1.057					
0.160	0.038	0.048	0.141	0.344	0.591	0.994					
0.165	0.029	0.036	0.123	0.317	0.553	0.933					
0.170	0.019	0.023	0.105	0.290	0.515	0.873					
0.175	0.010	0.011	0.087	0.263	0.477	0.814					
0.180	0.001		0.069	0.236	0.439	0.755	1.424				
0.185			0.051	0.209	0.401	0.698	1.273				
0.190			0.033	0.182	0.363	0.640	1.152				

$p^* = 0.4 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{ca}10 = 35^*$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.216	0.312	0.541	0.963							
0.060	0.194	0.283	0.502	0.910							
0.070	0.173	0.255	0.465	0.857							
0.080	0.153	0.229	0.428	0.804							
0.090	0.134	0.203	0.392	0.751							
0.100	0.115	0.178	0.357	0.699							
0.110	0.097	0.154	0.322	0.646							
0.120	0.080	0.150	0.267	0.593	1.046						
0.130	0.062	0.107	0.253	0.540	0.933						
0.135	0.054	0.096	0.236	0.513	0.885						
0.140	0.046	0.084	0.219	0.487	0.839						
0.145	0.037	0.073	0.202	0.460	0.794						
0.150	0.029	0.062	0.186	0.434	0.751						
0.155	0.021	0.050	0.169	0.407	0.709						
0.160	0.013	0.039	0.152	0.381	0.667						
0.165	0.005	0.028	0.136	0.354	0.625						
0.170		0.018	0.119	0.328	0.584	1.092					
0.175		0.007	0.102	0.301	0.544	0.978					
0.180			0.086	0.275	0.503	0.895					
0.185			0.070	0.248	0.463	0.815					
0.190			0.053	0.222	0.423	0.744					

$p^* = 0.4 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{ca}10 = 23^*$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.313	0.394	0.600	0.960	1.380						
0.060	0.284	0.356	0.551	0.897	1.304						
0.070	0.257	0.321	0.503	0.836	1.228						
0.080	0.230	0.287	0.458	0.775	1.152						
0.090	0.205	0.254	0.414	0.716	1.076						
0.100	0.181	0.222	0.370	0.657	1.000	1.641					
0.110	0.157	0.191	0.328	0.599	0.924	1.493					
0.120	0.134	0.161	0.286	0.542	0.848	1.366					
0.130	0.112	0.137	0.246	0.484	0.772	1.247					
0.135	0.101	0.118	0.225	0.456	0.734	1.189					
0.140	0.090	0.103	0.205	0.428	0.696	1.132					
0.145	0.080	0.089	0.186	0.399	0.658	1.075					
0.150	0.069	0.075	0.166	0.371	0.621	1.019					
0.155	0.058	0.061	0.146	0.343	0.583	0.963					
0.160	0.048	0.047	0.127	0.315	0.545	0.907					
0.165	0.038	0.034	0.107	0.287	0.507	0.852	1.574				
0.170	0.028	0.028	0.088	0.259	0.469	0.797	1.443				
0.175	0.017	0.006	0.069	0.231	0.431	0.742	1.330				
0.180	0.007		0.050	0.203	0.393	0.687	1.227				
0.185			0.031	0.175	0.355	0.632	1.130				
0.190			0.012	0.147	0.318	0.578	1.036				

$p^* = 0.4 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{ca}10 = 30^*$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.254	0.344	0.564	0.955							
0.060	0.229	0.312	0.522	0.899							
0.070	0.206	0.282	0.455	0.844							
0.080	0.184	0.253	0.441	0.790	1.281						
0.090	0.162	0.225	0.402	0.736	1.183						
0.100	0.142	0.197	0.364	0.682	1.096						
0.110	0.122	0.171	0.327	0.628	1.013						
0.120	0.102	0.145	0.290	0.574	0.933						
0.130	0.083	0.119	0.254	0.520	0.853						
0.135	0.074	0.107	0.236	0.493	0.814						
0.140	0.065	0.094	0.218	0.467	0.775						
0.145	0.056	0.082	0.200	0.440	0.736						
0.150	0.047	0.070	0.182	0.413	0.697	1.253					
0.155	0.038	0.058	0.164	0.386	0.658	1.153					
0.160	0.029	0.046	0.147	0.360	0.619	1.072					
0.165	0.020	0.034	0.129	0.333	0.581	1.000					
0.170	0.011	0.022	0.112	0.306	0.542	0.931					
0.175	0.003	0.010	0.095	0.280	0.504	0.866					
0.180			0.077	0.253	0.465	0.802					
0.185			0.060	0.226	0.427	0.741					
0.190			0.043	0.200	0.388	0.680	1.263				

p* = 0.4 $\xi\theta = 0.80$ cal $\theta = 19^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.367	0.445	0.647	1.002	1.403					
0.060	0.337	0.406	0.596	0.937	1.330					
0.070	0.308	0.369	0.547	0.873	1.253					
0.080	0.281	0.334	0.500	0.811	1.176	1.861				
0.090	0.254	0.300	0.454	0.750	1.099	1.710				
0.100	0.229	0.267	0.410	0.690	1.022	1.585				
0.110	0.205	0.235	0.366	0.630	0.945	1.468				
0.120	0.181	0.203	0.323	0.571	0.869	1.354				
0.130	0.157	0.173	0.281	0.513	0.792	1.242				
0.135	0.146	0.158	0.260	0.484	0.754	1.187				
0.140	0.135	0.143	0.240	0.455	0.716	1.132				
0.145	0.124	0.128	0.219	0.426	0.678	1.077				
0.150	0.113	0.114	0.199	0.397	0.640	1.022				
0.155	0.102	0.099	0.179	0.369	0.602	0.968	1.758			
0.160	0.091	0.085	0.158	0.340	0.564	0.913	1.620			
0.165	0.080	0.071	0.138	0.312	0.526	0.859	1.505			
0.170	0.069	0.057	0.119	0.283	0.488	0.805	1.402			
0.175	0.059	0.043	0.099	0.255	0.450	0.751	1.304			
0.180	0.048	0.029	0.079	0.227	0.412	0.697	1.211			
0.185	0.038	0.015	0.060	0.198	0.374	0.643	1.120			
0.190	0.028	0.001	0.040	0.170	0.336	0.589	1.031			

p* = 0.4 $\xi\theta = 0.80$ cal $\theta = 27^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.293	0.383	0.604	0.995						
0.060	0.268	0.351	0.561	0.940						
0.070	0.245	0.321	0.521	0.885						
0.080	0.223	0.292	0.481	0.831	1.314					
0.090	0.202	0.264	0.442	0.777	1.229					
0.100	0.181	0.237	0.404	0.723	1.141					
0.110	0.161	0.210	0.367	0.669	1.057					
0.120	0.142	0.185	0.330	0.615	0.976					
0.130	0.123	0.159	0.294	0.562	0.896					
0.135	0.114	0.147	0.276	0.535	0.857					
0.140	0.104	0.134	0.258	0.508	0.818					
0.145	0.095	0.122	0.241	0.481	0.779					
0.150	0.086	0.110	0.223	0.455	0.740	1.312				
0.155	0.078	0.098	0.205	0.428	0.701	1.203				
0.160	0.069	0.086	0.188	0.401	0.662	1.120				
0.165	0.060	0.074	0.170	0.374	0.623	1.045				
0.170	0.051	0.063	0.153	0.348	0.584	0.976				
0.175	0.043	0.051	0.135	0.321	0.546	0.910				
0.180	0.034	0.039	0.118	0.294	0.507	0.846				
0.185	0.026	0.028	0.101	0.268	0.469	0.784				
0.190	0.017	0.016	0.084	0.241	0.430	0.723	1.314			

p* = 0.4 $\xi\theta = 0.80$ cal $\theta = 15^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.403	0.472	0.661	0.997	1.373	1.954				
0.060	0.368	0.427	0.603	0.923	1.286	1.848				
0.070	0.335	0.385	0.547	0.852	1.201	1.742				
0.080	0.303	0.344	0.494	0.783	1.118	1.636				
0.090	0.273	0.305	0.442	0.716	1.035	1.530				
0.100	0.244	0.267	0.392	0.649	0.953	1.424				
0.110	0.216	0.231	0.343	0.584	0.872	1.318				
0.120	0.188	0.195	0.295	0.520	0.792	1.212	2.000			
0.130	0.162	0.160	0.248	0.457	0.712	1.107	1.875			
0.135	0.149	0.143	0.225	0.425	0.672	1.054	1.782			
0.140	0.136	0.126	0.202	0.394	0.632	1.001	1.693			
0.145	0.123	0.110	0.179	0.363	0.592	0.948	1.606			
0.150	0.110	0.093	0.156	0.332	0.553	0.895	1.521			
0.155	0.098	0.077	0.134	0.301	0.513	0.842	1.437			
0.160	0.085	0.061	0.112	0.271	0.474	0.789	1.354			
0.165	0.073	0.044	0.090	0.240	0.435	0.736	1.273			
0.170	0.061	0.028	0.068	0.210	0.395	0.683	1.191			
0.175	0.049	0.013	0.046	0.180	0.356	0.630	1.111	2.306		
0.180	0.037		0.024	0.149	0.317	0.577	1.031	2.046		
0.185	0.025		0.002	0.119	0.278	0.524	0.951	1.856		
0.190	0.013			0.089	0.239	0.471	0.871	1.689		

p* = 0.4 $\xi\theta = 0.80$ cal $\theta = 23^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.329	0.414	0.626	0.998	1.457					
0.060	0.302	0.379	0.580	0.939	1.380					
0.070	0.277	0.346	0.536	0.881	1.303					
0.080	0.252	0.314	0.495	0.823	1.227					
0.090	0.229	0.284	0.451	0.766	1.151					
0.100	0.206	0.254	0.411	0.710	1.075					
0.110	0.184	0.225	0.370	0.654	0.999					
0.120	0.163	0.197	0.331	0.598	0.923					
0.130	0.142	0.169	0.292	0.543	0.847	1.403				
0.135	0.132	0.156	0.273	0.515	0.809	1.328				
0.140	0.122	0.142	0.254	0.488	0.772	1.260				
0.145	0.112	0.129	0.235	0.460	0.734	1.194				
0.150	0.102	0.116	0.216	0.433	0.696	1.132				
0.155	0.092	0.103	0.198	0.405	0.658	1.070				
0.160	0.082	0.090	0.179	0.378	0.620	1.011				
0.165	0.073	0.077	0.161	0.351	0.582	0.952				
0.170	0.063	0.064	0.142	0.323	0.544	0.893				
0.175	0.054	0.052	0.124	0.296	0.506	0.836	1.555			
0.180	0.045	0.039	0.106	0.269	0.469	0.779	1.393			
0.185	0.035	0.026	0.087	0.242	0.431	0.722	1.269			
0.190	0.026	0.014	0.069	0.215	0.393	0.665	1.160			

$p^* = 0.4$ $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\theta = 35^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.229	0.327	0.563	1.053								
0.060	0.208	0.300	0.527	0.980								
0.070	0.189	0.275	0.491	0.921								
0.080	0.170	0.250	0.457	0.864								
0.090	0.152	0.226	0.422	0.809								
0.100	0.134	0.202	0.389	0.754								
0.110	0.118	0.179	0.355	0.700								
0.120	0.101	0.157	0.322	0.646								
0.130	0.085	0.135	0.289	0.593								
0.135	0.077	0.124	0.273	0.566								
0.140	0.069	0.113	0.256	0.539	0.975							
0.145	0.062	0.103	0.240	0.512	0.904							
0.150	0.054	0.092	0.224	0.486	0.846							
0.155	0.046	0.082	0.208	0.459	0.795							
0.160	0.039	0.071	0.192	0.432	0.746							
0.165	0.031	0.061	0.176	0.406	0.700							
0.170	0.024	0.050	0.159	0.379	0.655							
0.175	0.017	0.040	0.143	0.352	0.611							
0.180	0.009	0.030	0.127	0.326	0.568	1.066						
0.185	0.002	0.020	0.111	0.299	0.526	0.928						
0.190		0.010	0.096	0.272	0.484	0.836						

$p^* = 0.4$ $\xi\theta = 0.90$ $\alpha\theta = 19^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.381	0.464	0.672	1.035	1.464							
0.060	0.353	0.427	0.623	0.973	1.388							
0.070	0.326	0.392	0.577	0.913	1.313							
0.080	0.301	0.359	0.532	0.854	1.237							
0.090	0.276	0.327	0.489	0.795	1.161							
0.100	0.252	0.296	0.446	0.737	1.085							
0.110	0.229	0.265	0.405	0.679	1.010	1.622						
0.120	0.207	0.236	0.364	0.622	0.934	1.477						
0.130	0.185	0.207	0.324	0.566	0.858	1.350						
0.135	0.174	0.193	0.304	0.538	0.820	1.290						
0.140	0.164	0.179	0.284	0.510	0.783	1.231						
0.145	0.153	0.165	0.264	0.482	0.745	1.172						
0.150	0.143	0.151	0.245	0.454	0.707	1.115						
0.155	0.132	0.138	0.226	0.426	0.669	1.058						
0.160	0.122	0.124	0.206	0.398	0.631	1.001						
0.165	0.112	0.111	0.187	0.370	0.593	0.945	1.764					
0.170	0.102	0.097	0.168	0.342	0.556	0.889	1.575					
0.175	0.092	0.084	0.149	0.315	0.518	0.833	1.447					
0.180	0.082	0.071	0.131	0.287	0.480	0.778	1.335					
0.185	0.073	0.058	0.112	0.259	0.442	0.723	1.233					
0.190	0.063	0.045	0.093	0.232	0.404	0.668	1.136					

$p^* = 0.4$ $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\theta = 30^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.267	0.361	0.587	0.997								
0.060	0.244	0.331	0.540	0.944								
0.070	0.223	0.303	0.509	0.891								
0.080	0.202	0.276	0.471	0.838								
0.090	0.182	0.249	0.435	0.785								
0.100	0.163	0.224	0.398	0.732								
0.110	0.144	0.199	0.363	0.679	1.139							
0.120	0.126	0.174	0.328	0.626	1.033							
0.130	0.108	0.150	0.293	0.573	0.941							
0.135	0.100	0.138	0.275	0.546	0.898							
0.140	0.091	0.127	0.258	0.520	0.855							
0.145	0.082	0.115	0.241	0.493	0.813							
0.150	0.074	0.104	0.224	0.467	0.772							
0.155	0.066	0.092	0.207	0.440	0.731							
0.160	0.057	0.081	0.190	0.414	0.691							
0.165	0.049	0.070	0.173	0.387	0.650	1.163						
0.170	0.041	0.059	0.156	0.361	0.610	1.058						
0.175	0.033	0.047	0.140	0.334	0.571	0.974						
0.180	0.025	0.036	0.123	0.308	0.531	0.899						
0.185	0.017	0.025	0.106	0.281	0.492	0.829						
0.190	0.009	0.015	0.090	0.255	0.452	0.762						

$p^* = 0.4$ $\xi\theta = 0.90$ $\alpha\theta = 15^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.420	0.494	0.689	1.034	1.422	2.075						
0.060	0.388	0.452	0.635	0.964	1.340	1.959						
0.070	0.357	0.412	0.582	0.897	1.259	1.848						
0.080	0.328	0.376	0.532	0.831	1.179	1.739						
0.090	0.299	0.338	0.483	0.767	1.099	1.630						
0.100	0.272	0.302	0.436	0.704	1.020	1.523						
0.110	0.245	0.268	0.389	0.641	0.941	1.416						
0.120	0.220	0.234	0.344	0.580	0.863	1.309						
0.130	0.195	0.202	0.299	0.519	0.785	1.202						
0.135	0.182	0.186	0.277	0.489	0.746	1.149	2.044					
0.140	0.170	0.170	0.255	0.459	0.707	1.095	1.899					
0.145	0.158	0.154	0.234	0.429	0.669	1.042	1.785					
0.150	0.146	0.138	0.212	0.399	0.630	0.989	1.683					
0.155	0.135	0.123	0.191	0.369	0.591	0.936	1.567					
0.160	0.123	0.108	0.170	0.340	0.552	0.882	1.495					
0.165	0.112	0.092	0.149	0.310	0.514	0.829	1.405					
0.170	0.100	0.077	0.128	0.281	0.475	0.776	1.318					
0.175	0.089	0.063	0.107	0.252	0.437	0.723	1.232					
0.180	0.078	0.048	0.086	0.222	0.398	0.670	1.148					
0.185	0.066	0.033	0.066	0.193	0.360	0.617	1.064	2.127				
0.190	0.055	0.018	0.045	0.164	0.321	0.563	0.962	1.884				

$p^* = 0.4 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 27^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.304	0.397	0.623	1.031							
0.060	0.281	0.367	0.583	0.978							
0.070	0.259	0.339	0.544	0.925							
0.080	0.238	0.311	0.507	0.871							
0.090	0.218	0.285	0.470	0.818							
0.100	0.199	0.259	0.433	0.765							
0.110	0.180	0.234	0.397	0.712	1.159						
0.120	0.162	0.209	0.362	0.659	1.059						
0.130	0.144	0.185	0.327	0.606	0.970						
0.135	0.135	0.174	0.310	0.579	0.927						
0.140	0.127	0.162	0.293	0.553	0.885						
0.145	0.118	0.150	0.275	0.526	0.844						
0.150	0.109	0.139	0.258	0.500	0.803						
0.155	0.101	0.127	0.241	0.471	0.762						
0.160	0.093	0.116	0.224	0.447	0.722						
0.165	0.084	0.104	0.207	0.420	0.682	1.178					
0.170	0.076	0.093	0.190	0.394	0.642	1.081					
0.175	0.068	0.082	0.174	0.367	0.602	1.001					
0.180	0.060	0.071	0.157	0.341	0.563	0.928					
0.185	0.052	0.060	0.140	0.314	0.524	0.859					
0.190	0.044	0.049	0.123	0.288	0.484	0.793					

$p^* = 0.4 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 35^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.238	0.340	0.582								
0.060	0.219	0.314	0.547								
0.070	0.200	0.290	0.513								
0.080	0.183	0.266	0.480	0.963							
0.090	0.166	0.243	0.447	0.877							
0.100	0.149	0.221	0.414	0.812							
0.110	0.133	0.199	0.382	0.753							
0.120	0.118	0.178	0.350	0.696							
0.130	0.103	0.157	0.318	0.640							
0.135	0.095	0.147	0.302	0.612							
0.140	0.088	0.136	0.286	0.584							
0.145	0.080	0.126	0.270	0.557							
0.150	0.073	0.116	0.254	0.529							
0.155	0.066	0.106	0.238	0.502	0.907						
0.160	0.059	0.096	0.223	0.475	0.832						
0.165	0.052	0.086	0.207	0.448	0.774						
0.170	0.045	0.076	0.191	0.420	0.721						
0.175	0.038	0.066	0.175	0.393	0.672						
0.180	0.031	0.056	0.160	0.366	0.624						
0.185	0.024	0.047	0.144	0.339	0.579						
0.190	0.017	0.037	0.129	0.312	0.534	0.940					

$p^* = 0.4 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 23^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.342	0.430	0.648	1.031							
0.060	0.316	0.397	0.604	0.974	1.502						
0.070	0.292	0.366	0.562	0.919	1.394						
0.080	0.269	0.336	0.521	0.863	1.308						
0.090	0.247	0.307	0.481	0.808	1.226						
0.100	0.226	0.279	0.442	0.753	1.146						
0.110	0.205	0.252	0.404	0.699	1.067						
0.120	0.185	0.225	0.366	0.644	0.989						
0.130	0.166	0.199	0.329	0.590	0.912						
0.135	0.156	0.186	0.311	0.563	0.874						
0.140	0.147	0.173	0.293	0.536	0.835	1.451					
0.145	0.137	0.161	0.276	0.509	0.797	1.334					
0.150	0.128	0.148	0.256	0.482	0.758	1.250					
0.155	0.119	0.136	0.238	0.455	0.720	1.176					
0.160	0.110	0.123	0.220	0.428	0.682	1.107					
0.165	0.100	0.111	0.203	0.402	0.643	1.041					
0.170	0.092	0.099	0.185	0.375	0.605	0.978					
0.175	0.083	0.087	0.167	0.348	0.567	0.916					
0.180	0.074	0.075	0.149	0.321	0.529	0.855					
0.185	0.065	0.063	0.132	0.294	0.491	0.796	1.428				
0.190	0.056	0.051	0.114	0.267	0.452	0.737	1.279				

$p^* = 0.4 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 30^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.277	0.374	0.606	1.043							
0.060	0.256	0.346	0.568	0.989							
0.070	0.236	0.319	0.532	0.936							
0.080	0.216	0.293	0.496	0.882							
0.090	0.197	0.268	0.460	0.829							
0.100	0.179	0.244	0.426	0.776							
0.110	0.162	0.220	0.391	0.723							
0.120	0.144	0.197	0.357	0.670							
0.130	0.128	0.174	0.324	0.617	1.049						
0.135	0.119	0.163	0.307	0.590	0.989						
0.140	0.111	0.152	0.290	0.564	0.936						
0.145	0.103	0.141	0.274	0.537	0.888						
0.150	0.095	0.130	0.257	0.510	0.841						
0.155	0.087	0.119	0.241	0.484	0.797						
0.160	0.080	0.108	0.224	0.457	0.753						
0.165	0.072	0.098	0.208	0.431	0.710						
0.170	0.064	0.087	0.191	0.404	0.668						
0.175	0.056	0.076	0.175	0.378	0.626	1.110					
0.180	0.049	0.066	0.159	0.351	0.585	0.998					
0.185	0.041	0.055	0.143	0.325	0.544	0.911					
0.190	0.034	0.045	0.126	0.298	0.504	0.835					

p* = 0.4 $\xi\theta = 1.00$ cal $\theta = 15^\circ$												
k ϵ												
Zeta := D/h												
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.393	0.478	0.691	1.064	1.525							
0.060	0.367	0.444	0.645	1.005	1.448							
0.070	0.341	0.411	0.601	0.946	1.371							
0.080	0.317	0.379	0.558	0.889	1.295							
0.090	0.293	0.349	0.517	0.832	1.218							
0.100	0.271	0.319	0.476	0.776	1.142							
0.110	0.249	0.290	0.436	0.720	1.066							
0.120	0.228	0.262	0.397	0.665	0.990							
0.130	0.207	0.235	0.358	0.609	0.915	1.477						
0.135	0.197	0.221	0.339	0.582	0.877	1.400						
0.140	0.187	0.208	0.320	0.554	0.839	1.330						
0.145	0.177	0.195	0.301	0.527	0.801	1.264						
0.150	0.167	0.181	0.282	0.499	0.763	1.201						
0.155	0.157	0.168	0.264	0.472	0.725	1.139						
0.160	0.148	0.155	0.245	0.445	0.687	1.079						
0.165	0.138	0.143	0.227	0.417	0.649	1.020						
0.170	0.129	0.130	0.208	0.390	0.611	0.961						
0.175	0.119	0.117	0.190	0.363	0.573	0.904	1.638					
0.180	0.110	0.105	0.172	0.336	0.536	0.846	1.467					
0.185	0.101	0.092	0.154	0.308	0.498	0.790	1.340					
0.190	0.091	0.080	0.136	0.281	0.460	0.733	1.229					

p* = 0.4 $\xi\theta = 1.00$ cal $\theta = 27^\circ$												
k ϵ												
Zeta := D/h												
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.313	0.409	0.639	1.068								
0.060	0.291	0.380	0.601	1.014								
0.070	0.270	0.353	0.564	0.961								
0.080	0.251	0.327	0.527	0.908								
0.090	0.232	0.302	0.492	0.855								
0.100	0.213	0.277	0.457	0.802								
0.110	0.195	0.253	0.422	0.749								
0.120	0.178	0.229	0.388	0.696	1.212							
0.130	0.161	0.206	0.354	0.643	1.051							
0.135	0.152	0.195	0.337	0.617	0.999							
0.140	0.144	0.184	0.320	0.590	0.951							
0.145	0.136	0.172	0.303	0.564	0.905							
0.150	0.128	0.161	0.287	0.537	0.860							
0.155	0.120	0.150	0.270	0.511	0.817							
0.160	0.112	0.139	0.254	0.484	0.774							
0.165	0.104	0.129	0.237	0.458	0.732							
0.170	0.096	0.118	0.221	0.431	0.691							
0.175	0.088	0.107	0.204	0.405	0.650	1.102						
0.180	0.081	0.096	0.188	0.378	0.609	1.007						
0.185	0.073	0.086	0.171	0.352	0.569	0.927						
0.190	0.066	0.075	0.155	0.325	0.529	0.853						

p* = 0.4 $\xi\theta = 1.00$ cal $\theta = 15^\circ$												
k ϵ												
Zeta := D/h												
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.435	0.512	0.713	1.065	1.466							
0.060	0.404	0.472	0.661	0.999	1.387							
0.070	0.375	0.435	0.611	0.934	1.309	2.078						
0.080	0.347	0.399	0.563	0.871	1.231	1.864						
0.090	0.320	0.364	0.517	0.809	1.154	1.738						
0.100	0.295	0.331	0.471	0.749	1.077	1.622						
0.110	0.270	0.298	0.427	0.688	1.000	1.508						
0.120	0.245	0.266	0.383	0.629	0.923	1.397						
0.130	0.222	0.235	0.341	0.570	0.846	1.287						
0.135	0.210	0.220	0.320	0.541	0.808	1.233						
0.140	0.199	0.205	0.299	0.512	0.770	1.178						
0.145	0.187	0.190	0.278	0.482	0.732	1.124						
0.150	0.176	0.175	0.258	0.454	0.693	1.070	1.901					
0.155	0.165	0.160	0.237	0.425	0.655	1.016	1.754					
0.160	0.154	0.146	0.217	0.396	0.617	0.962	1.638					
0.165	0.143	0.131	0.197	0.367	0.579	0.908	1.533					
0.170	0.132	0.117	0.176	0.339	0.541	0.854	1.435					
0.175	0.121	0.103	0.156	0.310	0.503	0.800	1.341					
0.180	0.111	0.089	0.137	0.281	0.464	0.746	1.251					
0.185	0.100	0.075	0.117	0.253	0.426	0.693	1.162					
0.190	0.090	0.061	0.097	0.225	0.388	0.639	1.075	2.162				

p* = 0.4 $\xi\theta = 1.00$ cal $\theta = 23^\circ$												
k ϵ												
Zeta := D/h												
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.352	0.443	0.665	1.060								
0.060	0.328	0.412	0.623	1.006								
0.070	0.305	0.382	0.583	0.951								
0.080	0.283	0.353	0.544	0.897								
0.090	0.262	0.326	0.506	0.844	1.321							
0.100	0.242	0.299	0.468	0.790	1.223							
0.110	0.223	0.273	0.431	0.736	1.135							
0.120	0.203	0.247	0.395	0.683	1.052							
0.130	0.185	0.222	0.359	0.629	0.971							
0.135	0.176	0.210	0.341	0.603	0.930							
0.140	0.167	0.198	0.324	0.576	0.891							
0.145	0.158	0.186	0.306	0.549	0.851							
0.150	0.149	0.174	0.288	0.523	0.812							
0.155	0.140	0.162	0.271	0.496	0.773	1.309						
0.160	0.131	0.150	0.254	0.469	0.733	1.210						
0.165	0.123	0.139	0.236	0.443	0.694	1.130						
0.170	0.114	0.127	0.219	0.416	0.656	1.057						
0.175	0.106	0.115	0.202	0.389	0.617	0.988						
0.180	0.097	0.104	0.185	0.363	0.578	0.923						
0.185	0.089	0.092	0.168	0.336	0.539	0.859						
0.190	0.081	0.081	0.151	0.310	0.501	0.797	1.421					

$P^* = 0.4$ $\xi\theta = 1.00$ $\text{ca}\theta = 35^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.246	0.349	0.597									
0.060	0.227	0.325	0.564									
0.070	0.210	0.302	0.531									
0.080	0.193	0.279	0.499									
0.090	0.177	0.257	0.467									
0.100	0.161	0.236	0.435									
0.110	0.146	0.215	0.404	0.814								
0.120	0.131	0.195	0.372	0.746								
0.130	0.117	0.174	0.341	0.684								
0.135	0.110	0.164	0.325	0.654								
0.140	0.102	0.155	0.310	0.625								
0.145	0.095	0.145	0.294	0.596								
0.150	0.089	0.135	0.279	0.567								
0.155	0.082	0.125	0.263	0.539								
0.160	0.075	0.116	0.248	0.511								
0.165	0.068	0.106	0.232	0.483	0.870							
0.170	0.061	0.096	0.217	0.455	0.790							
0.175	0.055	0.087	0.201	0.427	0.730							
0.180	0.048	0.077	0.186	0.400	0.675							
0.185	0.042	0.068	0.170	0.372	0.625							
0.190	0.035	0.059	0.155	0.345	0.577							

$P^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{ca}\theta = 19^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.392	0.471	0.681	1.049	1.460	2.108						
0.060	0.357	0.426	0.623	0.976	1.375	2.001						
0.070	0.324	0.384	0.567	0.905	1.290	1.895						
0.080	0.292	0.343	0.514	0.836	1.207	1.789						
0.090	0.262	0.304	0.462	0.769	1.125	1.683						
0.100	0.233	0.267	0.412	0.703	1.044	1.577						
0.110	0.205	0.230	0.363	0.638	0.964	1.471						
0.120	0.177	0.194	0.315	0.574	0.883	1.365						
0.130	0.151	0.160	0.268	0.511	0.804	1.259	2.276					
0.135	0.138	0.143	0.245	0.480	0.764	1.206	2.130					
0.140	0.125	0.126	0.222	0.449	0.725	1.153	2.016					
0.145	0.112	0.109	0.199	0.418	0.685	1.100	1.914					
0.150	0.099	0.092	0.177	0.387	0.646	1.047	1.818					
0.155	0.087	0.076	0.154	0.356	0.606	0.994	1.726					
0.160	0.074	0.060	0.132	0.326	0.567	0.941	1.637					
0.165	0.062	0.044	0.110	0.295	0.528	0.888	1.550					
0.170	0.050	0.028	0.088	0.265	0.489	0.835	1.465					
0.175	0.038	0.012	0.066	0.235	0.450	0.782	1.381					
0.180	0.026		0.045	0.205	0.411	0.729	1.298					
0.185	0.014		0.023	0.175	0.372	0.676	1.215					
0.190	0.002		0.002	0.145	0.333	0.623	1.134	2.459				

$P^* = 0.4$ $\xi\theta = 1.00$ $\text{ca}\theta = 30^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.286	0.385	0.622									
0.060	0.265	0.358	0.585	1.648								
0.070	0.246	0.333	0.550	0.985								
0.080	0.228	0.308	0.516	0.928								
0.090	0.210	0.284	0.481	0.872								
0.100	0.192	0.261	0.448	0.817								
0.110	0.176	0.238	0.414	0.762								
0.120	0.159	0.216	0.381	0.708								
0.130	0.143	0.194	0.349	0.654								
0.135	0.135	0.183	0.332	0.627								
0.140	0.128	0.172	0.316	0.600	1.067							
0.145	0.120	0.162	0.300	0.574	0.975							
0.150	0.112	0.151	0.284	0.547	0.914							
0.155	0.105	0.141	0.268	0.520	0.861							
0.160	0.097	0.130	0.251	0.493	0.811							
0.165	0.090	0.120	0.235	0.467	0.764							
0.170	0.083	0.110	0.219	0.440	0.719							
0.175	0.075	0.099	0.203	0.413	0.674							
0.180	0.068	0.089	0.187	0.387	0.631							
0.185	0.061	0.079	0.172	0.360	0.588	0.999						
0.190	0.054	0.069	0.156	0.333	0.546	0.903						

$P^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{ca}\theta = 15^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.429	0.497	0.692	1.042	1.429	2.000						
0.060	0.369	0.445	0.676	0.958	1.332	1.886						
0.070	0.350	0.397	0.582	0.878	1.238	1.774	2.858					
0.080	0.314	0.350	0.501	0.801	1.146	1.663	2.663					
0.090	0.279	0.305	0.443	0.726	1.056	1.553	2.491					
0.100	0.245	0.262	0.386	0.652	0.967	1.443	2.327					
0.110	0.213	0.220	0.330	0.560	0.879	1.334	2.168					
0.120	0.181	0.179	0.276	0.509	0.793	1.225	2.010					
0.130	0.150	0.139	0.223	0.440	0.707	1.117	1.854					
0.135	0.135	0.120	0.197	0.405	0.664	1.063	1.776					
0.140	0.120	0.100	0.171	0.371	0.622	1.009	1.699					
0.145	0.105	0.081	0.146	0.337	0.580	0.955	1.621					
0.150	0.091	0.062	0.120	0.303	0.536	0.901	1.544					
0.155	0.076	0.043	0.095	0.270	0.496	0.847	1.467					
0.160	0.062	0.025	0.070	0.236	0.454	0.793	1.390					
0.165	0.048	0.006		0.203	0.413	0.739	1.313	2.709				
0.170	0.034		0.021	0.170	0.371	0.686	1.237	2.495				
0.175	0.020			0.138	0.330	0.632	1.160	2.319				
0.180	0.006			0.105	0.289	0.578	1.084	2.161				
0.185				0.072	0.248	0.525	1.007	2.012				
0.190				0.040	0.207	0.471	0.931	1.870				

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.67$ $\alpha_{10} = 27^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.312	0.405	0.635	1.036	1.520						
0.060	0.284	0.369	0.588	0.975	1.444						
0.070	0.258	0.335	0.542	0.915	1.368						
0.080	0.232	0.302	0.498	0.857	1.292						
0.090	0.206	0.276	0.455	0.799	1.216						
0.100	0.184	0.239	0.413	0.742	1.140						
0.110	0.162	0.209	0.372	0.685	1.065						
0.120	0.139	0.180	0.332	0.629	0.989						
0.130	0.118	0.152	0.292	0.573	0.913	1.554					
0.135	0.107	0.138	0.272	0.545	0.875	1.473					
0.140	0.097	0.124	0.253	0.517	0.838	1.400					
0.145	0.086	0.110	0.233	0.489	0.800	1.333					
0.150	0.076	0.097	0.214	0.462	0.762	1.269					
0.155	0.066	0.083	0.195	0.434	0.724	1.206					
0.160	0.056	0.070	0.176	0.406	0.686	1.146					
0.165	0.046	0.056	0.157	0.379	0.648	1.086					
0.170	0.036	0.043	0.138	0.351	0.610	1.027					
0.175	0.026	0.030	0.119	0.324	0.573	0.969					
0.180	0.017	0.017	0.101	0.296	0.535	0.911					
0.185	0.007	0.004		0.269	0.497	0.854	1.632				
0.190			0.064	0.242	0.459	0.798	1.473				

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.67$ $\alpha_{10} = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.242	0.344	0.590	1.030							
0.060	0.218	0.314	0.549	0.976							
0.070	0.196	0.285	0.510	0.923							
0.080	0.175	0.257	0.471	0.869							
0.090	0.154	0.229	0.434	0.816							
0.100	0.134	0.203	0.397	0.763							
0.110	0.115	0.177	0.360	0.710	1.235						
0.120	0.096	0.152	0.325	0.657	1.117						
0.130	0.078	0.128	0.289	0.604	1.023						
0.135	0.069	0.116	0.272	0.577	0.978						
0.140	0.060	0.104	0.254	0.551	0.935						
0.145	0.051	0.092	0.237	0.524	0.893						
0.150	0.043	0.080	0.219	0.497	0.851						
0.155	0.034	0.068	0.202	0.471	0.810						
0.160	0.025	0.057	0.185	0.444	0.769						
0.165	0.017	0.045	0.168	0.418	0.729						
0.170	0.009	0.034	0.151	0.391	0.689						
0.175	0.000	0.022	0.134	0.365	0.649	1.196					
0.180		0.011	0.117	0.338	0.609	1.094					
0.185			0.100	0.312	0.569	1.011					
0.190			0.083	0.285	0.530	0.936					

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.67$ $\alpha_{10} = 23^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.351	0.438	0.659	1.044	1.483						
0.060	0.320	0.398	0.607	0.978	1.405						
0.070	0.291	0.361	0.557	0.914	1.327						
0.080	0.263	0.325	0.509	0.851	1.249						
0.090	0.236	0.290	0.463	0.789	1.172	1.863					
0.100	0.210	0.256	0.417	0.728	1.095	1.729					
0.110	0.185	0.223	0.373	0.668	1.019	1.608					
0.120	0.161	0.191	0.329	0.609	0.942	1.492					
0.130	0.137	0.160	0.286	0.550	0.866	1.379					
0.135	0.125	0.145	0.265	0.521	0.827	1.323					
0.140	0.114	0.130	0.244	0.491	0.789	1.268					
0.145	0.102	0.115	0.223	0.462	0.751	1.212					
0.150	0.091	0.100	0.203	0.433	0.713	1.157					
0.155	0.080	0.085	0.182	0.405	0.675	1.103					
0.160	0.069	0.070	0.162	0.376	0.637	1.048					
0.165	0.058	0.056	0.142	0.347	0.599	0.993	1.857				
0.170	0.047	0.041	0.122	0.318	0.561	0.939	1.712				
0.175	0.036	0.027	0.102	0.290	0.522	0.885	1.595				
0.180	0.025	0.013	0.082	0.261	0.484	0.831	1.489				
0.185	0.015		0.062	0.233	0.446	0.777	1.389				
0.190	0.004		0.042	0.205	0.408	0.723	1.294				

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.67$ $\alpha_{10} = 30^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.284	0.381	0.617	1.030							
0.060	0.258	0.347	0.572	0.973	1.526						
0.070	0.233	0.315	0.529	0.916	1.427						
0.080	0.210	0.284	0.480	0.860	1.342						
0.090	0.187	0.254	0.447	0.805	1.260						
0.100	0.165	0.226	0.407	0.749	1.181						
0.110	0.144	0.197	0.368	0.694	1.103						
0.120	0.123	0.170	0.330	0.640	1.025						
0.130	0.103	0.143	0.292	0.585	0.948						
0.135	0.093	0.130	0.273	0.558	0.909						
0.140	0.083	0.117	0.255	0.531	0.871						
0.145	0.073	0.104	0.236	0.504	0.832						
0.150	0.064	0.091	0.218	0.477	0.794	1.406					
0.155	0.054	0.078	0.199	0.450	0.756	1.314					
0.160	0.045	0.066	0.181	0.423	0.717	1.236					
0.165	0.035	0.053	0.163	0.396	0.679	1.164					
0.170	0.026	0.041	0.145	0.369	0.641	1.097					
0.175	0.017	0.028	0.127	0.342	0.603	1.032					
0.180	0.008	0.016	0.109	0.315	0.565	0.969					
0.185		0.004	0.091	0.288	0.527	0.908					
0.190			0.073	0.261	0.488	0.847					

$p^* = 0.5$ $\phi = 0.70$ $\alpha_{10} = 15^\circ$											
$\beta := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.398	0.479	0.692	1.063	1.480	2.157					
0.060	0.365	0.436	0.635	0.992	1.396	2.047					
0.070	0.332	0.394	0.581	0.923	1.313	1.939					
0.080	0.302	0.355	0.529	0.855	1.231	1.831					
0.090	0.272	0.317	0.478	0.789	1.151	1.724					
0.100	0.244	0.280	0.429	0.724	1.070	1.617					
0.110	0.216	0.244	0.381	0.661	0.991	1.511					
0.120	0.189	0.210	0.334	0.598	0.912	1.404					
0.130	0.163	0.176	0.288	0.536	0.833	1.298					
0.135	0.151	0.159	0.265	0.505	0.794	1.245					
0.140	0.138	0.142	0.243	0.474	0.754	1.192	2.143				
0.145	0.125	0.126	0.221	0.444	0.715	1.139	2.010				
0.150	0.113	0.110	0.199	0.413	0.676	1.086	1.900				
0.155	0.101	0.094	0.177	0.383	0.637	1.032	1.799				
0.160	0.089	0.078	0.155	0.353	0.598	0.979	1.703				
0.165	0.077	0.062	0.133	0.323	0.559	0.926	1.612				
0.170	0.065	0.047	0.112	0.293	0.520	0.873	1.523				
0.175	0.053	0.031	0.090	0.263	0.482	0.820	1.436				
0.180	0.041	0.016	0.069	0.233	0.443	0.767	1.350				
0.185	0.030	0.001	0.048	0.204	0.404	0.714	1.266				
0.190	0.018		0.027	0.174	0.365	0.661	1.182				

$p^* = 0.5$ $\phi = 0.70$ $\alpha_{10} = 27^\circ$											
$\beta := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.317	0.412	0.644	1.009	1.554						
0.060	0.290	0.376	0.598	0.989	1.476						
0.070	0.264	0.343	0.553	0.931	1.398						
0.080	0.239	0.311	0.510	0.873	1.321						
0.090	0.216	0.280	0.467	0.816	1.245						
0.100	0.193	0.250	0.426	0.760	1.168						
0.110	0.171	0.221	0.386	0.704	1.092						
0.120	0.149	0.192	0.346	0.648	1.016						
0.130	0.128	0.164	0.307	0.593	0.940						
0.135	0.117	0.150	0.288	0.565	0.902	1.569					
0.140	0.107	0.137	0.269	0.538	0.864	1.471					
0.145	0.097	0.123	0.250	0.510	0.826	1.392					
0.150	0.087	0.110	0.231	0.483	0.788	1.320					
0.155	0.077	0.097	0.212	0.455	0.751	1.253					
0.160	0.067	0.084	0.193	0.428	0.713	1.189					
0.165	0.058	0.071	0.175	0.400	0.675	1.127					
0.170	0.048	0.058	0.156	0.373	0.637	1.066					
0.175	0.038	0.045	0.138	0.346	0.599	1.006					
0.180	0.029	0.032	0.119	0.319	0.561	0.947					
0.185	0.020	0.020	0.101	0.291	0.523	0.888					
0.190	0.010	0.007	0.083	0.264	0.485	0.831	1.562				

$p^* = 0.5 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{cal}\theta = 35^\circ$										
Zeta := D/h										
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.246	0.350	0.598	1.046						
0.060	0.274	0.370	0.558	0.993						
0.070	0.202	0.292	0.519	0.940						
0.080	0.181	0.264	0.481	0.887						
0.090	0.161	0.238	0.445	0.834						
0.100	0.141	0.212	0.408	0.781						
0.110	0.123	0.187	0.373	0.728						
0.120	0.104	0.162	0.337	0.676	1.186					
0.130	0.086	0.138	0.303	0.623	1.067					
0.135	0.078	0.126	0.285	0.596	1.018					
0.140	0.069	0.115	0.268	0.570	0.971					
0.145	0.060	0.103	0.251	0.543	0.926					
0.150	0.052	0.091	0.234	0.517	0.883					
0.155	0.043	0.080	0.217	0.490	0.840					
0.160	0.035	0.068	0.200	0.464	0.798					
0.165	0.027	0.057	0.183	0.437	0.756					
0.170	0.018	0.046	0.166	0.411	0.715					
0.175	0.010	0.035	0.149	0.384	0.674					
0.180	0.002	0.024	0.133	0.358	0.634	1.164				
0.185	0.013	0.116	0.331	0.594	1.061					
0.190	0.002	0.099	0.305	0.554	0.977					

$p^* = 0.5 \quad \xi\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 19^\circ$										
Zeta := D/h										
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.418	0.504	0.723	1.105	1.539					
0.060	0.386	0.463	0.670	1.038	1.460					
0.070	0.357	0.425	0.620	0.973	1.381					
0.080	0.328	0.388	0.571	0.909	1.303	2.012				
0.090	0.301	0.353	0.523	0.847	1.226	1.678				
0.100	0.274	0.318	0.477	0.785	1.148	1.758				
0.110	0.249	0.285	0.432	0.725	1.071	1.643				
0.120	0.224	0.253	0.388	0.665	0.994	1.530				
0.130	0.200	0.221	0.345	0.605	0.917	1.420				
0.135	0.188	0.205	0.323	0.576	0.879	1.365				
0.140	0.176	0.190	0.302	0.546	0.841	1.310				
0.145	0.164	0.175	0.281	0.517	0.802	1.255				
0.150	0.153	0.160	0.260	0.488	0.764	1.201				
0.155	0.142	0.145	0.239	0.459	0.726	1.147				
0.160	0.130	0.130	0.219	0.430	0.688	1.093	1.994			
0.165	0.119	0.115	0.198	0.401	0.649	1.038	1.842			
0.170	0.108	0.100	0.178	0.372	0.611	0.984	1.723			
0.175	0.097	0.086	0.158	0.343	0.573	0.931	1.616			
0.180	0.086	0.072	0.137	0.314	0.535	0.877	1.517			
0.185	0.076	0.057	0.117	0.286	0.497	0.823	1.421			
0.190	0.065	0.043	0.097	0.257	0.459	0.769	1.330			

$p^* = 0.5 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{cal}\theta = 30^\circ$										
Zeta := D/h										
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.369	0.387	0.626	1.044						
0.060	0.264	0.354	0.582	0.988						
0.070	0.239	0.323	0.540	0.932						
0.080	0.216	0.293	0.499	0.877	1.391					
0.090	0.194	0.264	0.459	0.822	1.300					
0.100	0.173	0.235	0.420	0.767	1.216					
0.110	0.152	0.208	0.381	0.713	1.135					
0.120	0.132	0.181	0.344	0.659	1.055					
0.130	0.112	0.155	0.306	0.604	0.977					
0.135	0.102	0.142	0.288	0.577	0.937					
0.140	0.093	0.129	0.270	0.551	0.899					
0.145	0.083	0.116	0.251	0.524	0.860					
0.150	0.074	0.104	0.233	0.497	0.821					
0.155	0.064	0.091	0.215	0.470	0.782	1.406				
0.160	0.055	0.079	0.197	0.443	0.744	1.300				
0.165	0.046	0.066	0.179	0.416	0.705	1.217				
0.170	0.037	0.054	0.162	0.389	0.667	1.143				
0.175	0.028	0.042	0.144	0.362	0.628	1.074				
0.180	0.019	0.030	0.126	0.336	0.590	1.008				
0.185	0.010	0.018	0.109	0.309	0.552	0.944				
0.190	0.002	0.006	0.091	0.282	0.513	0.881				

$p^* = 0.5 \quad \xi\theta = 0.80 \quad \text{cal}\theta = 15^\circ$										
Zeta := D/h										
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.460	0.536	0.742	1.105	1.589	2.125				
0.060	0.424	0.490	0.682	1.029	1.420	2.019				
0.070	0.389	0.446	0.624	0.956	1.333	1.913				
0.080	0.357	0.403	0.569	0.885	1.248	1.806				
0.090	0.325	0.363	0.515	0.815	1.164	1.700				
0.100	0.295	0.324	0.463	0.747	1.081	1.594				
0.110	0.265	0.286	0.413	0.681	0.998	1.488				
0.120	0.237	0.249	0.363	0.615	0.917	1.382	2.350			
0.130	0.209	0.213	0.314	0.550	0.835	1.276	2.141			
0.135	0.195	0.195	0.291	0.510	0.795	1.223	2.040			
0.140	0.182	0.177	0.267	0.486	0.755	1.170	1.958			
0.145	0.168	0.160	0.243	0.454	0.715	1.117	1.870			
0.150	0.155	0.143	0.220	0.423	0.675	1.064	1.785			
0.155	0.142	0.126	0.197	0.391	0.635	1.011	1.701			
0.160	0.129	0.109	0.174	0.360	0.595	0.958	1.618			
0.165	0.116	0.092	0.151	0.329	0.555	0.905	1.536			
0.170	0.104	0.076	0.128	0.298	0.515	0.852	1.455			
0.175	0.091	0.059	0.106	0.267	0.476	0.799	1.374			
0.180	0.079	0.043	0.084	0.236	0.436	0.746	1.294			
0.185	0.066	0.027	0.061	0.206	0.396	0.693	1.214	2.468		
0.190	0.054	0.011	0.039	0.175	0.357	0.640	1.134	2.243		

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 27^*$												
$\text{Zeta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.332	0.431	0.669	1.089								
0.060	0.307	0.398	0.626	1.033								
0.070	0.283	0.366	0.584	0.977								
0.080	0.260	0.336	0.543	0.922	1.445							
0.090	0.238	0.307	0.503	0.867	1.351							
0.100	0.216	0.279	0.464	0.813	1.265							
0.110	0.196	0.252	0.426	0.758	1.183							
0.120	0.175	0.225	0.388	0.704	1.103							
0.130	0.156	0.199	0.351	0.650	1.024							
0.135	0.146	0.186	0.333	0.623	0.985							
0.140	0.137	0.173	0.315	0.596	0.946							
0.145	0.127	0.161	0.296	0.569	0.907							
0.150	0.118	0.148	0.278	0.543	0.868							
0.155	0.109	0.136	0.260	0.516	0.829	1.478						
0.160	0.099	0.123	0.242	0.489	0.791	1.357						
0.165	0.090	0.111	0.225	0.462	0.752	1.270						
0.170	0.081	0.099	0.207	0.435	0.714	1.194						
0.175	0.072	0.087	0.189	0.408	0.675	1.124						
0.180	0.063	0.075	0.172	0.382	0.637	1.057						
0.185	0.055	0.063	0.154	0.355	0.598	0.993						
0.190	0.046	0.051	0.137	0.328	0.560	0.930						

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 35^*$												
$\text{Zeta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.259	0.366	0.621	1.119								
0.060	0.238	0.338	0.583	1.059								
0.070	0.217	0.312	0.547	1.003								
0.080	0.198	0.286	0.511	0.948								
0.090	0.179	0.261	0.476	0.894								
0.100	0.161	0.237	0.442	0.840								
0.110	0.144	0.213	0.408	0.786								
0.120	0.127	0.190	0.374	0.731								
0.130	0.110	0.168	0.340	0.680								
0.135	0.102	0.156	0.324	0.653								
0.140	0.094	0.145	0.307	0.626								
0.145	0.086	0.134	0.291	0.600	1.071							
0.150	0.078	0.123	0.274	0.573	1.002							
0.155	0.070	0.113	0.258	0.546	0.945							
0.160	0.062	0.102	0.242	0.520	0.894							
0.165	0.054	0.091	0.225	0.493	0.845							
0.170	0.046	0.080	0.209	0.466	0.799							
0.175	0.039	0.070	0.193	0.440	0.754							
0.180	0.031	0.059	0.177	0.413	0.710							
0.185	0.024	0.049	0.160	0.387	0.667							
0.190	0.016	0.039	0.144	0.360	0.625	1.170						

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 23^*$												
$\text{Zeta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.374	0.467	0.697	1.097	1.579							
0.060	0.346	0.431	0.649	1.036	1.503							
0.070	0.319	0.396	0.603	0.976	1.427							
0.080	0.294	0.363	0.559	0.918	1.352							
0.090	0.270	0.332	0.516	0.860	1.276							
0.100	0.246	0.301	0.474	0.803	1.200							
0.110	0.223	0.271	0.433	0.746	1.124							
0.120	0.201	0.242	0.393	0.689	1.049							
0.130	0.179	0.213	0.353	0.633	0.973	1.607						
0.135	0.169	0.199	0.333	0.605	0.935	1.528						
0.140	0.158	0.185	0.314	0.578	0.897	1.457						
0.145	0.148	0.171	0.294	0.550	0.860	1.390						
0.150	0.138	0.158	0.275	0.522	0.822	1.326						
0.155	0.128	0.144	0.256	0.494	0.784	1.264						
0.160	0.117	0.131	0.237	0.467	0.746	1.204						
0.165	0.107	0.117	0.218	0.439	0.708	1.144						
0.170	0.098	0.104	0.199	0.412	0.670	1.086						
0.175	0.088	0.091	0.180	0.384	0.633	1.028						
0.180	0.078	0.078	0.161	0.357	0.595	0.970						
0.185	0.068	0.065	0.143	0.329	0.557	0.913	1.682					
0.190	0.059	0.052	0.124	0.302	0.519	0.857	1.528					

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 30^*$												
$\text{Zeta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.303	0.405	0.650	1.087								
0.060	0.279	0.374	0.609	1.033								
0.070	0.257	0.345	0.569	0.980								
0.080	0.235	0.317	0.530	0.927								
0.090	0.215	0.289	0.493	0.873								
0.100	0.195	0.263	0.456	0.820								
0.110	0.175	0.237	0.419	0.767	1.270							
0.120	0.156	0.212	0.383	0.714	1.165							
0.130	0.138	0.187	0.348	0.660	1.073							
0.135	0.129	0.175	0.330	0.634	1.030							
0.140	0.120	0.163	0.312	0.607	0.988							
0.145	0.111	0.151	0.295	0.581	0.946							
0.150	0.102	0.139	0.278	0.554	0.905							
0.155	0.094	0.127	0.260	0.528	0.864							
0.160	0.085	0.115	0.243	0.501	0.823							
0.165	0.076	0.104	0.226	0.475	0.783							
0.170	0.068	0.092	0.209	0.448	0.743							
0.175	0.060	0.081	0.192	0.422	0.703	1.233						
0.180	0.051	0.070	0.175	0.395	0.664	1.140						
0.185	0.043	0.058	0.158	0.368	0.624	1.060						
0.190	0.035	0.047	0.141	0.342	0.585	0.987						

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.433	0.523	0.748	1.140	1.595							
0.060	0.404	0.485	0.698	1.076	1.519							
0.070	0.376	0.449	0.651	1.014	1.443							
0.080	0.349	0.414	0.604	0.954	1.367							
0.090	0.323	0.381	0.558	0.884	1.291							
0.100	0.298	0.349	0.516	0.835	1.215							
0.110	0.274	0.317	0.473	0.776	1.139	1.809						
0.120	0.251	0.287	0.431	0.718	1.063	1.666						
0.130	0.228	0.257	0.389	0.661	0.987	1.539						
0.135	0.217	0.242	0.369	0.632	0.949	1.479						
0.140	0.206	0.227	0.349	0.604	0.912	1.420						
0.145	0.195	0.213	0.329	0.575	0.874	1.362						
0.150	0.184	0.199	0.309	0.547	0.836	1.304						
0.155	0.174	0.185	0.289	0.519	0.798	1.247						
0.160	0.163	0.171	0.269	0.491	0.760	1.191						
0.165	0.153	0.157	0.250	0.463	0.722	1.134						
0.170	0.142	0.143	0.230	0.435	0.684	1.079						
0.175	0.132	0.129	0.211	0.407	0.646	1.023	1.848					
0.180	0.122	0.116	0.191	0.379	0.609	0.968	1.695					
0.185	0.112	0.102	0.172	0.351	0.571	0.913	1.574					
0.190	0.102	0.089	0.153	0.323	0.533	0.858	1.466					

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 27^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.344	0.446	0.690	1.125								
0.060	0.320	0.415	0.648	1.071								
0.070	0.297	0.385	0.609	1.017								
0.080	0.276	0.357	0.570	0.964								
0.090	0.255	0.329	0.532	0.910								
0.100	0.235	0.302	0.494	0.857								
0.110	0.215	0.276	0.458	0.804	1.293							
0.120	0.196	0.251	0.422	0.751	1.194							
0.130	0.178	0.226	0.386	0.697	1.105							
0.135	0.169	0.214	0.368	0.671	1.063							
0.140	0.160	0.202	0.351	0.644	1.021							
0.145	0.151	0.190	0.333	0.618	0.979							
0.150	0.142	0.178	0.316	0.591	0.939							
0.155	0.133	0.166	0.298	0.565	0.898							
0.160	0.124	0.154	0.281	0.538	0.858							
0.165	0.116	0.143	0.264	0.511	0.818							
0.170	0.107	0.131	0.247	0.485	0.778	1.376						
0.175	0.099	0.120	0.230	0.458	0.739	1.255						
0.180	0.091	0.108	0.213	0.432	0.699	1.167						
0.185	0.082	0.097	0.196	0.405	0.660	1.090						
0.190	0.074	0.086	0.179	0.378	0.621	1.019						

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 15^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.478	0.559	0.772	1.144	1.560	2.237						
0.060	0.445	0.516	0.715	1.072	1.476	2.127						
0.070	0.412	0.474	0.661	1.003	1.393	2.019						
0.080	0.382	0.435	0.609	0.935	1.311	1.911						
0.090	0.352	0.397	0.558	0.869	1.231	1.804						
0.100	0.324	0.360	0.509	0.804	1.151	1.698						
0.110	0.296	0.324	0.461	0.741	1.071	1.591						
0.120	0.270	0.290	0.414	0.678	0.992	1.485						
0.130	0.243	0.256	0.360	0.616	0.913	1.378						
0.135	0.231	0.239	0.346	0.585	0.874	1.325						
0.140	0.218	0.222	0.323	0.554	0.835	1.272	2.224					
0.145	0.206	0.206	0.301	0.524	0.795	1.219	2.091					
0.150	0.193	0.190	0.279	0.493	0.756	1.166	1.980					
0.155	0.181	0.174	0.257	0.463	0.717	1.113	1.879					
0.160	0.169	0.158	0.235	0.433	0.678	1.059	1.784					
0.165	0.157	0.142	0.213	0.403	0.639	1.006	1.692					
0.170	0.145	0.127	0.192	0.373	0.601	0.953	1.603					
0.175	0.133	0.111	0.170	0.343	0.562	0.900	1.516					
0.180	0.121	0.096	0.149	0.314	0.523	0.847	1.430					
0.185	0.110	0.081	0.128	0.284	0.484	0.794	1.346					
0.190	0.098	0.066	0.107	0.254	0.445	0.741	1.262					

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 23^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.367	0.484	0.719	1.130								
0.060	0.361	0.450	0.674	1.073	1.603							
0.070	0.336	0.417	0.631	1.016	1.515							
0.080	0.312	0.386	0.589	0.959	1.433							
0.090	0.289	0.356	0.548	0.904	1.353							
0.100	0.267	0.327	0.508	0.848	1.275							
0.110	0.245	0.299	0.468	0.793	1.197							
0.120	0.225	0.271	0.430	0.738	1.120							
0.130	0.204	0.244	0.392	0.683	1.043							
0.135	0.194	0.231	0.373	0.656	1.004							
0.140	0.184	0.217	0.354	0.629	0.966							
0.145	0.175	0.204	0.335	0.602	0.928	1.590						
0.150	0.165	0.191	0.317	0.575	0.889	1.479						
0.155	0.155	0.179	0.298	0.547	0.851	1.396						
0.160	0.146	0.166	0.280	0.520	0.813	1.322						
0.165	0.136	0.153	0.262	0.493	0.775	1.253						
0.170	0.127	0.141	0.244	0.466	0.737	1.187						
0.175	0.118	0.128	0.226	0.439	0.699	1.123						
0.180	0.109	0.116	0.208	0.412	0.661	1.061						
0.185	0.100	0.104	0.190	0.385	0.623	1.001						
0.190	0.091	0.091	0.172	0.356	0.585	0.941						

$p^* = 0.5$ $\xi = 0.90$ $\text{cal} \theta = 35^\circ$

kc	Beta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.269	0.379	0.640								
0.060	0.249	0.353	0.604								
0.070	0.230	0.328	0.570								
0.080	0.212	0.303	0.535	1.033							
0.090	0.194	0.286	0.502	0.962							
0.100	0.177	0.257	0.469	0.901							
0.110	0.160	0.234	0.436	0.843							
0.120	0.144	0.212	0.403	0.786							
0.130	0.128	0.191	0.371	0.730							
0.135	0.121	0.180	0.355	0.703							
0.140	0.113	0.169	0.339	0.675							
0.145	0.105	0.159	0.322	0.648							
0.150	0.098	0.148	0.306	0.621							
0.155	0.090	0.138	0.290	0.593							
0.160	0.083	0.128	0.275	0.566	1.011						
0.165	0.076	0.118	0.259	0.539	0.947						
0.170	0.068	0.107	0.243	0.512	0.885						
0.175	0.061	0.097	0.227	0.485	0.831						
0.180	0.054	0.087	0.211	0.458	0.780						
0.185	0.047	0.077	0.195	0.431	0.732						
0.190	0.040	0.067	0.180	0.404	0.686						

$p^* = 0.5$ $\xi = 1.00$ $\text{cal} \theta = 19^\circ$

kc	Beta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.445	0.538	0.769	1.169	1.654						
0.060	0.418	0.502	0.721	1.109	1.578						
0.070	0.391	0.468	0.676	1.049	1.502						
0.080	0.366	0.435	0.632	0.991	1.426						
0.090	0.341	0.404	0.589	0.933	1.350						
0.100	0.313	0.373	0.547	0.876	1.275						
0.110	0.295	0.343	0.506	0.819	1.199						
0.120	0.273	0.314	0.465	0.763	1.123						
0.130	0.252	0.286	0.426	0.707	1.048	1.691					
0.135	0.241	0.272	0.406	0.679	1.010	1.609					
0.140	0.231	0.258	0.387	0.651	0.972	1.536					
0.145	0.220	0.244	0.367	0.623	0.934	1.468					
0.150	0.210	0.230	0.348	0.596	0.896	1.404					
0.155	0.200	0.217	0.329	0.568	0.858	1.341					
0.160	0.190	0.203	0.310	0.540	0.820	1.280					
0.165	0.180	0.193	0.291	0.513	0.783	1.221					
0.170	0.170	0.177	0.272	0.485	0.745	1.162					
0.175	0.160	0.164	0.253	0.458	0.707	1.104					
0.180	0.151	0.151	0.235	0.430	0.669	1.046					
0.185	0.141	0.138	0.216	0.403	0.631	0.989	1.771				
0.190	0.131	0.125	0.198	0.376	0.593	0.932	1.610				

$p^* = 0.5$ $\xi = 0.90$ $\text{cal} \theta = 30^\circ$

kc	Beta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.314	0.419	0.669	1.131							
0.060	0.292	0.390	0.630	1.078							
0.070	0.270	0.362	0.593	1.025							
0.080	0.256	0.335	0.556	0.972							
0.090	0.231	0.310	0.520	0.919							
0.100	0.212	0.284	0.484	0.866							
0.110	0.193	0.260	0.449	0.813							
0.120	0.176	0.236	0.414	0.760							
0.130	0.158	0.212	0.380	0.707	1.209						
0.135	0.150	0.201	0.363	0.681	1.139						
0.140	0.141	0.189	0.346	0.654	1.083						
0.145	0.133	0.178	0.329	0.628	1.033						
0.150	0.125	0.167	0.312	0.601	0.985						
0.155	0.116	0.155	0.296	0.575	0.940						
0.160	0.108	0.144	0.279	0.548	0.895						
0.165	0.100	0.133	0.262	0.522	0.852						
0.170	0.092	0.122	0.246	0.495	0.809						
0.175	0.084	0.111	0.229	0.469	0.768						
0.180	0.076	0.100	0.213	0.442	0.726						
0.185	0.069	0.090	0.196	0.416	0.685	1.201					
0.190	0.061	0.079	0.180	0.389	0.644	1.095					

$p^* = 0.5$ $\xi = 1.00$ $\text{cal} \theta = 15^\circ$

kc	Beta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.493	0.578	0.796	1.176	1.605						
0.060	0.461	0.537	0.742	1.108	1.525						
0.070	0.431	0.498	0.691	1.041	1.445	2.166					
0.080	0.402	0.461	0.641	0.977	1.366	2.034					
0.090	0.374	0.425	0.593	0.914	1.288	1.915					
0.100	0.347	0.390	0.546	0.851	1.210	1.801					
0.110	0.321	0.356	0.501	0.790	1.133	1.689					
0.120	0.296	0.323	0.456	0.729	1.055	1.579					
0.130	0.272	0.291	0.412	0.669	0.978	1.470					
0.135	0.259	0.275	0.390	0.640	0.939	1.416					
0.140	0.248	0.259	0.369	0.610	0.901	1.362					
0.145	0.236	0.244	0.347	0.580	0.862	1.308					
0.150	0.224	0.228	0.326	0.551	0.824	1.254					
0.155	0.212	0.213	0.305	0.522	0.786	1.200	2.134				
0.160	0.201	0.198	0.284	0.492	0.747	1.146	1.977				
0.165	0.190	0.183	0.264	0.463	0.709	1.092	1.857				
0.170	0.178	0.168	0.243	0.434	0.671	1.039	1.750				
0.175	0.167	0.154	0.222	0.405	0.632	0.985	1.651				
0.180	0.156	0.139	0.202	0.376	0.594	0.932	1.556				
0.185	0.145	0.125	0.182	0.347	0.556	0.878	1.464				
0.190	0.134	0.110	0.162	0.319	0.518	0.825	1.375				

p* = 0.5 $\phi = 1.00$ $\alpha/\theta = 27^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.353	0.458	0.706	1.161							
0.060	0.331	0.428	0.667	1.108							
0.070	0.309	0.400	0.629	1.055							
0.080	0.288	0.373	0.591	1.002							
0.090	0.268	0.347	0.535	0.946							
0.100	0.250	0.321	0.519	0.896							
0.110	0.231	0.296	0.484	0.843							
0.120	0.213	0.272	0.449	0.790							
0.130	0.195	0.248	0.414	0.737	1.201						
0.135	0.187	0.236	0.397	0.711	1.147						
0.140	0.178	0.225	0.380	0.684	1.097						
0.145	0.170	0.213	0.363	0.658	1.050						
0.150	0.161	0.202	0.346	0.631	1.005						
0.155	0.153	0.190	0.329	0.605	0.961						
0.160	0.145	0.179	0.312	0.578	0.918						
0.165	0.136	0.168	0.295	0.552	0.876						
0.170	0.128	0.157	0.279	0.525	0.834						
0.175	0.120	0.146	0.262	0.499	0.793						
0.180	0.112	0.135	0.245	0.472	0.752	1.329					
0.185	0.104	0.124	0.229	0.446	0.711	1.197					
0.190	0.096	0.113	0.212	0.420	0.671	1.106					

p* = 0.5 $\phi = 1.00$ $\alpha/\theta = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.277	0.389	0.656								
0.060	0.258	0.364	0.622								
0.070	0.240	0.340	0.588								
0.080	0.222	0.317	0.556								
0.090	0.206	0.294	0.523								
0.100	0.189	0.272	0.491								
0.110	0.173	0.251	0.459	0.908							
0.120	0.158	0.230	0.427	0.841							
0.130	0.143	0.209	0.395	0.779							
0.135	0.136	0.199	0.380	0.749							
0.140	0.128	0.189	0.364	0.720							
0.145	0.121	0.178	0.348	0.691							
0.150	0.114	0.168	0.332	0.663							
0.155	0.107	0.158	0.317	0.634							
0.160	0.100	0.148	0.301	0.606							
0.165	0.093	0.139	0.285	0.578							
0.170	0.086	0.129	0.270	0.551							
0.175	0.079	0.119	0.254	0.523	0.922						
0.180	0.072	0.109	0.239	0.496	0.852						
0.185	0.065	0.100	0.223	0.468	0.794						
0.190	0.059	0.090	0.208	0.441	0.742						

p* = 0.5 $\phi = 1.00$ $\alpha/\theta = 23^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.398	0.497	0.737	1.160							
0.060	0.373	0.465	0.694	1.105							
0.070	0.349	0.434	0.653	1.050							
0.080	0.327	0.404	0.613	0.995							
0.090	0.305	0.376	0.573	0.941	1.448						
0.100	0.284	0.348	0.535	0.887	1.355						
0.110	0.263	0.321	0.497	0.833	1.269						
0.120	0.243	0.294	0.460	0.779	1.187						
0.130	0.224	0.269	0.423	0.725	1.106						
0.135	0.215	0.256	0.405	0.698	1.067						
0.140	0.205	0.243	0.387	0.671	1.027						
0.145	0.196	0.231	0.369	0.645	0.988						
0.150	0.187	0.218	0.351	0.618	0.948						
0.155	0.178	0.206	0.333	0.591	0.909						
0.160	0.169	0.194	0.315	0.564	0.870	1.484					
0.165	0.160	0.182	0.297	0.537	0.832	1.375					
0.170	0.151	0.170	0.280	0.511	0.793	1.291					
0.175	0.142	0.158	0.262	0.484	0.754	1.216					
0.180	0.133	0.146	0.245	0.457	0.715	1.146					
0.185	0.125	0.134	0.228	0.431	0.677	1.079					
0.190	0.116	0.123	0.210	0.404	0.638	1.014					

p* = 0.5 $\phi = 1.00$ $\alpha/\theta = 30^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.323	0.430	0.685	1.195							
0.060	0.301	0.402	0.648	1.131							
0.070	0.281	0.376	0.612	1.074							
0.080	0.262	0.358	0.577	1.018							
0.090	0.243	0.326	0.542	0.963							
0.100	0.225	0.302	0.507	0.909							
0.110	0.208	0.278	0.473	0.855							
0.120	0.191	0.255	0.440	0.801							
0.130	0.174	0.233	0.406	0.748							
0.135	0.166	0.222	0.390	0.721							
0.140	0.158	0.211	0.373	0.694							
0.145	0.150	0.200	0.357	0.667	1.167						
0.150	0.142	0.189	0.341	0.641	1.081						
0.155	0.135	0.178	0.324	0.614	1.021						
0.160	0.127	0.167	0.308	0.587	0.967						
0.165	0.119	0.157	0.292	0.561	0.918						
0.170	0.111	0.146	0.275	0.534	0.870						
0.175	0.104	0.136	0.259	0.508	0.825						
0.180	0.096	0.125	0.243	0.481	0.780						
0.185	0.089	0.115	0.227	0.454	0.737						
0.190	0.082	0.104	0.211	0.428	0.694						

$p^* = 0.6 \quad \epsilon\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 19^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.442	0.529	0.756	1.152	1.591	2.273				
0.060	0.406	0.483	0.696	1.076	1.504	2.167				
0.070	0.372	0.439	0.639	1.004	1.418	2.061				
0.080	0.339	0.397	0.584	0.933	1.333	1.956				
0.090	0.308	0.356	0.530	0.864	1.250	1.850				
0.100	0.278	0.317	0.479	0.797	1.168	1.744				
0.110	0.249	0.280	0.428	0.731	1.086	1.638				
0.120	0.220	0.243	0.379	0.665	1.005	1.532				
0.130	0.192	0.207	0.331	0.601	0.924	1.426				
0.135	0.179	0.189	0.307	0.569	0.884	1.373	2.425			
0.140	0.165	0.172	0.283	0.537	0.844	1.320	2.299			
0.145	0.152	0.154	0.260	0.506	0.804	1.267	2.192			
0.150	0.139	0.137	0.237	0.474	0.765	1.214	2.092			
0.155	0.126	0.120	0.214	0.443	0.725	1.161	1.998			
0.160	0.113	0.104	0.191	0.412	0.685	1.108	1.908			
0.165	0.100	0.087	0.168	0.381	0.646	1.055	1.820			
0.170	0.088	0.070	0.146	0.350	0.606	1.002	1.733			
0.175	0.075	0.054	0.123	0.320	0.567	0.949	1.648			
0.180	0.063	0.038	0.101	0.289	0.527	0.896	1.564			
0.185	0.050	0.022	0.079	0.259	0.488	0.844	1.482			
0.190	0.038	0.006	0.057	0.228	0.449	0.791	1.399			

$p^* = 0.6 \quad \epsilon\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 27^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.351	0.452	0.700	1.129	1.639					
0.060	0.322	0.415	0.651	1.067	1.563					
0.070	0.295	0.380	0.604	1.006	1.488					
0.080	0.269	0.346	0.559	0.947	1.412					
0.090	0.244	0.313	0.515	0.888	1.336					
0.100	0.219	0.281	0.472	0.830	1.261					
0.110	0.196	0.250	0.430	0.772	1.185					
0.120	0.173	0.220	0.388	0.715	1.109					
0.130	0.150	0.191	0.348	0.659	1.034	1.759				
0.135	0.139	0.176	0.328	0.630	0.996	1.669				
0.140	0.128	0.162	0.308	0.602	0.958	1.593				
0.145	0.118	0.148	0.288	0.574	0.920	1.524				
0.150	0.107	0.134	0.268	0.546	0.882	1.458				
0.155	0.097	0.120	0.249	0.518	0.845	1.395				
0.160	0.086	0.106	0.229	0.490	0.807	1.334				
0.165	0.076	0.092	0.210	0.462	0.769	1.273				
0.170	0.066	0.079	0.191	0.435	0.731	1.214				
0.175	0.056	0.065	0.171	0.407	0.693	1.155				
0.180	0.046	0.052	0.152	0.379	0.656	1.098				
0.185	0.036	0.039	0.133	0.352	0.618	1.040				
0.190	0.026	0.025	0.115	0.324	0.580	0.983				

$p^* = 0.6 \quad \epsilon\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 15^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.486	0.561	0.773	1.149	1.564	2.173				
0.060	0.444	0.507	0.704	1.083	1.465	2.057				
0.070	0.405	0.457	0.630	0.981	1.368	1.944	3.064			
0.080	0.367	0.409	0.575	0.901	1.274	1.831	2.887			
0.090	0.331	0.362	0.515	0.824	1.182	1.719	2.721			
0.100	0.296	0.317	0.456	0.748	1.091	1.609	2.561			
0.110	0.262	0.274	0.399	0.674	1.002	1.498	2.403			
0.120	0.229	0.232	0.343	0.602	0.914	1.389	2.247			
0.130	0.197	0.190	0.280	0.530	0.827	1.279	2.092			
0.135	0.181	0.170	0.261	0.495	0.783	1.225	2.014			
0.140	0.166	0.150	0.235	0.460	0.740	1.170	1.937			
0.145	0.150	0.130	0.208	0.426	0.690	1.116	1.860			
0.150	0.135	0.111	0.182	0.391	0.655	1.062	1.783			
0.155	0.120	0.091	0.156	0.357	0.612	1.007	1.707			
0.160	0.105	0.072	0.131	0.323	0.570	0.953	1.630			
0.165	0.091	0.053	0.105	0.289	0.528	0.899	1.553			
0.170	0.076	0.034	0.080	0.255	0.486	0.845	1.477	3.075		
0.175	0.062	0.015	0.055	0.221	0.444	0.791	1.400	2.825		
0.180	0.047		0.030	0.188	0.402	0.737	1.324	2.639		
0.185	0.033		0.005	0.155	0.360	0.683	1.248	2.474		
0.190	0.019			0.122	0.319	0.629	1.171	2.322		

$p^* = 0.6 \quad \epsilon\theta = 0.67 \quad \text{cal}\theta = 23^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.396	0.491	0.729	1.142	1.609					
0.060	0.364	0.450	0.676	1.074	1.530					
0.070	0.334	0.411	0.624	1.000	1.451					
0.080	0.305	0.373	0.575	0.944	1.373	2.194				
0.090	0.277	0.337	0.527	0.881	1.295	2.025				
0.100	0.250	0.302	0.480	0.819	1.217	1.890				
0.110	0.224	0.260	0.434	0.750	1.140	1.779				
0.120	0.199	0.235	0.389	0.697	1.063	1.665				
0.130	0.174	0.203	0.346	0.638	0.986	1.552				
0.135	0.162	0.187	0.324	0.600	0.940	1.497				
0.140	0.150	0.172	0.302	0.570	0.909	1.442				
0.145	0.138	0.156	0.281	0.549	0.871	1.387				
0.150	0.126	0.141	0.260	0.519	0.833	1.332				
0.155	0.115	0.125	0.239	0.490	0.794	1.277				
0.160	0.103	0.110	0.218	0.461	0.756	1.223				
0.165	0.092	0.095	0.197	0.432	0.718	1.168				
0.170	0.081	0.081	0.177	0.403	0.680	1.114	2.109			
0.175	0.069	0.066	0.156	0.374	0.641	1.060	1.930			
0.180	0.058	0.051	0.136	0.345	0.603	1.006	1.813			
0.185	0.047	0.037	0.115	0.316	0.565	0.952	1.702			
0.190	0.037	0.022	0.095	0.288	0.527	0.890	1.600			

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.272	0.383	0.647	1.115							
0.060	0.248	0.351	0.605	1.060							
0.070	0.225	0.321	0.564	1.007							
0.080	0.203	0.292	0.525	0.953							
0.090	0.181	0.264	0.487	0.899							
0.100	0.161	0.237	0.449	0.846							
0.110	0.141	0.211	0.412	0.793	1.363						
0.120	0.121	0.185	0.375	0.739	1.245						
0.130	0.103	0.160	0.339	0.686	1.150						
0.135	0.093	0.147	0.321	0.660	1.106						
0.140	0.084	0.135	0.304	0.633	1.063						
0.145	0.075	0.123	0.286	0.606	1.020						
0.150	0.066	0.110	0.268	0.580	0.979						
0.155	0.057	0.098	0.251	0.553	0.937						
0.160	0.048	0.086	0.233	0.527	0.897						
0.165	0.039	0.075	0.216	0.500	0.856						
0.170	0.031	0.063	0.199	0.473	0.816						
0.175	0.022	0.051	0.181	0.447	0.776						
0.180	0.014	0.040	0.164	0.420	0.736	1.406					
0.185	0.005	0.028	0.147	0.394	0.697	1.265					
0.190		0.017	0.130	0.367	0.657	1.172					

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.449	0.538	0.767	1.167	1.611	2.319					
0.060	0.414	0.493	0.709	1.093	1.525	2.212					
0.070	0.381	0.450	0.653	1.022	1.441	2.105					
0.080	0.349	0.409	0.599	0.953	1.358	1.999					
0.090	0.319	0.370	0.547	0.885	1.276	1.892					
0.100	0.289	0.331	0.496	0.819	1.195	1.786					
0.110	0.260	0.295	0.447	0.754	1.114	1.680					
0.120	0.233	0.259	0.399	0.690	1.034	1.574					
0.130	0.206	0.223	0.351	0.626	0.955	1.467					
0.135	0.192	0.206	0.328	0.595	0.915	1.414					
0.140	0.179	0.189	0.305	0.564	0.876	1.361	2.538				
0.145	0.166	0.172	0.282	0.533	0.836	1.308	2.320				
0.150	0.154	0.156	0.259	0.502	0.797	1.255	2.195				
0.155	0.141	0.139	0.237	0.471	0.757	1.202	2.087				
0.160	0.128	0.123	0.214	0.440	0.718	1.149	1.987				
0.165	0.116	0.106	0.192	0.410	0.679	1.096	1.892				
0.170	0.104	0.090	0.170	0.379	0.640	1.043	1.801				
0.175	0.091	0.074	0.148	0.349	0.601	0.990	1.712				
0.180	0.079	0.058	0.126	0.319	0.561	0.937	1.625				
0.185	0.067	0.043	0.105	0.289	0.522	0.884	1.540				
0.190	0.055	0.027	0.083	0.259	0.483	0.831	1.455				

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.320	0.425	0.679	1.121							
0.060	0.293	0.390	0.633	1.062	1.627						
0.070	0.267	0.357	0.589	1.004	1.540						
0.080	0.243	0.325	0.546	0.940	1.458						
0.090	0.219	0.294	0.504	0.881	1.379						
0.100	0.196	0.264	0.463	0.835	1.301						
0.110	0.174	0.235	0.423	0.780	1.223						
0.120	0.153	0.207	0.384	0.725	1.146						
0.130	0.132	0.179	0.345	0.670	1.069						
0.135	0.122	0.166	0.326	0.642	1.031						
0.140	0.111	0.152	0.307	0.615	0.992						
0.145	0.101	0.139	0.288	0.588	0.954						
0.150	0.091	0.126	0.270	0.560	0.916						
0.155	0.082	0.112	0.251	0.533	0.878	1.544					
0.160	0.072	0.099	0.232	0.506	0.840	1.452					
0.165	0.062	0.087	0.214	0.479	0.802	1.373					
0.170	0.053	0.074	0.195	0.451	0.763	1.302					
0.175	0.043	0.061	0.177	0.424	0.725	1.234					
0.180	0.034	0.048	0.159	0.397	0.687	1.169					
0.185	0.026	0.036	0.141	0.370	0.649	1.106					
0.190	0.015	0.023	0.123	0.343	0.611	1.044					

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 15^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.494	0.571	0.786	1.166	1.585	2.203					
0.060	0.454	0.519	0.719	1.082	1.488	2.090					
0.070	0.415	0.478	0.655	1.002	1.393	1.978					
0.080	0.378	0.423	0.594	0.974	1.301	1.867	3.023				
0.090	0.343	0.378	0.534	0.848	1.211	1.757	2.821				
0.100	0.309	0.334	0.477	0.774	1.122	1.648	2.646				
0.110	0.276	0.292	0.421	0.702	1.034	1.539	2.466				
0.120	0.244	0.250	0.366	0.630	0.947	1.430	2.310				
0.130	0.213	0.210	0.313	0.560	0.861	1.322	2.159				
0.135	0.197	0.190	0.287	0.526	0.819	1.260	2.080				
0.140	0.182	0.171	0.261	0.492	0.776	1.214	2.002				
0.145	0.167	0.152	0.235	0.457	0.734	1.160	1.924				
0.150	0.153	0.132	0.209	0.424	0.692	1.106	1.846				
0.155	0.138	0.114	0.184	0.390	0.650	1.052	1.768				
0.160	0.123	0.095	0.159	0.356	0.608	0.998	1.691				
0.165	0.109	0.076	0.134	0.323	0.567	0.944	1.613				
0.170	0.095	0.058	0.109	0.290	0.525	0.891	1.536				
0.175	0.081	0.040	0.084	0.257	0.484	0.837	1.459	3.171			
0.180	0.067	0.021	0.060	0.224	0.442	0.783	1.382	2.804			
0.185	0.053	0.004	0.036	0.191	0.401	0.730	1.305	2.603			
0.190	0.039		0.012	0.159	0.360	0.676	1.228	2.431			

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 27^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.357	0.459	0.710	1.143	1.671							
0.060	0.329	0.423	0.662	1.082	1.594							
0.070	0.302	0.388	0.616	1.022	1.518							
0.080	0.276	0.355	0.571	0.964	1.442							
0.090	0.252	0.323	0.528	0.906	1.366							
0.100	0.228	0.292	0.486	0.849	1.290							
0.110	0.205	0.262	0.444	0.792	1.214							
0.120	0.182	0.232	0.404	0.736	1.138							
0.130	0.161	0.204	0.364	0.679	1.063							
0.135	0.150	0.189	0.344	0.652	1.025							
0.140	0.139	0.175	0.325	0.624	0.987	1.686						
0.145	0.129	0.162	0.305	0.596	0.949	1.597						
0.150	0.118	0.148	0.286	0.568	0.911	1.521						
0.155	0.108	0.134	0.266	0.541	0.873	1.451						
0.160	0.098	0.121	0.247	0.513	0.835	1.385						
0.165	0.088	0.107	0.228	0.485	0.797	1.321						
0.170	0.078	0.094	0.209	0.458	0.760	1.259						
0.175	0.068	0.081	0.191	0.430	0.722	1.198						
0.180	0.058	0.068	0.172	0.403	0.684	1.138						
0.185	0.049	0.055	0.153	0.375	0.646	1.079						
0.190	0.039	0.042	0.135	0.348	0.608	1.021						

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.277	0.389	0.655	1.131								
0.060	0.253	0.358	0.614	1.078								
0.070	0.231	0.329	0.574	1.025								
0.080	0.209	0.300	0.536	0.972								
0.090	0.188	0.273	0.498	0.919								
0.100	0.168	0.246	0.461	0.865								
0.110	0.149	0.221	0.425	0.812								
0.120	0.130	0.195	0.389	0.759	1.329							
0.130	0.111	0.170	0.353	0.706	1.201							
0.135	0.102	0.158	0.336	0.680	1.151							
0.140	0.093	0.146	0.318	0.653	1.104							
0.145	0.084	0.134	0.301	0.627	1.058							
0.150	0.075	0.122	0.283	0.600	1.014							
0.155	0.067	0.111	0.266	0.574	0.971							
0.160	0.058	0.099	0.249	0.547	0.929							
0.165	0.050	0.087	0.232	0.521	0.887							
0.170	0.041	0.076	0.215	0.494	0.846							
0.175	0.033	0.064	0.198	0.468	0.805							
0.180	0.024	0.053	0.181	0.441	0.765							
0.185	0.016	0.042	0.164	0.415	0.724							
0.190	0.008	0.030	0.147	0.388	0.684	1.241						

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 23^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.402	0.499	0.739	1.156	1.631							
0.060	0.371	0.458	0.687	1.089	1.553							
0.070	0.341	0.420	0.637	1.025	1.475							
0.080	0.313	0.384	0.580	0.962	1.398							
0.090	0.286	0.348	0.541	0.900	1.321							
0.100	0.260	0.314	0.495	0.839	1.244	1.980						
0.110	0.234	0.281	0.451	0.779	1.167	1.842						
0.120	0.210	0.249	0.407	0.719	1.091	1.719						
0.130	0.185	0.218	0.364	0.660	1.015	1.602						
0.135	0.174	0.202	0.342	0.631	0.976	1.544						
0.140	0.162	0.187	0.321	0.602	0.938	1.488						
0.145	0.150	0.172	0.300	0.573	0.900	1.431						
0.150	0.139	0.157	0.279	0.544	0.862	1.375						
0.155	0.128	0.142	0.259	0.515	0.824	1.320						
0.160	0.116	0.127	0.238	0.486	0.786	1.264						
0.165	0.105	0.112	0.218	0.457	0.748	1.209						
0.170	0.094	0.098	0.198	0.429	0.710	1.154						
0.175	0.083	0.083	0.178	0.400	0.672	1.100	2.153					
0.180	0.073	0.069	0.157	0.371	0.634	1.045	1.919					
0.185	0.062	0.055	0.138	0.343	0.596	0.991	1.785					
0.190	0.051	0.041	0.118	0.315	0.558	0.936	1.670					

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.325	0.431	0.680	1.134								
0.060	0.299	0.397	0.643	1.077								
0.070	0.274	0.365	0.600	1.021	1.604							
0.080	0.250	0.334	0.558	0.965	1.505							
0.090	0.227	0.304	0.517	0.909	1.419							
0.100	0.204	0.274	0.477	0.854	1.337							
0.110	0.183	0.246	0.437	0.799	1.257							
0.120	0.162	0.218	0.399	0.744	1.178							
0.130	0.141	0.191	0.361	0.690	1.100							
0.135	0.131	0.178	0.342	0.663	1.061							
0.140	0.122	0.165	0.323	0.636	1.023							
0.145	0.112	0.152	0.304	0.608	0.984							
0.150	0.102	0.139	0.286	0.581	0.945							
0.155	0.092	0.126	0.268	0.554	0.907							
0.160	0.083	0.113	0.249	0.527	0.868	1.561						
0.165	0.073	0.100	0.231	0.500	0.830	1.440						
0.170	0.064	0.088	0.213	0.473	0.792	1.362						
0.175	0.055	0.075	0.195	0.446	0.753	1.287						
0.180	0.046	0.063	0.177	0.419	0.715	1.216						
0.185	0.036	0.051	0.159	0.393	0.677	1.149						
0.190	0.027	0.039	0.141	0.366	0.638	1.085						

p* = 0.6 $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\theta = 19^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.469	0.563	0.800	1.210	1.672						
0.060	0.437	0.521	0.745	1.141	1.592						
0.070	0.406	0.481	0.693	1.074	1.512	2.343					
0.080	0.376	0.443	0.643	1.009	1.431	2.175					
0.090	0.348	0.407	0.594	0.945	1.354	2.049					
0.100	0.321	0.371	0.547	0.883	1.276	1.932					
0.110	0.294	0.337	0.500	0.821	1.199	1.819					
0.120	0.268	0.303	0.455	0.760	1.121	1.708					
0.130	0.243	0.271	0.410	0.699	1.044	1.598					
0.135	0.231	0.254	0.388	0.669	1.005	1.543					
0.140	0.219	0.239	0.367	0.639	0.967	1.489					
0.145	0.207	0.223	0.345	0.610	0.928	1.434					
0.150	0.195	0.207	0.324	0.580	0.890	1.380					
0.155	0.183	0.192	0.302	0.550	0.851	1.326					
0.160	0.172	0.176	0.281	0.521	0.813	1.272					
0.165	0.160	0.161	0.260	0.492	0.774	1.218	2.242				
0.170	0.149	0.146	0.239	0.463	0.736	1.164	2.067				
0.175	0.137	0.131	0.218	0.433	0.698	1.110	1.942				
0.180	0.126	0.116	0.198	0.404	0.659	1.057	1.832				
0.185	0.115	0.102	0.177	0.375	0.621	1.003	1.730				
0.190	0.104	0.087	0.157	0.346	0.583	0.949	1.633				

p* = 0.6 $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\theta = 27^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.372	0.479	0.736	1.184							
0.060	0.346	0.445	0.691	1.126							
0.070	0.321	0.413	0.648	1.070	1.674						
0.080	0.297	0.382	0.606	1.014	1.563						
0.090	0.274	0.352	0.565	0.959	1.474						
0.100	0.252	0.323	0.525	0.904	1.391						
0.110	0.231	0.294	0.486	0.849	1.310						
0.120	0.210	0.267	0.448	0.794	1.231						
0.130	0.190	0.240	0.410	0.740	1.153						
0.135	0.180	0.227	0.391	0.713	1.114						
0.140	0.170	0.213	0.372	0.686	1.075						
0.145	0.160	0.200	0.354	0.659	1.036						
0.150	0.150	0.187	0.335	0.632	0.997						
0.155	0.141	0.175	0.317	0.605	0.959						
0.160	0.131	0.162	0.299	0.578	0.920	1.653					
0.165	0.122	0.149	0.281	0.551	0.882	1.511					
0.170	0.113	0.137	0.263	0.524	0.843	1.422					
0.175	0.103	0.124	0.245	0.497	0.805	1.344					
0.180	0.094	0.112	0.227	0.470	0.766	1.272					
0.185	0.085	0.100	0.209	0.443	0.728	1.204					
0.190	0.076	0.088	0.191	0.416	0.690	1.139					

p* = 0.6 $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\theta = 15^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.518	0.602	0.825	1.215	1.647	2.300					
0.060	0.481	0.554	0.762	1.137	1.556	2.193					
0.070	0.445	0.508	0.703	1.061	1.467	2.086					
0.080	0.411	0.464	0.646	0.988	1.380	1.979					
0.090	0.378	0.422	0.598	0.917	1.295	1.872					
0.100	0.347	0.382	0.537	0.848	1.210	1.766					
0.110	0.316	0.342	0.484	0.779	1.126	1.660					
0.120	0.287	0.304	0.433	0.712	1.044	1.553	2.621				
0.130	0.258	0.267	0.383	0.646	0.961	1.447	2.407				
0.135	0.244	0.248	0.359	0.613	0.920	1.394	2.313				
0.140	0.230	0.230	0.334	0.581	0.880	1.341	2.223				
0.145	0.216	0.212	0.310	0.548	0.839	1.288	2.135				
0.150	0.202	0.194	0.286	0.516	0.799	1.235	2.049				
0.155	0.189	0.177	0.262	0.484	0.758	1.182	1.965				
0.160	0.175	0.159	0.239	0.452	0.718	1.129	1.882				
0.165	0.162	0.142	0.215	0.420	0.678	1.076	1.800				
0.170	0.149	0.125	0.192	0.389	0.637	1.023	1.718				
0.175	0.136	0.108	0.169	0.357	0.597	0.970	1.637				
0.180	0.123	0.091	0.146	0.326	0.557	0.916	1.557				
0.185	0.110	0.074	0.123	0.295	0.518	0.863	1.477				
0.190	0.097	0.058	0.101	0.264	0.478	0.810	1.397				

p* = 0.6 $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\theta = 23^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.470	0.521	0.768	1.196	1.705						
0.060	0.391	0.483	0.719	1.134	1.629						
0.070	0.363	0.448	0.672	1.073	1.554						
0.080	0.337	0.414	0.627	1.014	1.478						
0.090	0.312	0.381	0.582	0.955	1.402						
0.100	0.287	0.349	0.539	0.897	1.327						
0.110	0.263	0.318	0.497	0.839	1.251						
0.120	0.240	0.288	0.456	0.782	1.175						
0.130	0.218	0.258	0.415	0.725	1.100	1.814					
0.135	0.207	0.244	0.395	0.697	1.062	1.779					
0.140	0.196	0.229	0.375	0.669	1.024	1.655					
0.145	0.185	0.215	0.355	0.641	0.986	1.587					
0.150	0.175	0.201	0.335	0.613	0.948	1.522					
0.155	0.164	0.187	0.316	0.585	0.911	1.459					
0.160	0.154	0.173	0.296	0.557	0.873	1.398					
0.165	0.144	0.160	0.277	0.529	0.835	1.338					
0.170	0.133	0.146	0.257	0.501	0.797	1.278					
0.175	0.123	0.133	0.238	0.473	0.759	1.220					
0.180	0.113	0.119	0.219	0.446	0.721	1.162					
0.185	0.103	0.106	0.200	0.418	0.684	1.105					
0.190	0.093	0.093	0.181	0.390	0.646	1.048					

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$										
kc	$\text{Zeta} := D/h$									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.290	0.406	0.679	1.198						
0.060	0.268	0.377	0.641	1.142						
0.070	0.247	0.350	0.603	1.088						
0.080	0.227	0.323	0.567	1.034						
0.090	0.208	0.297	0.531	0.980						
0.100	0.189	0.273	0.495	0.927						
0.110	0.171	0.243	0.461	0.873						
0.120	0.153	0.224	0.427	0.820						
0.130	0.136	0.201	0.393	0.767						
0.135	0.127	0.190	0.376	0.740						
0.140	0.119	0.178	0.359	0.714						
0.145	0.111	0.167	0.343	0.687						
0.150	0.102	0.156	0.326	0.660	1.167					
0.155	0.094	0.145	0.309	0.634	1.100					
0.160	0.086	0.134	0.293	0.607	1.044					
0.165	0.078	0.123	0.276	0.581	0.993					
0.170	0.070	0.112	0.260	0.554	0.944					
0.175	0.062	0.101	0.243	0.528	0.898					
0.180	0.055	0.090	0.227	0.501	0.853					
0.185	0.047	0.079	0.211	0.475	0.809					
0.190	0.039	0.069	0.194	0.448	0.766					

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$										
kc	$\text{Zeta} := D/h$									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.405	0.583	0.826	1.246	1.729					
0.060	0.455	0.544	0.775	1.181	1.652					
0.070	0.426	0.506	0.725	1.117	1.575					
0.080	0.398	0.471	0.678	1.055	1.499					
0.090	0.372	0.436	0.632	0.994	1.422					
0.100	0.346	0.403	0.587	0.934	1.346					
0.110	0.321	0.370	0.543	0.875	1.270	1.997				
0.120	0.297	0.339	0.499	0.816	1.194	1.854				
0.130	0.273	0.308	0.457	0.758	1.118	1.728				
0.135	0.262	0.293	0.436	0.729	1.080	1.668				
0.140	0.250	0.278	0.415	0.700	1.042	1.609				
0.145	0.239	0.263	0.395	0.671	1.004	1.551				
0.150	0.228	0.248	0.374	0.642	0.966	1.494				
0.155	0.217	0.233	0.354	0.614	0.928	1.437				
0.160	0.206	0.219	0.334	0.585	0.890	1.380				
0.165	0.195	0.205	0.314	0.557	0.852	1.324				
0.170	0.184	0.190	0.294	0.529	0.814	1.268				
0.175	0.173	0.176	0.274	0.500	0.776	1.213				
0.180	0.163	0.162	0.254	0.472	0.738	1.157				
0.185	0.152	0.148	0.235	0.444	0.700	1.102	1.956			
0.190	0.142	0.135	0.215	0.416	0.662	1.047	1.819			

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$										
kc	$\text{Zeta} := D/h$									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.340	0.450	0.713	1.178						
0.060	0.315	0.418	0.671	1.124						
0.070	0.292	0.388	0.630	1.070						
0.080	0.269	0.359	0.590	1.016						
0.090	0.248	0.330	0.552	0.963						
0.100	0.227	0.303	0.514	0.909						
0.110	0.207	0.276	0.477	0.856	1.402					
0.120	0.188	0.250	0.440	0.802	1.297					
0.130	0.169	0.225	0.404	0.749	1.206					
0.135	0.159	0.212	0.386	0.722	1.163					
0.140	0.150	0.200	0.368	0.696	1.120					
0.145	0.141	0.188	0.350	0.669	1.078					
0.150	0.132	0.176	0.332	0.642	1.037					
0.155	0.123	0.163	0.315	0.616	0.996					
0.160	0.114	0.151	0.297	0.589	0.956					
0.165	0.105	0.139	0.280	0.563	0.916					
0.170	0.096	0.128	0.262	0.536	0.876					
0.175	0.088	0.116	0.245	0.509	0.836					
0.180	0.079	0.104	0.228	0.483	0.797	1.423				
0.185	0.070	0.093	0.211	0.456	0.757	1.311				
0.190	0.062	0.081	0.193	0.430	0.718	1.224				

$p^* = 0.6$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 15^\circ$										
kc	$\text{Zeta} := D/h$									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.537	0.626	0.855	1.255	1.699	2.407				
0.060	0.502	0.581	0.797	1.181	1.614	2.300				
0.070	0.469	0.538	0.742	1.110	1.529	2.193				
0.080	0.437	0.497	0.687	1.041	1.446	2.087				
0.090	0.407	0.458	0.635	0.973	1.364	1.980				
0.100	0.377	0.420	0.584	0.907	1.283	1.874				
0.110	0.348	0.383	0.535	0.842	1.203	1.768				
0.120	0.321	0.347	0.487	0.778	1.123	1.662				
0.130	0.294	0.312	0.459	0.714	1.043	1.556				
0.135	0.280	0.294	0.436	0.683	1.003	1.503				
0.140	0.267	0.277	0.393	0.652	0.964	1.450	2.631			
0.145	0.254	0.260	0.370	0.621	0.924	1.396	2.408			
0.150	0.242	0.244	0.347	0.590	0.885	1.343	2.283			
0.155	0.229	0.227	0.325	0.559	0.845	1.290	2.175			
0.160	0.216	0.211	0.302	0.528	0.806	1.237	2.075			
0.165	0.204	0.194	0.280	0.498	0.767	1.184	1.981			
0.170	0.192	0.178	0.258	0.468	0.728	1.131	1.889			
0.175	0.179	0.162	0.236	0.437	0.689	1.078	1.800			
0.180	0.167	0.146	0.214	0.407	0.650	1.025	1.713			
0.185	0.155	0.131	0.193	0.377	0.611	0.972	1.628			
0.190	0.143	0.115	0.171	0.347	0.572	0.919	1.544			

$P^* = 0.6$ $\theta = 0.90$ $\text{cal} \theta = 27^\circ$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.385	0.495	0.757	1.220							
0.060	0.360	0.463	0.715	1.166							
0.070	0.336	0.432	0.674	1.112							
0.080	0.314	0.403	0.634	1.058							
0.090	0.292	0.374	0.595	1.004							
0.100	0.272	0.347	0.557	0.950							
0.110	0.251	0.320	0.519	0.897	1.427						
0.120	0.232	0.294	0.483	0.843	1.329						
0.130	0.212	0.268	0.446	0.790	1.241						
0.135	0.203	0.256	0.428	0.763	1.198						
0.140	0.194	0.243	0.410	0.736	1.157						
0.145	0.185	0.231	0.392	0.710	1.115						
0.150	0.175	0.219	0.375	0.663	1.075						
0.155	0.166	0.206	0.357	0.657	1.034						
0.160	0.157	0.194	0.339	0.630	0.994						
0.165	0.149	0.182	0.322	0.603	0.954						
0.170	0.140	0.170	0.304	0.577	0.914						
0.175	0.131	0.159	0.287	0.550	0.875						
0.180	0.122	0.147	0.270	0.523	0.835	1.437					
0.185	0.114	0.135	0.252	0.497	0.796	1.338					
0.190	0.105	0.124	0.235	0.470	0.757	1.255					

$P^* = 0.6$ $\theta = 0.90$ $\text{cal} \theta = 35^\circ$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.300	0.419	0.698								
0.060	0.280	0.392	0.662								
0.070	0.260	0.366	0.627								
0.080	0.241	0.341	0.592	1.114							
0.090	0.223	0.317	0.558	1.049							
0.100	0.205	0.293	0.524	0.990							
0.110	0.188	0.270	0.491	0.932							
0.120	0.171	0.247	0.458	0.877							
0.130	0.155	0.225	0.425	0.821							
0.135	0.147	0.214	0.408	0.794							
0.140	0.139	0.203	0.392	0.767							
0.145	0.131	0.193	0.376	0.739							
0.150	0.123	0.182	0.360	0.712							
0.155	0.116	0.171	0.344	0.685							
0.160	0.108	0.161	0.327	0.658							
0.165	0.100	0.150	0.311	0.631							
0.170	0.093	0.140	0.295	0.604	1.064						
0.175	0.086	0.129	0.279	0.577	0.998						
0.180	0.078	0.119	0.263	0.550	0.941						
0.185	0.071	0.109	0.247	0.523	0.890						
0.190	0.064	0.099	0.231	0.496	0.841						

$P^* = 0.6$ $\theta = 0.90$ $\text{cal} \theta = 23^\circ$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.433	0.538	0.791	1.231	1.814						
0.060	0.406	0.503	0.745	1.172	1.722						
0.070	0.380	0.469	0.700	1.114	1.640						
0.080	0.356	0.437	0.657	1.057	1.568						
0.090	0.332	0.406	0.615	1.000	1.482						
0.100	0.309	0.376	0.574	0.944	1.404						
0.110	0.287	0.347	0.534	0.889	1.327						
0.120	0.265	0.318	0.494	0.833	1.250						
0.130	0.244	0.298	0.455	0.778	1.174						
0.135	0.233	0.277	0.436	0.750	1.136						
0.140	0.223	0.263	0.417	0.723	1.098						
0.145	0.213	0.250	0.398	0.696	1.059						
0.150	0.203	0.236	0.379	0.668	1.021	1.731					
0.155	0.193	0.223	0.360	0.641	0.983	1.624					
0.160	0.183	0.210	0.342	0.614	0.945	1.541					
0.165	0.174	0.197	0.323	0.586	0.907	1.467					
0.170	0.164	0.184	0.304	0.559	0.869	1.398					
0.175	0.154	0.171	0.286	0.532	0.831	1.333					
0.180	0.145	0.158	0.268	0.505	0.793	1.269					
0.185	0.135	0.146	0.249	0.478	0.755	1.207					
0.190	0.126	0.133	0.231	0.451	0.717	1.146					

$P^* = 0.6$ $\theta = 0.90$ $\text{cal} \theta = 30^\circ$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.351	0.464	0.733	1.222							
0.060	0.328	0.434	0.693	1.169							
0.070	0.306	0.406	0.655	1.116							
0.080	0.285	0.378	0.617	1.063							
0.090	0.265	0.351	0.580	1.010							
0.100	0.245	0.326	0.544	0.957							
0.110	0.226	0.300	0.508	0.904							
0.120	0.208	0.276	0.473	0.851							
0.130	0.190	0.251	0.438	0.798	1.400						
0.135	0.181	0.240	0.420	0.772	1.293						
0.140	0.172	0.228	0.403	0.745	1.232						
0.145	0.163	0.216	0.386	0.719	1.179						
0.150	0.155	0.204	0.369	0.693	1.130						
0.155	0.146	0.193	0.352	0.666	1.083						
0.160	0.138	0.181	0.335	0.640	1.038						
0.165	0.130	0.170	0.318	0.613	0.994						
0.170	0.121	0.159	0.301	0.587	0.951						
0.175	0.113	0.148	0.285	0.560	0.909						
0.180	0.105	0.136	0.268	0.534	0.867						
0.185	0.097	0.125	0.251	0.507	0.826						
0.190	0.089	0.114	0.234	0.481	0.785						

$p^* = 0.6 \quad \epsilon\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 19^\circ$												
kc	Zeta :: D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.498	0.599	0.847	1.276	1.787							
0.060	0.469	0.562	0.798	1.214	1.711							
0.070	0.442	0.527	0.752	1.154	1.635							
0.080	0.416	0.493	0.706	1.094	1.560							
0.090	0.390	0.460	0.662	1.035	1.484							
0.100	0.366	0.428	0.619	0.977	1.408							
0.110	0.343	0.397	0.577	0.920	1.333							
0.120	0.320	0.367	0.536	0.863	1.257							
0.130	0.297	0.338	0.495	0.806	1.182	1.911						
0.135	0.286	0.323	0.475	0.778	1.144	1.819						
0.140	0.276	0.309	0.455	0.750	1.106	1.743						
0.145	0.265	0.295	0.435	0.722	1.068	1.673						
0.150	0.254	0.281	0.415	0.694	1.030	1.607						
0.155	0.244	0.267	0.396	0.666	0.992	1.544						
0.160	0.233	0.253	0.376	0.638	0.955	1.482						
0.165	0.223	0.240	0.357	0.610	0.917	1.422						
0.170	0.213	0.228	0.338	0.582	0.879	1.362						
0.175	0.203	0.213	0.319	0.555	0.841	1.304						
0.180	0.193	0.199	0.300	0.527	0.803	1.246						
0.185	0.183	0.186	0.281	0.499	0.765	1.188						
0.190	0.173	0.173	0.262	0.472	0.728	1.131						

$p^* = 0.6 \quad \epsilon\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 27^\circ$												
kc	Zeta :: D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.394	0.507	0.774	1.256								
0.060	0.371	0.477	0.734	1.203								
0.070	0.349	0.448	0.695	1.150								
0.080	0.327	0.420	0.657	1.097								
0.090	0.307	0.393	0.619	1.044								
0.100	0.287	0.366	0.583	0.991								
0.110	0.268	0.341	0.546	0.938								
0.120	0.249	0.316	0.511	0.885								
0.130	0.231	0.291	0.476	0.832	1.352							
0.135	0.222	0.279	0.458	0.806	1.295							
0.140	0.213	0.267	0.441	0.779	1.244							
0.145	0.204	0.255	0.423	0.753	1.196							
0.150	0.195	0.244	0.406	0.726	1.150							
0.155	0.187	0.232	0.389	0.700	1.105							
0.160	0.178	0.220	0.372	0.673	1.062							
0.165	0.170	0.209	0.355	0.647	1.019							
0.170	0.161	0.197	0.338	0.620	0.977							
0.175	0.153	0.186	0.321	0.594	0.936							
0.180	0.145	0.175	0.304	0.567	0.895							
0.185	0.137	0.164	0.287	0.541	0.854							
0.190	0.129	0.152	0.271	0.514	0.814	1.409						

$p^* = 0.6 \quad \epsilon\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 15^\circ$												
kc	Zeta :: D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.553	0.645	0.881	1.288	1.746							
0.060	0.520	0.603	0.825	1.218	1.664	2.487						
0.070	0.488	0.562	0.772	1.150	1.583	2.331						
0.080	0.458	0.524	0.721	1.084	1.503	2.209						
0.090	0.429	0.486	0.671	1.020	1.424	2.094						
0.100	0.402	0.450	0.623	0.956	1.345	1.982						
0.110	0.375	0.415	0.576	0.894	1.267	1.872						
0.120	0.348	0.381	0.530	0.832	1.189	1.762						
0.130	0.323	0.348	0.485	0.771	1.111	1.654						
0.135	0.310	0.332	0.463	0.740	1.072	1.600						
0.140	0.298	0.315	0.441	0.710	1.034	1.546						
0.145	0.286	0.299	0.419	0.680	0.995	1.492						
0.150	0.274	0.284	0.397	0.650	0.956	1.439						
0.155	0.262	0.268	0.375	0.621	0.918	1.385						
0.160	0.250	0.252	0.354	0.591	0.879	1.331	2.372					
0.165	0.238	0.237	0.333	0.561	0.841	1.278	2.200					
0.170	0.226	0.222	0.312	0.532	0.802	1.224	2.076					
0.175	0.215	0.206	0.291	0.502	0.764	1.171	1.967					
0.180	0.203	0.191	0.270	0.473	0.725	1.117	1.866					
0.185	0.192	0.176	0.249	0.444	0.687	1.064	1.770					
0.190	0.181	0.162	0.228	0.415	0.648	1.010	1.678					

$p^* = 0.6 \quad \epsilon\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 23^\circ$												
kc	Zeta :: D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.444	0.552	0.810	1.262								
0.060	0.419	0.519	0.766	1.205								
0.070	0.394	0.487	0.723	1.149								
0.080	0.371	0.456	0.682	1.094	1.685							
0.090	0.346	0.427	0.642	1.039	1.577							
0.100	0.326	0.398	0.602	0.984	1.487							
0.110	0.305	0.370	0.564	0.930	1.403							
0.120	0.285	0.343	0.526	0.876	1.322							
0.130	0.264	0.316	0.488	0.822	1.242							
0.135	0.255	0.303	0.470	0.795	1.203							
0.140	0.245	0.290	0.451	0.768	1.163							
0.145	0.235	0.277	0.433	0.741	1.124							
0.150	0.226	0.264	0.414	0.714	1.085							
0.155	0.216	0.252	0.396	0.687	1.046							
0.160	0.207	0.239	0.378	0.660	1.007							
0.165	0.198	0.227	0.360	0.633	0.969	1.670						
0.170	0.189	0.214	0.342	0.606	0.930	1.541						
0.175	0.179	0.202	0.324	0.580	0.891	1.452						
0.180	0.170	0.190	0.307	0.553	0.853	1.375						
0.185	0.161	0.178	0.289	0.526	0.814	1.303						
0.190	0.153	0.166	0.271	0.499	0.776	1.235						

p* = 0.6 $\xi\theta = 1.00$ $\alpha\theta = 35^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.309	0.430	0.715								
0.060	0.289	0.404	0.680								
0.070	0.270	0.379	0.666								
0.080	0.252	0.355	0.653								
0.090	0.235	0.332	0.580								
0.100	0.218	0.309	0.547	1.097							
0.110	0.202	0.287	0.515	1.003							
0.120	0.186	0.266	0.483	0.936							
0.130	0.170	0.244	0.451	0.874							
0.135	0.163	0.234	0.435	0.845							
0.140	0.155	0.223	0.419	0.816							
0.145	0.147	0.213	0.403	0.787							
0.150	0.140	0.203	0.387	0.758							
0.155	0.133	0.193	0.371	0.730							
0.160	0.125	0.182	0.355	0.702							
0.165	0.118	0.172	0.340	0.674							
0.170	0.111	0.162	0.324	0.647							
0.175	0.104	0.152	0.308	0.619							
0.180	0.097	0.142	0.293	0.591	1.067						
0.185	0.090	0.133	0.277	0.564	0.980						
0.190	0.083	0.123	0.261	0.537	0.916						

p* = 0.7 $\xi\theta = 0.67$ $\alpha\theta = 19^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.494	0.588	0.832	1.256	1.724	2.442					
0.060	0.456	0.540	0.770	1.178	1.634	2.336					
0.070	0.421	0.495	0.711	1.104	1.547	2.230					
0.080	0.387	0.452	0.655	1.032	1.461	2.124					
0.090	0.355	0.410	0.600	0.961	1.376	2.018					
0.100	0.324	0.370	0.547	0.892	1.293	1.912					
0.110	0.293	0.331	0.495	0.825	1.210	1.806					
0.120	0.264	0.293	0.444	0.758	1.128	1.700					
0.130	0.235	0.256	0.395	0.693	1.047	1.594					
0.135	0.221	0.237	0.370	0.660	1.006	1.541	2.740				
0.140	0.208	0.219	0.346	0.628	0.966	1.488	2.588				
0.145	0.194	0.202	0.322	0.596	0.925	1.435	2.472				
0.150	0.180	0.184	0.298	0.564	0.885	1.382	2.369				
0.155	0.167	0.167	0.275	0.537	0.845	1.329	2.272				
0.160	0.153	0.149	0.251	0.500	0.805	1.276	2.179				
0.165	0.140	0.132	0.228	0.469	0.765	1.223	2.090				
0.170	0.127	0.115	0.205	0.438	0.725	1.170	2.002				
0.175	0.114	0.098	0.182	0.406	0.685	1.117	1.916				
0.180	0.102	0.082	0.159	0.375	0.646	1.065	1.832				
0.185	0.089	0.065	0.137	0.344	0.606	1.012	1.748				
0.190	0.076	0.049	0.114	0.313	0.566	0.959	1.666				

p* = 0.6 $\xi\theta = 1.00$ $\alpha\theta = 30^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.360	0.476	0.750	1.277							
0.060	0.338	0.447	0.712	1.220							
0.070	0.317	0.420	0.675	1.164							
0.080	0.297	0.394	0.638	1.110							
0.090	0.278	0.368	0.603	1.056							
0.100	0.259	0.344	0.568	1.002							
0.110	0.241	0.319	0.533	0.948							
0.120	0.224	0.296	0.499	0.895							
0.130	0.207	0.273	0.465	0.842							
0.135	0.198	0.261	0.449	0.815							
0.140	0.190	0.250	0.432	0.788							
0.145	0.182	0.239	0.415	0.762							
0.150	0.173	0.227	0.399	0.735	1.269						
0.155	0.165	0.216	0.382	0.708	1.187						
0.160	0.157	0.205	0.365	0.682	1.127						
0.165	0.149	0.194	0.349	0.655	1.074						
0.170	0.142	0.184	0.333	0.629	1.024						
0.175	0.134	0.173	0.316	0.602	0.977						
0.180	0.126	0.162	0.300	0.576	0.931						
0.185	0.118	0.152	0.284	0.549	0.887						
0.190	0.111	0.141	0.267	0.522	0.843						

p* = 0.7 $\xi\theta = 0.67$ $\alpha\theta = 15^\circ$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.544	0.626	0.854	1.258	1.701	2.340					
0.060	0.501	0.571	0.783	1.170	1.599	2.231	3.474				
0.070	0.460	0.519	0.716	1.085	1.501	2.115	3.284				
0.080	0.421	0.469	0.651	1.003	1.404	2.001	3.116				
0.090	0.383	0.421	0.569	0.924	1.310	1.888	2.954				
0.100	0.347	0.374	0.528	0.847	1.218	1.776	2.796				
0.110	0.312	0.330	0.469	0.771	1.127	1.665	2.640				
0.120	0.278	0.286	0.412	0.697	1.037	1.554	2.484				
0.130	0.245	0.243	0.356	0.624	0.949	1.444	2.330				
0.135	0.229	0.223	0.328	0.588	0.905	1.389	2.253				
0.140	0.213	0.202	0.301	0.552	0.861	1.334	2.176				
0.145	0.197	0.181	0.273	0.517	0.818	1.279	2.100				
0.150	0.181	0.161	0.247	0.481	0.774	1.224	2.023				
0.155	0.166	0.141	0.220	0.446	0.731	1.170	1.946				
0.160	0.150	0.121	0.194	0.411	0.688	1.115	1.870				
0.165	0.135	0.102	0.167	0.377	0.645	1.061	1.794				
0.170	0.120	0.082	0.141	0.342	0.603	1.006	1.717				
0.175	0.105	0.063	0.116	0.308	0.560	0.952	1.641	3.534			
0.180	0.090	0.044	0.090	0.274	0.518	0.898	1.565	3.164			
0.185	0.076	0.025	0.065	0.240	0.476	0.844	1.488	2.962			
0.190	0.061	0.006	0.039	0.207	0.434	0.789	1.412	2.790			

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 27^\circ$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.391	0.501	0.767	1.223	1.761						
0.060	0.362	0.462	0.716	1.160	1.685						
0.070	0.333	0.426	0.668	1.098	1.609						
0.080	0.306	0.391	0.621	1.038	1.534						
0.090	0.280	0.357	0.576	0.978	1.458						
0.100	0.255	0.324	0.532	0.919	1.382						
0.110	0.230	0.292	0.489	0.861	1.307						
0.120	0.207	0.261	0.447	0.803	1.231						
0.130	0.184	0.231	0.405	0.746	1.155	1.974					
0.135	0.172	0.216	0.384	0.717	1.117	1.868					
0.140	0.161	0.201	0.364	0.689	1.080	1.788					
0.145	0.150	0.187	0.344	0.660	1.042	1.716					
0.150	0.139	0.172	0.324	0.632	1.004	1.649					
0.155	0.128	0.158	0.304	0.604	0.966	1.584					
0.160	0.118	0.144	0.284	0.576	0.928	1.522					
0.165	0.107	0.130	0.264	0.548	0.890	1.461					
0.170	0.096	0.116	0.244	0.519	0.853	1.401					
0.175	0.086	0.102	0.225	0.492	0.815	1.342					
0.180	0.076	0.088	0.206	0.464	0.777	1.284					
0.185	0.065	0.075	0.186	0.436	0.739	1.226					
0.190	0.055	0.061	0.167	0.408	0.701	1.169					

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.303	0.422	0.704	1.201							
0.060	0.278	0.390	0.662	1.146							
0.070	0.254	0.359	0.620	1.092							
0.080	0.231	0.329	0.580	1.038							
0.090	0.209	0.300	0.541	0.984							
0.100	0.188	0.272	0.502	0.930							
0.110	0.167	0.245	0.464	0.876	1.492						
0.120	0.147	0.219	0.427	0.823	1.372						
0.130	0.128	0.193	0.390	0.770	1.278						
0.135	0.118	0.180	0.372	0.743	1.233						
0.140	0.109	0.167	0.354	0.716	1.190						
0.145	0.099	0.154	0.336	0.689	1.148						
0.150	0.090	0.142	0.318	0.663	1.106						
0.155	0.081	0.130	0.300	0.636	1.065						
0.160	0.072	0.117	0.283	0.610	1.024						
0.165	0.063	0.105	0.265	0.583	0.984						
0.170	0.054	0.093	0.247	0.556	0.943						
0.175	0.045	0.081	0.230	0.530	0.903						
0.180	0.036	0.069	0.212	0.503	0.864						
0.185	0.027	0.058	0.195	0.476	0.824						
0.190	0.019	0.046	0.178	0.450	0.785	1.499					

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 23^\circ$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.442	0.544	0.800	1.241	1.737						
0.060	0.408	0.502	0.745	1.172	1.656						
0.070	0.377	0.461	0.692	1.104	1.576						
0.080	0.347	0.423	0.641	1.039	1.497	2.336					
0.090	0.318	0.386	0.592	0.975	1.419	2.191					
0.100	0.290	0.350	0.544	0.911	1.340	2.060					
0.110	0.264	0.315	0.497	0.849	1.263	1.951					
0.120	0.237	0.281	0.451	0.788	1.185	1.837					
0.130	0.212	0.248	0.406	0.727	1.108	1.726					
0.135	0.199	0.231	0.384	0.697	1.069	1.671					
0.140	0.187	0.215	0.362	0.667	1.030	1.616					
0.145	0.175	0.199	0.340	0.637	0.992	1.561					
0.150	0.163	0.183	0.319	0.607	0.953	1.506					
0.155	0.151	0.168	0.297	0.577	0.915	1.452					
0.160	0.139	0.152	0.276	0.548	0.877	1.398					
0.165	0.127	0.137	0.254	0.518	0.838	1.344					
0.170	0.116	0.121	0.233	0.489	0.800	1.290					
0.175	0.104	0.106	0.212	0.460	0.761	1.236					
0.180	0.093	0.091	0.192	0.431	0.723	1.182	2.169				
0.185	0.081	0.076	0.171	0.402	0.685	1.128	2.033				
0.190	0.070	0.062	0.150	0.373	0.647	1.074	1.918				

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.356	0.470	0.742	1.212	1.829						
0.060	0.328	0.434	0.695	1.152	1.738						
0.070	0.302	0.399	0.649	1.094	1.656						
0.080	0.277	0.366	0.605	1.036	1.577						
0.090	0.252	0.335	0.563	0.979	1.499						
0.100	0.229	0.304	0.521	0.922	1.421						
0.110	0.206	0.274	0.480	0.866	1.344						
0.120	0.184	0.245	0.440	0.811	1.268						
0.130	0.162	0.217	0.406	0.755	1.191						
0.135	0.152	0.203	0.381	0.727	1.153						
0.140	0.141	0.189	0.361	0.700	1.115						
0.145	0.131	0.175	0.342	0.672	1.077						
0.150	0.120	0.161	0.323	0.645	1.038						
0.155	0.110	0.148	0.304	0.617	1.000						
0.160	0.100	0.135	0.285	0.590	0.962	1.682					
0.165	0.090	0.121	0.266	0.563	0.924	1.590					
0.170	0.080	0.108	0.247	0.535	0.886	1.511					
0.175	0.071	0.095	0.229	0.508	0.848	1.439					
0.180	0.061	0.082	0.210	0.481	0.810	1.371					
0.185	0.051	0.069	0.192	0.454	0.772	1.306					
0.190	0.042	0.056	0.173	0.426	0.734	1.242					

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$

kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.501	0.597	0.844	1.271	1.744	2.486					
0.060	0.465	0.551	0.784	1.196	1.657	2.300					
0.070	0.430	0.506	0.726	1.123	1.571	2.274					
0.080	0.397	0.464	0.671	1.053	1.487	2.168					
0.090	0.366	0.424	0.617	0.983	1.404	2.062					
0.100	0.335	0.384	0.565	0.915	1.321	1.956					
0.110	0.306	0.346	0.515	0.849	1.240	1.850					
0.120	0.277	0.309	0.465	0.784	1.159	1.744					
0.130	0.249	0.273	0.416	0.719	1.078	1.638					
0.135	0.236	0.255	0.393	0.687	1.038	1.585					
0.140	0.222	0.238	0.369	0.655	0.998	1.532					
0.145	0.209	0.220	0.345	0.624	0.959	1.479	2.661				
0.150	0.195	0.203	0.322	0.592	0.919	1.426	2.500				
0.155	0.182	0.186	0.299	0.561	0.879	1.373	2.380				
0.160	0.169	0.169	0.276	0.530	0.840	1.320	2.274				
0.165	0.156	0.152	0.253	0.499	0.800	1.267	2.176				
0.170	0.144	0.136	0.231	0.468	0.760	1.214	2.081				
0.175	0.131	0.119	0.208	0.437	0.721	1.161	1.991				
0.180	0.119	0.103	0.186	0.407	0.682	1.108	1.902				
0.185	0.106	0.087	0.164	0.376	0.642	1.055	1.815				
0.190	0.094	0.071	0.142	0.346	0.603	1.002	1.730				

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 27^\circ$

kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.397	0.508	0.776	1.237	1.792						
0.060	0.368	0.470	0.727	1.175	1.716						
0.070	0.340	0.435	0.680	1.115	1.640						
0.080	0.314	0.400	0.634	1.055	1.564						
0.090	0.288	0.367	0.590	0.997	1.488						
0.100	0.264	0.335	0.546	0.939	1.413						
0.110	0.240	0.304	0.504	0.881	1.337						
0.120	0.217	0.274	0.463	0.824	1.261						
0.130	0.194	0.244	0.422	0.767	1.186						
0.135	0.183	0.230	0.402	0.739	1.148						
0.140	0.172	0.215	0.382	0.711	1.110	1.921					
0.145	0.162	0.201	0.362	0.683	1.072	1.808					
0.150	0.151	0.187	0.342	0.655	1.034	1.724					
0.155	0.140	0.173	0.322	0.627	0.996	1.650					
0.160	0.130	0.159	0.303	0.599	0.959	1.582					
0.165	0.119	0.145	0.283	0.572	0.921	1.516					
0.170	0.109	0.132	0.264	0.544	0.883	1.453					
0.175	0.099	0.118	0.245	0.516	0.845	1.391					
0.180	0.089	0.105	0.226	0.488	0.807	1.331					
0.185	0.079	0.091	0.207	0.461	0.769	1.271					
0.190	0.069	0.078	0.188	0.433	0.732	1.212					

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 15^\circ$

kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.553	0.637	0.868	1.275	1.723	2.379					
0.060	0.510	0.583	0.799	1.189	1.623	2.264					
0.070	0.471	0.532	0.733	1.107	1.527	2.158					
0.080	0.433	0.484	0.670	1.027	1.433	2.051					
0.090	0.396	0.437	0.609	0.949	1.340	1.977	3.054				
0.100	0.361	0.392	0.550	0.873	1.250	1.816	2.884				
0.110	0.327	0.348	0.492	0.799	1.160	1.706	2.720				
0.120	0.294	0.305	0.436	0.726	1.072	1.597	2.560				
0.130	0.261	0.264	0.381	0.655	0.985	1.488	2.402				
0.135	0.246	0.244	0.354	0.620	0.942	1.434	2.374				
0.140	0.230	0.223	0.327	0.585	0.899	1.379	2.246				
0.145	0.215	0.204	0.301	0.550	0.856	1.325	2.168				
0.150	0.199	0.184	0.275	0.515	0.813	1.271	2.090				
0.155	0.184	0.164	0.249	0.481	0.771	1.217	2.013				
0.160	0.169	0.145	0.223	0.447	0.728	1.163	1.936				
0.165	0.154	0.126	0.197	0.413	0.686	1.109	1.858				
0.170	0.140	0.107	0.172	0.379	0.644	1.055	1.781				
0.175	0.125	0.088	0.147	0.345	0.602	1.001	1.705				
0.180	0.111	0.069	0.121	0.312	0.560	0.947	1.628				
0.185	0.096	0.051	0.097	0.278	0.519	0.893	1.551	3.184			
0.190	0.082	0.033	0.072	0.245	0.477	0.839	1.474	2.949			

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 23^\circ$

kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.448	0.552	0.811	1.255	1.759						
0.060	0.416	0.511	0.757	1.187	1.680						
0.070	0.385	0.471	0.705	1.122	1.601						
0.080	0.356	0.434	0.655	1.057	1.523						
0.090	0.328	0.397	0.607	0.994	1.446						
0.100	0.301	0.362	0.560	0.932	1.368	2.151					
0.110	0.274	0.320	0.514	0.871	1.291	2.018					
0.120	0.249	0.295	0.469	0.810	1.214	1.896					
0.130	0.224	0.262	0.425	0.751	1.138	1.779					
0.135	0.212	0.247	0.403	0.721	1.099	1.722					
0.140	0.200	0.231	0.382	0.691	1.061	1.666					
0.145	0.188	0.215	0.360	0.662	1.023	1.610					
0.150	0.176	0.200	0.339	0.632	0.985	1.554					
0.155	0.164	0.184	0.318	0.603	0.946	1.498					
0.160	0.153	0.169	0.297	0.574	0.908	1.443					
0.165	0.141	0.154	0.276	0.545	0.870	1.388					
0.170	0.130	0.139	0.255	0.516	0.832	1.333					
0.175	0.119	0.124	0.235	0.487	0.794	1.279					
0.180	0.108	0.110	0.214	0.458	0.755	1.224					
0.185	0.096	0.095	0.194	0.429	0.717	1.170	2.175				
0.190	0.086	0.081	0.174	0.401	0.679	1.115	2.020				

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$												
$\text{Beta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.308	0.429	0.713	1.218								
0.060	0.283	0.397	0.671	1.164								
0.070	0.260	0.366	0.630	1.110								
0.080	0.238	0.337	0.591	1.057								
0.090	0.216	0.309	0.553	1.004								
0.100	0.196	0.282	0.515	0.950								
0.110	0.176	0.255	0.478	0.897								
0.120	0.156	0.229	0.441	0.844	1.401							
0.130	0.137	0.204	0.405	0.791	1.336							
0.135	0.128	0.191	0.387	0.764	1.284							
0.140	0.118	0.179	0.369	0.737	1.236							
0.145	0.109	0.167	0.351	0.711	1.190							
0.150	0.100	0.154	0.334	0.684	1.146							
0.155	0.091	0.142	0.316	0.658	1.103							
0.160	0.082	0.130	0.299	0.631	1.060							
0.165	0.073	0.118	0.281	0.605	1.018							
0.170	0.065	0.106	0.264	0.578	0.977							
0.175	0.056	0.095	0.247	0.552	0.936							
0.180	0.047	0.083	0.230	0.525	0.895							
0.185	0.039	0.071	0.212	0.499	0.855							
0.190	0.030	0.060	0.195	0.472	0.815							

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$												
$\text{Beta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.522	0.623	0.878	1.316	1.807							
0.060	0.488	0.580	0.822	1.245	1.725							
0.070	0.456	0.539	0.768	1.177	1.644	2.480						
0.080	0.426	0.500	0.716	1.111	1.564	2.342						
0.090	0.396	0.462	0.666	1.045	1.485	2.222						
0.100	0.368	0.425	0.617	0.982	1.406	2.108						
0.110	0.341	0.390	0.570	0.919	1.327	1.996						
0.120	0.314	0.355	0.523	0.856	1.249	1.885						
0.130	0.288	0.322	0.478	0.795	1.171	1.776						
0.135	0.276	0.305	0.455	0.765	1.133	1.722						
0.140	0.263	0.289	0.433	0.734	1.094	1.668						
0.145	0.251	0.272	0.411	0.704	1.055	1.613						
0.150	0.238	0.256	0.389	0.674	1.016	1.559						
0.155	0.226	0.240	0.367	0.644	0.978	1.505						
0.160	0.214	0.225	0.345	0.614	0.939	1.452						
0.165	0.202	0.209	0.324	0.584	0.901	1.398						
0.170	0.190	0.194	0.302	0.555	0.862	1.344	2.547					
0.175	0.179	0.178	0.281	0.525	0.824	1.291	2.295					
0.180	0.167	0.163	0.260	0.496	0.785	1.237	2.162					
0.185	0.156	0.148	0.239	0.467	0.747	1.183	2.048					
0.190	0.144	0.133	0.218	0.437	0.708	1.130	1.944					

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\beta\theta = 27^\circ$											
$\zeta\theta := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.413	0.528	0.803	1.279							
0.060	0.386	0.493	0.757	1.221							
0.070	0.360	0.460	0.713	1.164	1.780						
0.080	0.336	0.438	0.670	1.109	1.684						
0.090	0.312	0.397	0.628	1.052	1.599						
0.100	0.289	0.367	0.588	0.996	1.517						
0.110	0.267	0.338	0.548	0.941	1.438						
0.120	0.245	0.310	0.508	0.886	1.359						
0.130	0.224	0.282	0.470	0.831	1.281						
0.135	0.214	0.268	0.450	0.803	1.242						
0.140	0.204	0.255	0.431	0.776	1.204						
0.145	0.194	0.241	0.413	0.749	1.165						
0.150	0.184	0.228	0.394	0.722	1.126						
0.155	0.174	0.215	0.375	0.695	1.088						
0.160	0.164	0.202	0.356	0.667	1.049						
0.165	0.155	0.189	0.338	0.640	1.011						
0.170	0.145	0.176	0.320	0.613	0.973	1.667					
0.175	0.135	0.163	0.301	0.586	0.934	1.573					
0.180	0.126	0.151	0.283	0.559	0.896	1.494					
0.185	0.117	0.138	0.265	0.532	0.858	1.421					
0.190	0.107	0.126	0.247	0.505	0.820	1.352					

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\beta\theta = 35^\circ$											
$\zeta\theta := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.322	0.446	0.738	1.282							
0.060	0.299	0.416	0.698	1.228							
0.070	0.277	0.388	0.660	1.174							
0.080	0.256	0.361	0.623	1.121							
0.090	0.236	0.334	0.587	1.067							
0.100	0.217	0.309	0.551	1.014							
0.110	0.198	0.284	0.516	0.961							
0.120	0.180	0.259	0.481	0.908							
0.130	0.162	0.236	0.446	0.855							
0.135	0.154	0.224	0.429	0.828							
0.140	0.145	0.212	0.412	0.801							
0.145	0.136	0.201	0.395	0.775							
0.150	0.128	0.189	0.378	0.748							
0.155	0.119	0.178	0.361	0.722	1.263						
0.160	0.111	0.166	0.345	0.695	1.198						
0.165	0.103	0.155	0.328	0.669	1.143						
0.170	0.095	0.144	0.311	0.642	1.092						
0.175	0.087	0.133	0.295	0.616	1.043						
0.180	0.079	0.122	0.278	0.589	0.997						
0.185	0.071	0.111	0.262	0.563	0.952						
0.190	0.063	0.100	0.245	0.536	0.908						

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\beta\theta = 23^\circ$											
$\zeta\theta := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.466	0.575	0.841	1.297	1.833						
0.060	0.436	0.536	0.790	1.234	1.757						
0.070	0.407	0.500	0.742	1.172	1.681						
0.080	0.380	0.465	0.695	1.111	1.606						
0.090	0.354	0.431	0.650	1.051	1.530						
0.100	0.329	0.398	0.606	0.992	1.454						
0.110	0.305	0.366	0.562	0.934	1.379						
0.120	0.281	0.335	0.520	0.876	1.303						
0.130	0.258	0.305	0.478	0.818	1.227	2.028					
0.135	0.246	0.290	0.458	0.798	1.189	1.932					
0.140	0.235	0.275	0.437	0.761	1.152	1.856					
0.145	0.224	0.260	0.417	0.733	1.114	1.784					
0.150	0.213	0.246	0.397	0.705	1.076	1.717					
0.155	0.202	0.232	0.377	0.676	1.038	1.653					
0.160	0.191	0.221	0.357	0.648	1.000	1.592					
0.165	0.181	0.203	0.337	0.620	0.962	1.531					
0.170	0.170	0.189	0.318	0.592	0.925	1.471					
0.175	0.160	0.175	0.298	0.564	0.887	1.413					
0.180	0.149	0.162	0.279	0.536	0.849	1.355					
0.185	0.139	0.148	0.259	0.508	0.811	1.297					
0.190	0.129	0.134	0.240	0.480	0.773	1.240					

$p^* = 0.7$ $\xi\theta = 0.80$ $\alpha\beta\theta = 30^\circ$											
$\zeta\theta := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.377	0.495	0.777	1.271							
0.060	0.351	0.463	0.734	1.216							
0.070	0.327	0.431	0.692	1.161							
0.080	0.304	0.401	0.651	1.107							
0.090	0.282	0.372	0.612	1.053							
0.100	0.261	0.344	0.573	0.999							
0.110	0.240	0.317	0.535	0.945	1.533						
0.120	0.220	0.290	0.498	0.892	1.479						
0.130	0.200	0.264	0.461	0.838	1.338						
0.135	0.190	0.251	0.443	0.811	1.295						
0.140	0.181	0.238	0.424	0.785	1.253						
0.145	0.171	0.226	0.406	0.758	1.211						
0.150	0.162	0.213	0.388	0.731	1.170						
0.155	0.153	0.201	0.370	0.705	1.129						
0.160	0.144	0.186	0.353	0.678	1.089						
0.165	0.134	0.176	0.335	0.651	1.049						
0.170	0.125	0.164	0.317	0.625	1.009						
0.175	0.117	0.152	0.300	0.598	0.969						
0.180	0.108	0.140	0.282	0.571	0.929						
0.185	0.099	0.128	0.265	0.545	0.890						
0.190	0.090	0.116	0.247	0.518	0.851	1.489					

$p^* = 0.7$ $\xi\delta = 0.90$ $\text{calc} \theta = 19^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.538	0.644	0.905	1.353	1.864					
0.060	0.507	0.603	0.852	1.286	1.786					
0.070	0.477	0.565	0.801	1.222	1.709					
0.080	0.448	0.528	0.752	1.158	1.632					
0.090	0.421	0.492	0.705	1.096	1.555					
0.100	0.394	0.458	0.659	1.035	1.478					
0.110	0.368	0.425	0.614	0.975	1.402	2.184				
0.120	0.343	0.392	0.570	0.915	1.325	2.043				
0.130	0.319	0.360	0.526	0.856	1.249	1.918				
0.135	0.307	0.345	0.505	0.827	1.211	1.857				
0.140	0.295	0.329	0.484	0.797	1.173	1.798				
0.145	0.284	0.314	0.463	0.768	1.135	1.740				
0.150	0.272	0.299	0.442	0.739	1.097	1.683				
0.155	0.261	0.284	0.421	0.710	1.059	1.626				
0.160	0.249	0.269	0.400	0.681	1.021	1.570				
0.165	0.238	0.254	0.380	0.653	0.983	1.514				
0.170	0.227	0.239	0.359	0.624	0.945	1.458				
0.175	0.216	0.225	0.339	0.595	0.907	1.402				
0.180	0.205	0.210	0.319	0.567	0.869	1.347				
0.185	0.194	0.196	0.299	0.538	0.831	1.292				
0.190	0.184	0.182	0.279	0.510	0.793	1.237	2.242			

$p^* = 0.7$ $\xi\delta = 0.90$ $\text{calc} \theta = 27^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.476	0.544	0.825	1.317						
0.060	0.400	0.511	0.782	1.262						
0.070	0.376	0.480	0.740	1.207						
0.080	0.353	0.450	0.699	1.152						
0.090	0.331	0.420	0.659	1.098						
0.100	0.309	0.392	0.620	1.044						
0.110	0.288	0.365	0.582	0.990	1.561					
0.120	0.268	0.338	0.544	0.937	1.465					
0.130	0.248	0.311	0.507	0.883	1.377					
0.135	0.238	0.299	0.489	0.856	1.334					
0.140	0.229	0.286	0.471	0.829	1.292					
0.145	0.219	0.273	0.453	0.803	1.251					
0.150	0.210	0.260	0.435	0.776	1.210					
0.155	0.201	0.248	0.417	0.749	1.170					
0.160	0.191	0.235	0.399	0.723	1.130					
0.165	0.182	0.223	0.381	0.696	1.090					
0.170	0.173	0.211	0.363	0.669	1.050					
0.175	0.164	0.199	0.346	0.642	1.011					
0.180	0.155	0.187	0.328	0.616	0.972					
0.185	0.146	0.175	0.310	0.589	0.932	1.637				
0.190	0.138	0.163	0.293	0.562	0.893	1.513				

$p^* = 0.7$ $\xi\delta = 0.90$ $\text{calc} \theta = 15^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.597	0.693	0.940	1.367	1.800	2.532				
0.060	0.565	0.647	0.880	1.292	1.753	2.476				
0.070	0.526	0.602	0.822	1.219	1.667	2.370				
0.080	0.493	0.560	0.767	1.148	1.583	2.264				
0.090	0.462	0.520	0.713	1.079	1.500	2.158				
0.100	0.431	0.480	0.661	1.012	1.417	2.052				
0.110	0.402	0.442	0.611	0.945	1.336	1.946				
0.120	0.373	0.405	0.561	0.880	1.255	1.840				
0.130	0.345	0.369	0.513	0.815	1.175	1.734				
0.135	0.332	0.351	0.489	0.783	1.134	1.681				
0.140	0.318	0.334	0.465	0.751	1.095	1.628				
0.145	0.305	0.316	0.441	0.720	1.055	1.575	2.750			
0.150	0.291	0.299	0.418	0.688	1.015	1.522	2.596			
0.155	0.278	0.282	0.395	0.657	0.975	1.469	2.477			
0.160	0.265	0.265	0.372	0.626	0.936	1.416	2.371			
0.165	0.253	0.248	0.349	0.595	0.896	1.363	2.272			
0.170	0.240	0.232	0.327	0.564	0.857	1.310	2.178			
0.175	0.227	0.215	0.304	0.533	0.817	1.257	2.087			
0.180	0.215	0.199	0.282	0.503	0.778	1.204	1.998			
0.185	0.202	0.183	0.260	0.472	0.739	1.151	1.911			
0.190	0.190	0.167	0.238	0.442	0.699	1.098	1.826			

$p^* = 0.7$ $\xi\delta = 0.90$ $\text{calc} \theta = 23^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.480	0.593	0.864	1.333	1.929					
0.060	0.452	0.557	0.817	1.273	1.847					
0.070	0.425	0.522	0.771	1.214	1.767					
0.080	0.400	0.489	0.727	1.156	1.689					
0.090	0.375	0.457	0.684	1.098	1.612					
0.100	0.351	0.426	0.642	1.042	1.535					
0.110	0.328	0.396	0.601	0.985	1.458					
0.120	0.306	0.367	0.560	0.929	1.382					
0.130	0.284	0.338	0.520	0.874	1.306					
0.135	0.274	0.324	0.501	0.846	1.268					
0.140	0.263	0.310	0.481	0.818	1.230					
0.145	0.253	0.296	0.462	0.790	1.191					
0.150	0.242	0.282	0.443	0.763	1.153					
0.155	0.232	0.269	0.423	0.735	1.115	1.872				
0.160	0.222	0.255	0.404	0.708	1.077	1.769				
0.165	0.212	0.242	0.385	0.680	1.039	1.667				
0.170	0.202	0.229	0.367	0.653	1.001	1.613				
0.175	0.192	0.216	0.348	0.626	0.964	1.544				
0.180	0.182	0.202	0.329	0.598	0.926	1.478				
0.185	0.173	0.189	0.311	0.571	0.888	1.414				
0.190	0.163	0.177	0.292	0.544	0.850	1.352				

$p^* = 0.7$ $\theta = 0.90$ $\alpha_{10} = 35^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.332	0.460	0.758									
0.060	0.311	0.432	0.721									
0.070	0.290	0.405	0.685	1.276								
0.080	0.271	0.379	0.649	1.199								
0.090	0.252	0.354	0.615	1.137								
0.100	0.234	0.330	0.580	1.079								
0.110	0.216	0.306	0.546	1.023								
0.120	0.199	0.283	0.513	0.967								
0.130	0.182	0.261	0.479	0.912								
0.135	0.174	0.249	0.463	0.885								
0.140	0.166	0.238	0.446	0.858								
0.145	0.158	0.227	0.430	0.831								
0.150	0.150	0.216	0.414	0.804								
0.155	0.142	0.205	0.397	0.777								
0.160	0.134	0.195	0.381	0.750								
0.165	0.126	0.184	0.365	0.723								
0.170	0.118	0.173	0.349	0.696								
0.175	0.111	0.163	0.332	0.669	1.183							
0.180	0.103	0.152	0.316	0.642	1.112							
0.185	0.096	0.142	0.300	0.615	1.053							
0.190	0.088	0.131	0.284	0.589	0.999							

$p^* = 0.7$ $\theta = 1.00$ $\alpha_{10} = 19^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.552	0.661	0.927	1.384	1.922							
0.060	0.522	0.622	0.877	1.321	1.846							
0.070	0.493	0.586	0.828	1.259	1.770							
0.080	0.466	0.551	0.782	1.198	1.695							
0.090	0.440	0.517	0.737	1.139	1.619							
0.100	0.415	0.484	0.693	1.080	1.543							
0.110	0.391	0.453	0.649	1.021	1.468							
0.120	0.367	0.422	0.607	0.964	1.392							
0.130	0.344	0.391	0.566	0.906	1.316	2.144						
0.135	0.333	0.377	0.545	0.878	1.278	2.033						
0.140	0.322	0.362	0.525	0.849	1.241	1.952						
0.145	0.311	0.347	0.504	0.821	1.203	1.879						
0.150	0.300	0.333	0.484	0.793	1.165	1.811						
0.155	0.289	0.319	0.464	0.765	1.127	1.747						
0.160	0.278	0.304	0.445	0.736	1.089	1.684						
0.165	0.267	0.290	0.425	0.708	1.052	1.623						
0.170	0.257	0.276	0.405	0.680	1.014	1.563						
0.175	0.246	0.263	0.386	0.652	0.976	1.504						
0.180	0.236	0.249	0.366	0.625	0.938	1.446						
0.185	0.226	0.235	0.347	0.597	0.900	1.388						
0.190	0.216	0.222	0.328	0.569	0.862	1.331						

$p^* = 0.7$ $\theta = 0.90$ $\alpha_{10} = 30^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.388	0.510	0.790	1.314								
0.060	0.364	0.479	0.757	1.261								
0.070	0.342	0.450	0.717	1.208								
0.080	0.320	0.422	0.679	1.155								
0.090	0.299	0.396	0.641	1.102								
0.100	0.279	0.368	0.604	1.049								
0.110	0.260	0.342	0.568	0.996								
0.120	0.241	0.316	0.532	0.943								
0.130	0.222	0.291	0.496	0.890								
0.135	0.213	0.279	0.479	0.864	1.454							
0.140	0.204	0.267	0.461	0.837	1.383							
0.145	0.195	0.255	0.444	0.811	1.327							
0.150	0.186	0.243	0.427	0.784	1.275							
0.155	0.177	0.231	0.409	0.758	1.227							
0.160	0.169	0.220	0.392	0.731	1.181							
0.165	0.160	0.208	0.375	0.705	1.137							
0.170	0.152	0.196	0.358	0.678	1.093							
0.175	0.143	0.185	0.341	0.652	1.050							
0.180	0.135	0.174	0.324	0.625	1.008							
0.185	0.126	0.162	0.307	0.599	0.967							
0.190	0.118	0.151	0.290	0.573	0.925							

$p^* = 0.7$ $\theta = 1.00$ $\alpha_{10} = 15^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.613	0.713	0.966	1.401	1.888							
0.060	0.579	0.669	0.909	1.330	1.805	2.631						
0.070	0.546	0.628	0.854	1.261	1.723	2.503						
0.080	0.515	0.580	0.802	1.193	1.642	2.386						
0.090	0.486	0.549	0.751	1.127	1.562	2.274						
0.100	0.457	0.512	0.702	1.062	1.482	2.164						
0.110	0.429	0.476	0.653	0.999	1.403	2.055						
0.120	0.402	0.441	0.606	0.936	1.324	1.946						
0.130	0.375	0.407	0.560	0.874	1.246	1.838						
0.135	0.363	0.390	0.537	0.843	1.207	1.785						
0.140	0.350	0.373	0.514	0.812	1.168	1.731						
0.145	0.337	0.357	0.492	0.782	1.129	1.677						
0.150	0.325	0.340	0.468	0.751	1.090	1.624						
0.155	0.312	0.324	0.448	0.721	1.051	1.570						
0.160	0.300	0.308	0.426	0.691	1.012	1.517						
0.165	0.288	0.292	0.404	0.661	0.974	1.463	2.618					
0.170	0.276	0.277	0.382	0.631	0.935	1.410	2.425					
0.175	0.264	0.261	0.361	0.601	0.896	1.356	2.297					
0.180	0.252	0.245	0.339	0.572	0.858	1.303	2.185					
0.185	0.240	0.230	0.318	0.542	0.819	1.250	2.082					
0.190	0.229	0.215	0.297	0.513	0.780	1.196	1.985					

$p^* = 0.7$ $\epsilon\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 27^\circ$

kc	$\text{Zeta} := D/h$										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.416	0.557	0.843	1.351							
0.060	0.412	0.526	0.801	1.299							
0.070	0.389	0.496	0.761	1.246							
0.080	0.367	0.467	0.722	1.193							
0.090	0.346	0.439	0.684	1.140							
0.100	0.325	0.412	0.647	1.087							
0.110	0.305	0.386	0.610	1.034							
0.120	0.286	0.360	0.574	0.980							
0.130	0.267	0.335	0.538	0.927	1.506						
0.135	0.258	0.323	0.520	0.901	1.444						
0.140	0.249	0.310	0.503	0.874	1.391						
0.145	0.240	0.298	0.485	0.848	1.342						
0.150	0.231	0.286	0.468	0.821	1.295						
0.155	0.222	0.274	0.450	0.795	1.250						
0.160	0.213	0.262	0.433	0.768	1.206						
0.165	0.204	0.251	0.415	0.742	1.163						
0.170	0.196	0.239	0.398	0.715	1.121						
0.175	0.187	0.227	0.381	0.689	1.079						
0.180	0.179	0.216	0.364	0.662	1.038						
0.185	0.170	0.204	0.347	0.636	0.997						
0.190	0.162	0.193	0.330	0.609	0.956						

$p^* = 0.7$ $\epsilon\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$

kc	$\text{Zeta} := D/h$										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.341	0.471	0.775								
0.060	0.320	0.444	0.740								
0.070	0.301	0.419	0.705								
0.080	0.282	0.394	0.671								
0.090	0.265	0.370	0.637								
0.100	0.247	0.347	0.604	1.185							
0.110	0.230	0.324	0.571	1.097							
0.120	0.214	0.302	0.539	1.031							
0.130	0.198	0.280	0.506	0.970							
0.135	0.190	0.270	0.490	0.940							
0.140	0.182	0.259	0.474	0.911							
0.145	0.175	0.248	0.458	0.883							
0.150	0.167	0.238	0.442	0.854							
0.155	0.159	0.227	0.426	0.826							
0.160	0.152	0.217	0.410	0.798							
0.165	0.145	0.207	0.395	0.770							
0.170	0.137	0.197	0.379	0.742							
0.175	0.130	0.186	0.363	0.715							
0.180	0.123	0.176	0.347	0.687							
0.185	0.115	0.166	0.331	0.660							
0.190	0.108	0.156	0.316	0.633	1.114						

$p^* = 0.7$ $\epsilon\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 23^\circ$

kc	$\text{Zeta} := D/h$										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.492	0.600	0.884	1.364							
0.060	0.465	0.573	0.839	1.307							
0.070	0.440	0.500	0.795	1.250							
0.080	0.415	0.509	0.753	1.194	1.805						
0.090	0.392	0.478	0.712	1.139	1.708						
0.100	0.369	0.449	0.671	1.083	1.621						
0.110	0.348	0.420	0.632	1.028	1.538						
0.120	0.326	0.392	0.593	0.974	1.458						
0.130	0.306	0.365	0.555	0.919	1.379						
0.135	0.296	0.351	0.536	0.892	1.339						
0.140	0.286	0.338	0.517	0.865	1.300						
0.145	0.276	0.325	0.498	0.838	1.261						
0.150	0.266	0.312	0.480	0.811	1.222						
0.155	0.256	0.299	0.461	0.784	1.183						
0.160	0.246	0.286	0.443	0.757	1.145						
0.165	0.237	0.273	0.424	0.730	1.106						
0.170	0.227	0.260	0.406	0.703	1.067						
0.175	0.218	0.248	0.388	0.676	1.029	1.710					
0.180	0.209	0.235	0.370	0.649	0.990	1.615					
0.185	0.200	0.223	0.352	0.622	0.952	1.535					
0.190	0.190	0.211	0.334	0.595	0.914	1.462					

$p^* = 0.7$ $\epsilon\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$

kc	$\text{Zeta} := D/h$										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.398	0.522	0.815	1.366							
0.060	0.375	0.493	0.776	1.311							
0.070	0.353	0.465	0.738	1.256							
0.080	0.333	0.438	0.701	1.203							
0.090	0.313	0.412	0.665	1.149							
0.100	0.294	0.386	0.629	1.096							
0.110	0.275	0.361	0.594	1.042							
0.120	0.257	0.337	0.560	0.989							
0.130	0.239	0.313	0.525	0.936							
0.135	0.231	0.302	0.508	0.909							
0.140	0.222	0.290	0.491	0.883							
0.145	0.214	0.279	0.474	0.856							
0.150	0.205	0.267	0.457	0.830							
0.155	0.197	0.256	0.441	0.803	1.372						
0.160	0.189	0.245	0.424	0.776	1.294						
0.165	0.181	0.233	0.407	0.750	1.234						
0.170	0.172	0.222	0.391	0.723	1.180						
0.175	0.164	0.211	0.374	0.697	1.131						
0.180	0.156	0.200	0.358	0.670	1.083						
0.185	0.148	0.189	0.341	0.644	1.037						
0.190	0.141	0.179	0.325	0.617	0.993						

p* = 0.0 $\phi\theta = 0.67$ cal $\theta = 15^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.516	0.640	0.909	1.361	1.858	2.613						
0.060	0.507	0.598	0.846	1.282	1.766	2.507						
0.070	0.471	0.552	0.785	1.205	1.677	2.400						
0.080	0.436	0.507	0.727	1.132	1.590	2.284						
0.090	0.403	0.465	0.671	1.066	1.504	2.168						
0.100	0.371	0.423	0.617	0.989	1.419	2.052						
0.110	0.339	0.383	0.563	0.921	1.336	1.935						
0.120	0.309	0.344	0.512	0.853	1.253	1.869						
0.130	0.280	0.306	0.461	0.786	1.170	1.763						
0.135	0.265	0.287	0.436	0.753	1.129	1.710						
0.140	0.251	0.269	0.411	0.720	1.088	1.657	2.086					
0.145	0.237	0.250	0.386	0.687	1.048	1.604	2.757					
0.150	0.223	0.232	0.362	0.655	1.007	1.551	2.647					
0.155	0.209	0.214	0.338	0.623	0.967	1.498	2.547					
0.160	0.195	0.196	0.314	0.590	0.926	1.445	2.452					
0.165	0.182	0.179	0.290	0.558	0.886	1.392	2.361					
0.170	0.168	0.161	0.267	0.527	0.846	1.339	2.272					
0.175	0.155	0.144	0.243	0.495	0.806	1.286	2.185					
0.180	0.142	0.127	0.220	0.463	0.766	1.233	2.100					
0.185	0.129	0.110	0.197	0.432	0.726	1.180	2.015					
0.190	0.116	0.093	0.174	0.401	0.686	1.127	1.932					

p* = 0.0 $\phi\theta = 0.67$ cal $\theta = 27^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.432	0.549	0.833	1.319	1.884							
0.060	0.401	0.510	0.782	1.254	1.808							
0.070	0.372	0.472	0.732	1.191	1.732							
0.080	0.344	0.436	0.685	1.130	1.656							
0.090	0.317	0.401	0.638	1.069	1.580							
0.100	0.291	0.368	0.593	1.009	1.505							
0.110	0.266	0.335	0.549	0.950	1.429							
0.120	0.242	0.303	0.506	0.892	1.353							
0.130	0.218	0.272	0.463	0.834	1.277							
0.135	0.206	0.257	0.442	0.805	1.239	2.072						
0.140	0.195	0.242	0.422	0.776	1.202	1.984						
0.145	0.183	0.227	0.401	0.747	1.164	1.909						
0.150	0.172	0.212	0.380	0.719	1.126	1.840						
0.155	0.161	0.197	0.360	0.690	1.088	1.774						
0.160	0.150	0.183	0.340	0.662	1.050	1.711						
0.165	0.139	0.168	0.320	0.634	1.012	1.649						
0.170	0.128	0.154	0.300	0.605	0.974	1.589						
0.175	0.117	0.140	0.280	0.577	0.937	1.529						
0.180	0.107	0.126	0.260	0.549	0.899	1.471						
0.185	0.096	0.112	0.240	0.521	0.861	1.413						
0.190	0.086	0.098	0.221	0.493	0.823	1.355						

p* = 0.0 $\phi\theta = 0.67$ cal $\theta = 15^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.602	0.692	0.937	1.360	1.840	2.525						
0.060	0.550	0.635	0.864	1.277	1.735	2.406	3.604					
0.070	0.516	0.591	0.795	1.191	1.635	2.280	3.511					
0.080	0.475	0.530	0.728	1.107	1.537	2.173	3.348					
0.090	0.437	0.481	0.664	1.026	1.441	2.058	3.189					
0.100	0.400	0.433	0.602	0.947	1.347	1.945	3.032					
0.110	0.363	0.387	0.541	0.869	1.254	1.833	2.877					
0.120	0.328	0.342	0.482	0.794	1.163	1.721	2.723					
0.130	0.294	0.298	0.425	0.719	1.073	1.610	2.569					
0.135	0.278	0.277	0.396	0.682	1.028	1.554	2.493					
0.140	0.261	0.255	0.368	0.646	0.984	1.499	2.416					
0.145	0.245	0.234	0.341	0.610	0.940	1.444	2.340					
0.150	0.229	0.214	0.313	0.574	0.896	1.389	2.263					
0.155	0.213	0.193	0.286	0.538	0.852	1.334	2.187					
0.160	0.197	0.173	0.259	0.503	0.809	1.279	2.111					
0.165	0.181	0.152	0.232	0.467	0.765	1.224	2.034					
0.170	0.166	0.132	0.205	0.432	0.722	1.170	1.958					
0.175	0.150	0.113	0.179	0.397	0.679	1.115	1.882					
0.180	0.135	0.093	0.153	0.363	0.636	1.060	1.806					
0.185	0.120	0.073	0.127	0.328	0.593	1.006	1.730	3.513				
0.190	0.105	0.054	0.101	0.294	0.551	0.951	1.654	3.290				

p* = 0.0 $\phi\theta = 0.67$ cal $\theta = 23^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.408	0.598	0.872	1.341	1.866							
0.060	0.453	0.554	0.815	1.270	1.784							
0.070	0.421	0.513	0.761	1.201	1.703							
0.080	0.390	0.473	0.709	1.135	1.623	2.492						
0.090	0.361	0.435	0.658	1.069	1.544	2.358						
0.100	0.332	0.398	0.609	1.005	1.465	2.230						
0.110	0.304	0.362	0.561	0.942	1.386	2.123						
0.120	0.277	0.327	0.514	0.879	1.308	2.011						
0.130	0.251	0.293	0.468	0.818	1.230	1.900						
0.135	0.238	0.276	0.446	0.787	1.192	1.845						
0.140	0.225	0.260	0.423	0.757	1.153	1.790						
0.145	0.213	0.243	0.401	0.726	1.114	1.736						
0.150	0.200	0.227	0.379	0.696	1.075	1.681						
0.155	0.188	0.211	0.357	0.666	1.037	1.627						
0.160	0.176	0.195	0.335	0.636	0.998	1.573						
0.165	0.164	0.179	0.313	0.606	0.960	1.519						
0.170	0.152	0.164	0.292	0.577	0.921	1.465						
0.175	0.140	0.148	0.270	0.547	0.883	1.411						
0.180	0.128	0.133	0.249	0.517	0.844	1.357						
0.185	0.117	0.117	0.228	0.488	0.806	1.303	2.409					
0.190	0.105	0.102	0.207	0.459	0.767	1.250	2.257					

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.334	0.462	0.763	1.288								
0.060	0.308	0.429	0.719	1.232								
0.070	0.284	0.397	0.677	1.178								
0.080	0.260	0.366	0.635	1.123								
0.090	0.238	0.337	0.595	1.069								
0.100	0.216	0.308	0.556	1.015								
0.110	0.195	0.280	0.518	0.961	1.620							
0.120	0.174	0.253	0.480	0.907	1.500							
0.130	0.154	0.226	0.442	0.854	1.405							
0.135	0.144	0.213	0.424	0.827	1.361							
0.140	0.134	0.200	0.405	0.800	1.318							
0.145	0.125	0.187	0.387	0.773	1.275							
0.150	0.115	0.175	0.369	0.746	1.233							
0.155	0.106	0.162	0.351	0.720	1.192							
0.160	0.096	0.149	0.333	0.693	1.151							
0.165	0.087	0.137	0.315	0.666	1.111							
0.170	0.078	0.125	0.297	0.640	1.071							
0.175	0.069	0.112	0.279	0.613	1.031							
0.180	0.060	0.100	0.262	0.586	0.991							
0.185	0.051	0.088	0.244	0.560	0.951							
0.190	0.042	0.076	0.226	0.533	0.912							

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.553	0.657	0.922	1.376	1.879	2.657						
0.060	0.516	0.609	0.860	1.299	1.789	2.551						
0.070	0.480	0.564	0.801	1.225	1.702	2.445						
0.080	0.446	0.520	0.744	1.153	1.617	2.339						
0.090	0.414	0.479	0.689	1.082	1.532	2.233						
0.100	0.383	0.438	0.635	1.013	1.449	2.127						
0.110	0.352	0.399	0.584	0.946	1.367	2.021						
0.120	0.323	0.361	0.533	0.879	1.285	1.915						
0.130	0.294	0.324	0.483	0.813	1.203	1.809						
0.135	0.280	0.305	0.459	0.781	1.163	1.756						
0.140	0.266	0.287	0.434	0.749	1.123	1.703						
0.145	0.252	0.269	0.410	0.717	1.082	1.650						
0.150	0.238	0.252	0.386	0.685	1.042	1.597	2.825					
0.155	0.225	0.234	0.363	0.653	1.002	1.544	2.682					
0.160	0.212	0.217	0.339	0.621	0.962	1.492	2.566					
0.165	0.198	0.200	0.316	0.590	0.923	1.439	2.462					
0.170	0.185	0.183	0.293	0.558	0.883	1.386	2.364					
0.175	0.172	0.166	0.270	0.527	0.843	1.333	2.271					
0.180	0.159	0.149	0.247	0.496	0.803	1.280	2.180					
0.185	0.147	0.132	0.224	0.465	0.764	1.227	2.092					
0.190	0.134	0.116	0.202	0.434	0.724	1.174	2.005					

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.393	0.515	0.805	1.304	1.937							
0.060	0.364	0.478	0.757	1.245	1.854							
0.070	0.337	0.443	0.710	1.184	1.775							
0.080	0.311	0.409	0.666	1.125	1.697							
0.090	0.286	0.376	0.622	1.068	1.620							
0.100	0.262	0.345	0.579	1.010	1.543							
0.110	0.238	0.314	0.537	0.954	1.466							
0.120	0.215	0.284	0.496	0.897	1.390							
0.130	0.193	0.255	0.456	0.842	1.313							
0.135	0.182	0.241	0.436	0.814	1.275							
0.140	0.171	0.226	0.416	0.786	1.237							
0.145	0.161	0.212	0.397	0.758	1.199							
0.150	0.150	0.198	0.377	0.730	1.161							
0.155	0.140	0.184	0.358	0.703	1.123							
0.160	0.129	0.171	0.339	0.675	1.085							
0.165	0.119	0.157	0.319	0.648	1.047	1.820						
0.170	0.109	0.144	0.300	0.620	1.009	1.728						
0.175	0.099	0.130	0.281	0.593	0.971	1.649						
0.180	0.089	0.117	0.262	0.565	0.933	1.576						
0.185	0.079	0.104	0.244	0.538	0.895	1.508						
0.190	0.069	0.091	0.225	0.510	0.857	1.443						

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 15^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.611	0.703	0.952	1.386	1.862	2.556						
0.060	0.568	0.648	0.880	1.298	1.760	2.439						
0.070	0.527	0.596	0.813	1.213	1.662	2.325	3.698					
0.080	0.488	0.545	0.748	1.131	1.566	2.211	3.468					
0.090	0.450	0.497	0.685	1.052	1.472	2.099	3.290					
0.100	0.414	0.451	0.624	0.974	1.379	1.987	3.123					
0.110	0.379	0.406	0.565	0.899	1.289	1.876	2.962					
0.120	0.345	0.362	0.508	0.824	1.199	1.766	2.803					
0.130	0.311	0.319	0.451	0.751	1.111	1.656	2.646					
0.135	0.295	0.298	0.424	0.715	1.067	1.601	2.568					
0.140	0.279	0.278	0.396	0.680	1.023	1.547	2.490					
0.145	0.263	0.257	0.369	0.644	0.980	1.492	2.413					
0.150	0.247	0.237	0.342	0.609	0.936	1.437	2.335					
0.155	0.232	0.217	0.315	0.574	0.893	1.383	2.258					
0.160	0.216	0.197	0.289	0.539	0.850	1.329	2.181					
0.165	0.201	0.177	0.263	0.504	0.808	1.274	2.104					
0.170	0.186	0.158	0.237	0.470	0.765	1.220	2.027					
0.175	0.171	0.138	0.211	0.436	0.723	1.166	1.950					
0.180	0.156	0.119	0.185	0.402	0.680	1.112	1.874					
0.185	0.141	0.100	0.160	0.368	0.638	1.058	1.797					
0.190	0.127	0.081	0.134	0.334	0.596	1.003	1.720	3.642				

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.70$ $\alpha\beta\theta = 23^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.418	0.557	0.843	1.333	1.914							
0.060	0.408	0.518	0.793	1.270	1.839							
0.070	0.379	0.481	0.744	1.208	1.763							
0.080	0.352	0.446	0.698	1.148	1.688							
0.090	0.328	0.412	0.652	1.088	1.612							
0.100	0.301	0.379	0.608	1.030	1.536							
0.110	0.276	0.348	0.565	0.971	1.461							
0.120	0.252	0.316	0.523	0.914	1.385							
0.130	0.229	0.286	0.481	0.856	1.309							
0.135	0.218	0.271	0.460	0.828	1.271							
0.140	0.206	0.256	0.440	0.800	1.234							
0.145	0.195	0.242	0.420	0.771	1.196	2.029						
0.150	0.184	0.227	0.399	0.743	1.158	1.932						
0.155	0.173	0.213	0.379	0.715	1.120	1.852						
0.160	0.163	0.199	0.360	0.687	1.082	1.781						
0.165	0.152	0.184	0.340	0.659	1.044	1.713						
0.170	0.141	0.170	0.320	0.631	1.007	1.648						
0.175	0.131	0.156	0.301	0.603	0.969	1.585						
0.180	0.120	0.143	0.281	0.575	0.931	1.524						
0.185	0.110	0.129	0.262	0.547	0.893	1.463						
0.190	0.100	0.115	0.243	0.519	0.855	1.404						

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.70$ $\alpha\beta\theta = 35^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.339	0.469	0.772	1.305								
0.060	0.314	0.436	0.729	1.251								
0.070	0.290	0.405	0.687	1.197								
0.080	0.267	0.375	0.647	1.143								
0.090	0.245	0.346	0.608	1.089								
0.100	0.224	0.318	0.569	1.036								
0.110	0.203	0.291	0.531	0.982								
0.120	0.183	0.264	0.494	0.929								
0.130	0.163	0.238	0.457	0.876	1.471							
0.135	0.154	0.225	0.439	0.849	1.418							
0.140	0.144	0.212	0.421	0.822	1.369							
0.145	0.135	0.200	0.403	0.796	1.323							
0.150	0.125	0.187	0.385	0.769	1.278							
0.155	0.116	0.175	0.367	0.743	1.234							
0.160	0.107	0.163	0.350	0.716	1.191							
0.165	0.098	0.150	0.332	0.689	1.149							
0.170	0.089	0.138	0.314	0.663	1.108							
0.175	0.080	0.126	0.297	0.636	1.067							
0.180	0.071	0.114	0.280	0.610	1.026							
0.185	0.062	0.102	0.262	0.583	0.985							
0.190	0.054	0.091	0.245	0.556	0.945							

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.70$ $\alpha\beta\theta = 23^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.494	0.606	0.883	1.356	1.888							
0.060	0.461	0.564	0.828	1.286	1.808							
0.070	0.429	0.523	0.775	1.219	1.729							
0.080	0.399	0.485	0.723	1.154	1.650							
0.090	0.370	0.447	0.674	1.090	1.572	2.488						
0.100	0.342	0.411	0.626	1.026	1.494	2.324						
0.110	0.315	0.376	0.579	0.964	1.416	2.193						
0.120	0.289	0.342	0.533	0.903	1.339	2.073						
0.130	0.263	0.309	0.488	0.842	1.262	1.957						
0.135	0.251	0.292	0.466	0.812	1.223	1.900						
0.140	0.238	0.276	0.444	0.782	1.185	1.844						
0.145	0.226	0.260	0.422	0.752	1.146	1.788						
0.150	0.214	0.244	0.400	0.722	1.108	1.732						
0.155	0.202	0.228	0.378	0.693	1.070	1.677						
0.160	0.190	0.213	0.357	0.663	1.031	1.622						
0.165	0.178	0.197	0.336	0.634	0.993	1.567						
0.170	0.167	0.182	0.315	0.605	0.955	1.512						
0.175	0.155	0.167	0.294	0.575	0.916	1.458						
0.180	0.144	0.152	0.273	0.546	0.878	1.403						
0.185	0.132	0.137	0.252	0.517	0.840	1.349						
0.190	0.121	0.122	0.231	0.488	0.802	1.295	2.481					

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.70$ $\alpha\beta\theta = 30^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.399	0.522	0.815	1.319								
0.060	0.370	0.486	0.767	1.259	1.928							
0.070	0.344	0.451	0.722	1.201	1.828							
0.080	0.318	0.418	0.678	1.144	1.743							
0.090	0.294	0.386	0.635	1.087	1.661							
0.100	0.270	0.356	0.593	1.030	1.582							
0.110	0.247	0.326	0.552	0.974	1.503							
0.120	0.225	0.296	0.512	0.919	1.426							
0.130	0.203	0.268	0.473	0.864	1.348							
0.135	0.193	0.254	0.453	0.836	1.310							
0.140	0.182	0.240	0.434	0.808	1.271							
0.145	0.172	0.226	0.414	0.781	1.233							
0.150	0.161	0.212	0.395	0.754	1.195							
0.155	0.151	0.199	0.376	0.726	1.156							
0.160	0.141	0.185	0.357	0.699	1.118							
0.165	0.131	0.172	0.338	0.671	1.080							
0.170	0.121	0.159	0.319	0.644	1.042	1.883						
0.175	0.111	0.146	0.301	0.617	1.003	1.745						
0.180	0.102	0.133	0.282	0.590	0.965	1.654						
0.185	0.092	0.120	0.264	0.563	0.927	1.575						
0.190	0.082	0.107	0.245	0.535	0.889	1.502						

p* = 0.8 $\xi = 0.80$ cal0 = 19°										
kc	Beta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.575	0.684	0.956	1.423	1.943					
0.060	0.540	0.640	0.899	1.351	1.859					
0.070	0.507	0.597	0.844	1.281	1.777	2.640				
0.080	0.476	0.557	0.791	1.213	1.696	2.513				
0.090	0.446	0.518	0.739	1.147	1.616	2.397				
0.100	0.416	0.481	0.689	1.082	1.537	2.284				
0.110	0.388	0.444	0.641	1.018	1.458	2.173				
0.120	0.361	0.409	0.593	0.955	1.379	2.064				
0.130	0.334	0.374	0.546	0.892	1.300	1.955				
0.135	0.321	0.357	0.523	0.861	1.261	1.901				
0.140	0.308	0.340	0.501	0.830	1.222	1.847				
0.145	0.295	0.323	0.478	0.800	1.183	1.793				
0.150	0.283	0.307	0.456	0.769	1.144	1.739				
0.155	0.270	0.291	0.433	0.739	1.106	1.685				
0.160	0.258	0.274	0.411	0.709	1.067	1.632				
0.165	0.245	0.258	0.389	0.679	1.028	1.578				
0.170	0.233	0.242	0.367	0.649	0.989	1.524				
0.175	0.221	0.227	0.346	0.619	0.951	1.471				
0.180	0.209	0.211	0.324	0.589	0.912	1.417	2.527			
0.185	0.197	0.195	0.303	0.559	0.873	1.364	2.384			
0.190	0.186	0.180	0.281	0.530	0.835	1.310	2.265			

p* = 0.8 $\xi = 0.80$ cal0 = 27°										
kc	Beta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.454	0.578	0.871	1.376						
0.060	0.426	0.542	0.824	1.317						
0.070	0.400	0.508	0.779	1.259	1.896					
0.080	0.375	0.475	0.735	1.202	1.808					
0.090	0.350	0.443	0.692	1.145	1.725					
0.100	0.327	0.412	0.651	1.089	1.645					
0.110	0.304	0.382	0.610	1.033	1.566					
0.120	0.282	0.353	0.570	0.978	1.488					
0.130	0.260	0.325	0.530	0.922	1.410					
0.135	0.250	0.311	0.511	0.895	1.371					
0.140	0.239	0.297	0.491	0.867	1.333					
0.145	0.229	0.283	0.472	0.840	1.294					
0.150	0.218	0.270	0.453	0.813	1.256					
0.155	0.208	0.256	0.434	0.785	1.217					
0.160	0.198	0.243	0.415	0.758	1.179					
0.165	0.188	0.230	0.396	0.731	1.141					
0.170	0.178	0.216	0.378	0.704	1.103					
0.175	0.169	0.203	0.359	0.676	1.064	1.824				
0.180	0.159	0.190	0.341	0.649	1.026	1.726				
0.185	0.149	0.177	0.322	0.622	0.988	1.644				
0.190	0.140	0.165	0.304	0.595	0.950	1.569				

p* = 0.8 $\xi = 0.80$ cal0 = 15°										
kc	Beta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.637	0.735	0.993	1.438	1.977	2.656				
0.060	0.597	0.684	0.927	1.356	1.832	2.547				
0.070	0.559	0.636	0.864	1.277	1.740	2.438				
0.080	0.523	0.589	0.803	1.201	1.650	2.330				
0.090	0.488	0.545	0.745	1.126	1.562	2.222				
0.100	0.454	0.502	0.688	1.054	1.474	2.115				
0.110	0.422	0.460	0.633	0.982	1.388	2.008				
0.120	0.390	0.429	0.580	0.912	1.303	1.900	3.165			
0.130	0.360	0.380	0.527	0.844	1.219	1.794	2.941			
0.135	0.344	0.360	0.501	0.810	1.177	1.740	2.845			
0.140	0.330	0.341	0.475	0.776	1.135	1.687	2.753			
0.145	0.315	0.322	0.450	0.742	1.094	1.633	2.664			
0.150	0.300	0.303	0.425	0.709	1.052	1.580	2.578			
0.155	0.286	0.284	0.400	0.676	1.011	1.527	2.493			
0.160	0.272	0.266	0.375	0.643	0.970	1.474	2.409			
0.165	0.257	0.248	0.350	0.610	0.929	1.420	2.327			
0.170	0.244	0.239	0.326	0.577	0.888	1.367	2.245			
0.175	0.230	0.212	0.302	0.544	0.847	1.314	2.164			
0.180	0.216	0.194	0.278	0.512	0.806	1.261	2.083			
0.185	0.202	0.176	0.254	0.480	0.766	1.207	2.003			
0.190	0.189	0.158	0.230	0.448	0.725	1.154	1.923			

p* = 0.8 $\xi = 0.80$ cal0 = 23°										
kc	Beta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.513	0.630	0.914	1.399	1.963					
0.060	0.482	0.590	0.862	1.334	1.886					
0.070	0.452	0.553	0.812	1.271	1.810					
0.080	0.424	0.516	0.765	1.209	1.734					
0.090	0.398	0.482	0.718	1.149	1.659					
0.100	0.372	0.448	0.673	1.089	1.583					
0.110	0.346	0.415	0.629	1.029	1.507					
0.120	0.322	0.383	0.586	0.971	1.431					
0.130	0.298	0.352	0.543	0.913	1.355	2.258				
0.135	0.287	0.337	0.522	0.884	1.318	2.138				
0.140	0.275	0.327	0.501	0.855	1.280	2.055				
0.145	0.264	0.307	0.480	0.826	1.242	1.982				
0.150	0.252	0.292	0.460	0.798	1.204	1.914				
0.155	0.241	0.277	0.439	0.769	1.166	1.849				
0.160	0.230	0.263	0.419	0.741	1.128	1.786				
0.165	0.219	0.248	0.399	0.712	1.090	1.725				
0.170	0.208	0.234	0.379	0.684	1.053	1.665				
0.175	0.197	0.219	0.359	0.656	1.015	1.605				
0.180	0.187	0.205	0.339	0.628	0.977	1.547				
0.185	0.176	0.191	0.320	0.600	0.939	1.489				
0.190	0.166	0.177	0.300	0.571	0.901	1.432				

$p^* = 0.0$ $\phi = 0.80$ $\alpha_{10} = 35^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.350	0.487	0.797	1.368							
0.060	0.330	0.456	0.757	1.314						
0.070	0.308	0.427	0.718	1.261						
0.080	0.286	0.399	0.680	1.208						
0.090	0.266	0.372	0.643	1.155						
0.100	0.246	0.346	0.607	1.102						
0.110	0.227	0.320	0.571	1.049						
0.120	0.208	0.295	0.536	0.996						
0.130	0.189	0.271	0.501	0.943						
0.135	0.181	0.259	0.483	0.916						
0.140	0.172	0.247	0.466	0.890						
0.145	0.163	0.235	0.449	0.863						
0.150	0.154	0.223	0.432	0.837						
0.155	0.145	0.212	0.415	0.810	1.460					
0.160	0.137	0.200	0.398	0.784	1.360					
0.165	0.128	0.188	0.381	0.757	1.297					
0.170	0.120	0.177	0.364	0.731	1.241					
0.175	0.112	0.166	0.347	0.704	1.191					
0.180	0.104	0.154	0.330	0.678	1.142					
0.185	0.095	0.143	0.313	0.651	1.096					
0.190	0.087	0.132	0.297	0.625	1.051					

$p^* = 0.0$ $\phi = 0.90$ $\alpha_{10} = 19^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.592	0.706	0.984	1.460	2.001					
0.060	0.559	0.664	0.930	1.393	1.922					
0.070	0.528	0.624	0.878	1.327	1.844					
0.080	0.499	0.586	0.828	1.262	1.766					
0.090	0.471	0.550	0.779	1.199	1.689					
0.100	0.443	0.514	0.732	1.137	1.612					
0.110	0.417	0.480	0.686	1.076	1.535	2.372				
0.120	0.391	0.447	0.641	1.015	1.458	2.232				
0.130	0.366	0.414	0.597	0.956	1.382	2.107				
0.135	0.354	0.398	0.575	0.926	1.343	2.047				
0.140	0.342	0.382	0.553	0.896	1.305	1.988				
0.145	0.330	0.366	0.532	0.867	1.267	1.930				
0.150	0.318	0.351	0.510	0.837	1.229	1.872				
0.155	0.306	0.335	0.489	0.808	1.190	1.816				
0.160	0.294	0.320	0.468	0.779	1.152	1.759				
0.165	0.283	0.305	0.447	0.750	1.114	1.703				
0.170	0.271	0.290	0.426	0.721	1.076	1.647				
0.175	0.260	0.275	0.406	0.692	1.038	1.592				
0.180	0.249	0.260	0.385	0.663	1.000	1.537				
0.185	0.238	0.245	0.365	0.634	0.962	1.482				
0.190	0.227	0.231	0.344	0.606	0.924	1.427				

$p^* = 0.0$ $\phi = 0.80$ $\alpha_{10} = 30^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.414	0.541	0.841	1.364						
0.060	0.388	0.508	0.797	1.308						
0.070	0.363	0.476	0.754	1.253						
0.080	0.339	0.445	0.713	1.199						
0.090	0.317	0.415	0.673	1.144						
0.100	0.295	0.386	0.633	1.090						
0.110	0.273	0.358	0.595	1.036	1.665					
0.120	0.252	0.331	0.557	0.982	1.562					
0.130	0.232	0.304	0.519	0.928	1.471					
0.135	0.222	0.291	0.500	0.901	1.428					
0.140	0.213	0.278	0.482	0.874	1.385					
0.145	0.203	0.265	0.464	0.848	1.344					
0.150	0.193	0.252	0.445	0.821	1.303					
0.155	0.184	0.239	0.427	0.794	1.262					
0.160	0.174	0.226	0.409	0.767	1.221					
0.165	0.165	0.214	0.391	0.741	1.181					
0.170	0.156	0.202	0.373	0.714	1.141					
0.175	0.146	0.189	0.355	0.687	1.102					
0.180	0.137	0.177	0.337	0.660	1.062					
0.185	0.128	0.165	0.320	0.634	1.023					
0.190	0.119	0.153	0.302	0.607	0.983					

$p^* = 0.0$ $\phi = 0.90$ $\alpha_{10} = 15^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.657	0.761	1.026	1.401	1.983	2.761				
0.060	0.620	0.713	0.964	1.403	1.894	2.655				
0.070	0.584	0.668	0.905	1.379	1.806	2.549				
0.080	0.550	0.624	0.848	1.257	1.721	2.443				
0.090	0.518	0.583	0.793	1.186	1.637	2.337				
0.100	0.487	0.542	0.740	1.117	1.553	2.231				
0.110	0.456	0.503	0.688	1.050	1.471	2.125				
0.120	0.427	0.465	0.637	0.983	1.389	2.019				
0.130	0.398	0.428	0.587	0.918	1.308	1.913				
0.135	0.384	0.409	0.563	0.885	1.267	1.860				
0.140	0.370	0.391	0.538	0.853	1.227	1.807				
0.145	0.356	0.373	0.514	0.821	1.187	1.755				
0.150	0.342	0.356	0.491	0.789	1.146	1.702	2.930			
0.155	0.329	0.338	0.467	0.757	1.106	1.649	2.786			
0.160	0.316	0.321	0.443	0.725	1.067	1.596	2.670			
0.165	0.302	0.304	0.420	0.694	1.027	1.543	2.566			
0.170	0.289	0.287	0.397	0.662	0.987	1.490	2.468			
0.175	0.276	0.270	0.374	0.631	0.947	1.437	2.375			
0.180	0.263	0.253	0.351	0.600	0.908	1.384	2.284			
0.185	0.251	0.236	0.328	0.569	0.868	1.331	2.196			
0.190	0.238	0.220	0.306	0.538	0.828	1.270	2.109			

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 27^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.467	0.594	0.894	1.414								
0.060	0.441	0.561	0.849	1.358								
0.070	0.416	0.528	0.806	1.303								
0.080	0.392	0.497	0.765	1.248								
0.090	0.369	0.467	0.724	1.193								
0.100	0.347	0.438	0.685	1.139	1.834							
0.110	0.326	0.410	0.646	1.085	1.696							
0.120	0.305	0.382	0.607	1.031	1.600							
0.130	0.285	0.355	0.570	0.977	1.512							
0.135	0.275	0.342	0.551	0.950	1.470							
0.140	0.265	0.329	0.532	0.923	1.428							
0.145	0.255	0.316	0.514	0.896	1.387							
0.150	0.245	0.303	0.496	0.869	1.346							
0.155	0.236	0.290	0.477	0.843	1.306							
0.160	0.226	0.278	0.459	0.816	1.266							
0.165	0.217	0.265	0.441	0.789	1.226							
0.170	0.207	0.252	0.423	0.762	1.186							
0.175	0.198	0.240	0.405	0.736	1.147							
0.180	0.189	0.228	0.387	0.709	1.108							
0.185	0.180	0.216	0.369	0.682	1.068							
0.190	0.171	0.203	0.352	0.655	1.029							

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.364	0.501	0.818									
0.060	0.342	0.472	0.780									
0.070	0.321	0.445	0.743	1.353								
0.080	0.301	0.418	0.707	1.286								
0.090	0.282	0.393	0.672	1.226								
0.100	0.263	0.363	0.637	1.169								
0.110	0.245	0.344	0.603	1.113								
0.120	0.227	0.320	0.569	1.058								
0.130	0.210	0.297	0.535	1.004								
0.135	0.202	0.285	0.518	0.977								
0.140	0.193	0.274	0.502	0.950								
0.145	0.185	0.263	0.485	0.923								
0.150	0.177	0.251	0.468	0.896								
0.155	0.168	0.240	0.452	0.869								
0.160	0.160	0.229	0.435	0.842								
0.165	0.152	0.218	0.419	0.815								
0.170	0.145	0.207	0.403	0.788								
0.175	0.137	0.197	0.386	0.761								
0.180	0.129	0.186	0.370	0.734	1.306							
0.185	0.121	0.175	0.354	0.708	1.226							
0.190	0.113	0.165	0.338	0.681	1.164							

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 23^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.527	0.649	0.938	1.435	2.054							
0.060	0.498	0.611	0.889	1.374	1.974							
0.070	0.471	0.576	0.845	1.314	1.896							
0.080	0.444	0.542	0.797	1.255	1.819							
0.090	0.419	0.509	0.753	1.197	1.743							
0.100	0.395	0.477	0.710	1.140	1.666							
0.110	0.371	0.446	0.668	1.083	1.590							
0.120	0.348	0.416	0.627	1.026	1.514							
0.130	0.326	0.387	0.587	0.970	1.438							
0.135	0.315	0.372	0.567	0.942	1.400							
0.140	0.304	0.358	0.547	0.914	1.362							
0.145	0.293	0.344	0.527	0.886	1.324							
0.150	0.282	0.330	0.507	0.859	1.286							
0.155	0.272	0.316	0.488	0.831	1.246							
0.160	0.262	0.302	0.468	0.803	1.210	2.015						
0.165	0.251	0.288	0.449	0.775	1.172	1.914						
0.170	0.241	0.274	0.430	0.748	1.134	1.833						
0.175	0.231	0.261	0.411	0.720	1.096	1.759						
0.180	0.221	0.246	0.392	0.693	1.058	1.690						
0.185	0.211	0.234	0.373	0.665	1.021	1.624						
0.190	0.201	0.221	0.354	0.638	0.983	1.563						

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.426	0.557	0.863	1.408								
0.060	0.401	0.525	0.821	1.354								
0.070	0.378	0.495	0.781	1.301								
0.080	0.356	0.466	0.741	1.248								
0.090	0.334	0.438	0.703	1.195								
0.100	0.314	0.410	0.665	1.142								
0.110	0.294	0.384	0.628	1.089								
0.120	0.274	0.358	0.592	1.036								
0.130	0.255	0.332	0.556	0.983								
0.135	0.246	0.320	0.538	0.956								
0.140	0.236	0.307	0.520	0.910	1.538							
0.145	0.227	0.295	0.503	0.903	1.476							
0.150	0.218	0.283	0.485	0.877	1.422							
0.155	0.209	0.271	0.467	0.850	1.372							
0.160	0.200	0.259	0.450	0.824	1.325							
0.165	0.191	0.247	0.433	0.797	1.286							
0.170	0.183	0.235	0.415	0.771	1.236							
0.175	0.174	0.223	0.398	0.744	1.192							
0.180	0.165	0.212	0.381	0.718	1.150							
0.185	0.157	0.200	0.364	0.691	1.108							
0.190	0.148	0.189	0.347	0.665	1.066							

$P^* = 0.8 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 15^*$												
ke	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.605	0.723	1.007	1.493	2.058							
0.060	0.575	0.683	0.955	1.428	1.962							
0.070	0.545	0.646	0.906	1.365	1.907							
0.080	0.518	0.619	0.858	1.304	1.831							
0.090	0.491	0.595	0.812	1.243	1.753							
0.100	0.465	0.542	0.767	1.183	1.679							
0.110	0.440	0.509	0.723	1.124	1.603							
0.120	0.415	0.477	0.680	1.066	1.528							
0.130	0.392	0.446	0.637	1.008	1.452							
0.135	0.380	0.431	0.616	0.979	1.414	2.252						
0.140	0.369	0.416	0.596	0.950	1.376	2.162						
0.145	0.357	0.401	0.575	0.922	1.338	2.086						
0.150	0.346	0.386	0.554	0.893	1.300	2.016						
0.155	0.335	0.371	0.534	0.865	1.263	1.950						
0.160	0.324	0.357	0.514	0.836	1.225	1.887						
0.165	0.313	0.342	0.494	0.808	1.187	1.825						
0.170	0.302	0.328	0.474	0.780	1.149	1.764						
0.175	0.291	0.314	0.454	0.751	1.111	1.705						
0.180	0.281	0.300	0.434	0.723	1.073	1.646						
0.185	0.270	0.286	0.415	0.695	1.035	1.588						
0.190	0.260	0.272	0.395	0.667	0.998	1.530						

$P^* = 0.8 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 27^*$												
ke	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.478	0.608	0.912	1.450								
0.060	0.453	0.576	0.870	1.397								
0.070	0.429	0.545	0.829	1.343								
0.080	0.407	0.515	0.789	1.290								
0.090	0.385	0.487	0.750	1.236								
0.100	0.364	0.459	0.712	1.183								
0.110	0.343	0.432	0.675	1.130								
0.120	0.323	0.406	0.638	1.077								
0.130	0.304	0.380	0.601	1.023	1.664							
0.135	0.295	0.367	0.583	0.997	1.595							
0.140	0.285	0.355	0.565	0.970	1.539							
0.145	0.276	0.342	0.548	0.944	1.488							
0.150	0.267	0.330	0.530	0.917	1.440							
0.155	0.257	0.318	0.512	0.891	1.395							
0.160	0.248	0.305	0.494	0.864	1.350							
0.165	0.239	0.293	0.477	0.838	1.307							
0.170	0.231	0.281	0.460	0.811	1.265							
0.175	0.222	0.270	0.442	0.784	1.223							
0.180	0.213	0.258	0.425	0.758	1.181							
0.185	0.204	0.246	0.408	0.731	1.140							
0.190	0.196	0.234	0.390	0.705	1.099							

$P^* = 0.8 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 15^*$												
ke	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.674	0.782	1.053	1.516	2.031	2.946						
0.060	0.639	0.737	0.994	1.443	1.947	2.798						
0.070	0.605	0.694	0.938	1.372	1.864	2.660						
0.080	0.573	0.653	0.884	1.303	1.782	2.567						
0.090	0.542	0.613	0.832	1.236	1.701	2.456						
0.100	0.513	0.575	0.781	1.170	1.620	2.347						
0.110	0.484	0.538	0.732	1.105	1.540	2.239						
0.120	0.456	0.502	0.683	1.041	1.461	2.131						
0.130	0.429	0.467	0.636	0.978	1.382	2.023						
0.135	0.416	0.449	0.613	0.947	1.343	1.970						
0.140	0.403	0.432	0.590	0.916	1.303	1.916						
0.145	0.390	0.415	0.567	0.885	1.264	1.863						
0.150	0.377	0.398	0.544	0.854	1.225	1.809						
0.155	0.364	0.382	0.521	0.823	1.186	1.756						
0.160	0.351	0.365	0.499	0.793	1.147	1.703						
0.165	0.339	0.349	0.477	0.763	1.108	1.649						
0.170	0.326	0.333	0.455	0.732	1.069	1.596						
0.175	0.314	0.317	0.433	0.702	1.030	1.543	2.651					
0.180	0.302	0.301	0.411	0.672	0.991	1.489	2.517					
0.185	0.290	0.285	0.389	0.642	0.952	1.436	2.403					
0.190	0.278	0.270	0.367	0.612	0.914	1.383	2.299					

$P^* = 0.8 \quad \xi\theta = 1.00 \quad \text{cal}\theta = 23^*$												
ke	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.539	0.664	0.958	1.467								
0.060	0.512	0.628	0.912	1.409								
0.070	0.485	0.594	0.867	1.352								
0.080	0.461	0.562	0.824	1.295	1.932							
0.090	0.437	0.531	0.782	1.239	1.840							
0.100	0.413	0.500	0.741	1.183	1.755							
0.110	0.391	0.471	0.701	1.128	1.674							
0.120	0.369	0.442	0.661	1.073	1.594							
0.130	0.348	0.414	0.622	1.018	1.515							
0.135	0.337	0.400	0.603	0.991	1.476							
0.140	0.327	0.387	0.584	0.963	1.437							
0.145	0.317	0.373	0.564	0.936	1.398							
0.150	0.307	0.360	0.546	0.909	1.359							
0.155	0.297	0.346	0.527	0.882	1.321							
0.160	0.287	0.333	0.508	0.854	1.282							
0.165	0.277	0.320	0.489	0.827	1.243							
0.170	0.267	0.307	0.471	0.800	1.205							
0.175	0.256	0.294	0.452	0.773	1.167							
0.180	0.248	0.282	0.434	0.746	1.128	1.882						
0.185	0.239	0.269	0.416	0.719	1.090	1.780						
0.190	0.229	0.256	0.398	0.692	1.051	1.696						

$p^* = 0.3$ $\xi\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.373	0.512	0.835							
0.060	0.352	0.485	0.799							
0.070	0.332	0.459	0.764							
0.080	0.313	0.434	0.729							
0.090	0.295	0.409	0.695							
0.100	0.277	0.385	0.662	1.775						
0.110	0.260	0.362	0.629	1.191						
0.120	0.243	0.339	0.596	1.126						
0.130	0.226	0.317	0.563	1.065						
0.135	0.219	0.306	0.547	1.016						
0.140	0.210	0.295	0.530	1.007						
0.145	0.202	0.285	0.514	0.978						
0.150	0.195	0.274	0.498	0.950						
0.155	0.187	0.263	0.482	0.922						
0.160	0.179	0.253	0.466	0.894						
0.165	0.171	0.242	0.450	0.866						
0.170	0.164	0.232	0.434	0.838						
0.175	0.156	0.221	0.418	0.811						
0.180	0.149	0.211	0.402	0.783						
0.185	0.142	0.201	0.386	0.756						
0.190	0.134	0.190	0.370	0.729						

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.598	0.708	0.987	1.467	1.992	2.786				
0.060	0.559	0.658	0.922	1.366	1.899	2.679				
0.070	0.521	0.610	0.860	1.308	1.809	2.572				
0.080	0.486	0.564	0.801	1.233	1.720	2.465				
0.090	0.451	0.520	0.743	1.159	1.633	2.359				
0.100	0.418	0.478	0.687	1.088	1.547	2.252				
0.110	0.386	0.436	0.633	1.018	1.463	2.146				
0.120	0.355	0.396	0.580	0.949	1.379	2.040				
0.130	0.325	0.357	0.528	0.881	1.295	1.933				
0.135	0.310	0.338	0.502	0.847	1.254	1.880				
0.140	0.295	0.319	0.477	0.814	1.213	1.827	3.205			
0.145	0.281	0.300	0.452	0.780	1.172	1.774	3.047			
0.150	0.266	0.282	0.427	0.747	1.131	1.721	2.929			
0.155	0.252	0.263	0.402	0.715	1.090	1.668	2.824			
0.160	0.238	0.245	0.378	0.682	1.049	1.615	2.726			
0.165	0.224	0.227	0.354	0.650	1.008	1.562	2.633			
0.170	0.210	0.209	0.330	0.617	0.963	1.509	2.542			
0.175	0.197	0.191	0.306	0.585	0.927	1.456	2.454			
0.180	0.183	0.174	0.282	0.553	0.887	1.403	2.368			
0.185	0.170	0.156	0.258	0.521	0.847	1.350	2.283			
0.190	0.156	0.139	0.235	0.490	0.807	1.297	2.199			

$p^* = 0.8$ $\xi\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.436	0.569	0.800	1.457						
0.060	0.412	0.539	0.841	1.403						
0.070	0.390	0.510	0.802	1.350						
0.080	0.369	0.482	0.764	1.296						
0.090	0.349	0.456	0.728	1.243						
0.100	0.329	0.430	0.691	1.190						
0.110	0.310	0.404	0.656	1.137						
0.120	0.291	0.379	0.621	1.084						
0.130	0.273	0.355	0.586	1.031						
0.135	0.264	0.343	0.568	1.004						
0.140	0.255	0.331	0.551	0.977						
0.145	0.247	0.319	0.534	0.951						
0.150	0.238	0.308	0.517	0.924						
0.155	0.229	0.296	0.500	0.898						
0.160	0.221	0.285	0.483	0.871	1.476					
0.165	0.212	0.273	0.466	0.845	1.400					
0.170	0.204	0.262	0.449	0.818	1.340					
0.175	0.196	0.250	0.433	0.792	1.287					
0.180	0.188	0.239	0.416	0.765	1.237					
0.185	0.180	0.228	0.399	0.739	1.190					
0.190	0.171	0.217	0.383	0.712	1.144					

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{cal}\theta = 15^\circ$										
Zeta := D/h										kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.661	0.758	1.021	1.479	1.979	2.703	4.091			
0.060	0.616	0.700	0.946	1.386	1.873	2.582	3.906			
0.070	0.572	0.645	0.875	1.298	1.770	2.463	3.741			
0.080	0.531	0.592	0.807	1.212	1.670	2.346	3.582			
0.090	0.491	0.542	0.741	1.129	1.573	2.230	3.425			
0.100	0.453	0.493	0.677	1.048	1.477	2.116	3.270			
0.110	0.416	0.445	0.615	0.969	1.383	2.002	3.116			
0.120	0.380	0.399	0.555	0.892	1.290	1.889	2.963			
0.130	0.345	0.354	0.496	0.816	1.199	1.777	2.809			
0.135	0.328	0.332	0.467	0.779	1.154	1.722	2.733			
0.140	0.311	0.310	0.438	0.742	1.109	1.666	2.657			
0.145	0.294	0.289	0.410	0.705	1.064	1.610	2.580			
0.150	0.277	0.267	0.381	0.668	1.019	1.555	2.504			
0.155	0.261	0.246	0.353	0.632	0.975	1.500	2.428			
0.160	0.245	0.225	0.326	0.596	0.931	1.444	2.352			
0.165	0.229	0.205	0.298	0.560	0.887	1.389	2.276			
0.170	0.213	0.184	0.271	0.524	0.843	1.334	2.200			
0.175	0.197	0.164	0.244	0.489	0.800	1.279	2.123			
0.180	0.181	0.143	0.217	0.453	0.756	1.224	2.047			
0.185	0.166	0.123	0.191	0.418	0.713	1.169	1.971			
0.190	0.150	0.104	0.164	0.383	0.670	1.115	1.895	3.883		

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{ca}\theta = 27^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.473	0.599	0.901	1.415	2.009						
0.060	0.441	0.558	0.848	1.349	1.932						
0.070	0.411	0.519	0.797	1.285	1.856						
0.080	0.382	0.489	0.749	1.223	1.780						
0.090	0.353	0.460	0.701	1.161	1.704						
0.100	0.328	0.412	0.655	1.101	1.628						
0.110	0.303	0.379	0.610	1.041	1.552						
0.120	0.277	0.346	0.566	0.982	1.476						
0.130	0.253	0.314	0.523	0.923	1.400						
0.135	0.241	0.299	0.502	0.894	1.362	2.283					
0.140	0.229	0.283	0.480	0.865	1.324	2.183					
0.145	0.218	0.268	0.459	0.836	1.286	2.103					
0.150	0.206	0.253	0.438	0.807	1.248	2.032					
0.155	0.195	0.238	0.418	0.778	1.211	1.965					
0.160	0.183	0.223	0.397	0.749	1.173	1.900					
0.165	0.172	0.208	0.377	0.721	1.135	1.838					
0.170	0.161	0.193	0.356	0.692	1.097	1.777					
0.175	0.150	0.179	0.336	0.664	1.059	1.717					
0.180	0.139	0.164	0.316	0.635	1.021	1.658					
0.185	0.128	0.150	0.296	0.607	0.983	1.599					
0.190	0.117	0.136	0.276	0.579	0.945	1.542					

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{ca}\theta = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.366	0.502	0.822	1.376							
0.060	0.339	0.468	0.777	1.320							
0.070	0.314	0.435	0.734	1.264							
0.080	0.290	0.404	0.692	1.209							
0.090	0.267	0.374	0.651	1.155							
0.100	0.244	0.344	0.611	1.100							
0.110	0.222	0.316	0.572	1.046	1.749						
0.120	0.201	0.288	0.533	0.992	1.628						
0.130	0.181	0.261	0.495	0.938	1.533						
0.135	0.171	0.247	0.476	0.911	1.468						
0.140	0.161	0.234	0.458	0.884	1.445						
0.145	0.151	0.221	0.439	0.858	1.403						
0.150	0.141	0.208	0.421	0.831	1.361						
0.155	0.131	0.195	0.402	0.804	1.320						
0.160	0.122	0.182	0.384	0.777	1.279						
0.165	0.112	0.169	0.366	0.750	1.238						
0.170	0.103	0.157	0.348	0.723	1.198						
0.175	0.093	0.144	0.330	0.697	1.158						
0.180	0.084	0.132	0.312	0.670	1.118						
0.185	0.075	0.119	0.294	0.643	1.079						
0.190	0.066	0.107	0.276	0.616	1.039						

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{ca}\theta = 23^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.534	0.653	0.945	1.442	1.996						
0.060	0.499	0.608	0.887	1.369	1.913						
0.070	0.466	0.565	0.831	1.300	1.831						
0.080	0.434	0.525	0.778	1.232	1.750	2.654					
0.090	0.403	0.485	0.726	1.165	1.678	2.527					
0.100	0.374	0.447	0.676	1.100	1.590	2.410					
0.110	0.346	0.411	0.627	1.035	1.511	2.296					
0.120	0.318	0.375	0.579	0.972	1.433	2.184					
0.130	0.291	0.340	0.532	0.910	1.354	2.074					
0.135	0.278	0.323	0.508	0.879	1.315	2.070					
0.140	0.265	0.306	0.486	0.848	1.276	1.965					
0.145	0.252	0.289	0.463	0.817	1.237	1.911					
0.150	0.239	0.272	0.440	0.786	1.190	1.856					
0.155	0.226	0.256	0.418	0.756	1.159	1.802					
0.160	0.214	0.239	0.395	0.726	1.121	1.748					
0.165	0.201	0.223	0.373	0.696	1.082	1.694					
0.170	0.189	0.207	0.351	0.665	1.043	1.640					
0.175	0.177	0.191	0.330	0.635	1.004	1.587					
0.180	0.165	0.175	0.308	0.606	0.966	1.533					
0.185	0.153	0.160	0.286	0.576	0.927	1.479					
0.190	0.141	0.144	0.265	0.546	0.889	1.426	2.665				

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.67$ $\text{ca}\theta = 30^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.430	0.560	0.869	1.397	2.052						
0.060	0.401	0.522	0.820	1.335	1.973						
0.070	0.373	0.486	0.772	1.275	1.895						
0.080	0.346	0.452	0.726	1.216	1.818						
0.090	0.320	0.418	0.682	1.157	1.741						
0.100	0.295	0.386	0.638	1.099	1.665						
0.110	0.271	0.355	0.596	1.042	1.588						
0.120	0.248	0.324	0.554	0.985	1.512						
0.130	0.225	0.294	0.513	0.929	1.436						
0.135	0.214	0.279	0.493	0.901	1.398						
0.140	0.203	0.265	0.473	0.873	1.360						
0.145	0.192	0.250	0.453	0.845	1.322						
0.150	0.181	0.236	0.433	0.817	1.284						
0.155	0.170	0.222	0.413	0.789	1.246						
0.160	0.159	0.208	0.393	0.761	1.208						
0.165	0.149	0.194	0.374	0.733	1.170	2.125					
0.170	0.139	0.180	0.354	0.706	1.132	1.950					
0.175	0.128	0.166	0.335	0.678	1.095	1.865					
0.180	0.118	0.153	0.316	0.650	1.057	1.786					
0.185	0.108	0.139	0.297	0.623	1.019	1.714					
0.190	0.098	0.126	0.278	0.595	0.981	1.645					

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.506	0.718	1.000	1.483	2.014	2.829				
0.060	0.567	0.669	0.936	1.404	1.923	2.723				
0.070	0.551	0.622	0.876	1.328	1.835	2.617				
0.080	0.496	0.577	0.818	1.254	1.743	2.511				
0.090	0.463	0.534	0.761	1.181	1.662	2.405				
0.100	0.430	0.493	0.707	1.112	1.578	2.299				
0.110	0.399	0.453	0.654	1.044	1.495	2.193				
0.120	0.369	0.414	0.602	0.976	1.412	2.087				
0.130	0.339	0.375	0.551	0.909	1.330	1.981				
0.135	0.325	0.357	0.526	0.876	1.289	1.928				
0.140	0.311	0.338	0.501	0.843	1.248	1.875				
0.145	0.296	0.320	0.477	0.811	1.208	1.822				
0.150	0.282	0.302	0.452	0.778	1.167	1.770				
0.155	0.269	0.284	0.428	0.746	1.127	1.717	2.998			
0.160	0.255	0.266	0.404	0.714	1.087	1.664	2.865			
0.165	0.241	0.248	0.380	0.682	1.046	1.611	2.752			
0.170	0.228	0.231	0.357	0.650	1.006	1.558	2.650			
0.175	0.214	0.213	0.333	0.619	0.966	1.505	2.553			
0.180	0.201	0.196	0.310	0.587	0.926	1.452	2.460			
0.185	0.188	0.179	0.287	0.556	0.887	1.399	2.369			
0.190	0.175	0.162	0.264	0.524	0.847	1.346	2.281			

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 27^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.479	0.606	0.911	1.430	2.039					
0.060	0.448	0.567	0.859	1.365	1.963					
0.070	0.419	0.529	0.810	1.303	1.887					
0.080	0.391	0.493	0.762	1.241	1.812					
0.090	0.364	0.458	0.716	1.181	1.736					
0.100	0.338	0.424	0.671	1.122	1.660					
0.110	0.313	0.392	0.627	1.063	1.585					
0.120	0.288	0.360	0.583	1.004	1.509					
0.130	0.264	0.329	0.541	0.946	1.433					
0.135	0.253	0.313	0.520	0.918	1.396					
0.140	0.241	0.298	0.499	0.889	1.358					
0.145	0.230	0.283	0.478	0.860	1.320					
0.150	0.218	0.268	0.458	0.832	1.282	2.147				
0.155	0.207	0.254	0.438	0.804	1.244	2.058				
0.160	0.196	0.239	0.417	0.775	1.207	1.981				
0.165	0.185	0.225	0.397	0.747	1.169	1.911				
0.170	0.174	0.210	0.377	0.719	1.131	1.844				
0.175	0.164	0.196	0.357	0.691	1.093	1.780				
0.180	0.155	0.182	0.338	0.662	1.055	1.717				
0.185	0.142	0.168	0.318	0.634	1.017	1.656				
0.190	0.132	0.154	0.298	0.606	0.980	1.596				

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 15^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.671	0.770	1.036	1.498	2.002	2.735				
0.060	0.626	0.713	0.963	1.407	1.898	2.617				
0.070	0.584	0.660	0.893	1.321	1.798	2.500	3.896			
0.080	0.544	0.608	0.827	1.237	1.700	2.385	3.700			
0.090	0.505	0.559	0.763	1.156	1.604	2.272	3.528			
0.100	0.468	0.511	0.700	1.077	1.511	2.159	3.364			
0.110	0.432	0.465	0.640	1.000	1.419	2.047	3.204			
0.120	0.396	0.420	0.581	0.924	1.328	1.936	3.046			
0.130	0.362	0.376	0.523	0.850	1.238	1.825	2.890			
0.135	0.346	0.354	0.495	0.813	1.193	1.770	2.812			
0.140	0.329	0.333	0.467	0.776	1.149	1.715	2.735			
0.145	0.313	0.312	0.439	0.740	1.105	1.660	2.658			
0.150	0.297	0.291	0.411	0.704	1.061	1.605	2.580			
0.155	0.281	0.271	0.384	0.669	1.018	1.551	2.503			
0.160	0.265	0.250	0.357	0.633	0.974	1.496	2.427			
0.165	0.249	0.230	0.330	0.598	0.931	1.441	2.350			
0.170	0.234	0.210	0.303	0.563	0.888	1.387	2.273			
0.175	0.218	0.190	0.277	0.528	0.845	1.332	2.196			
0.180	0.203	0.171	0.251	0.494	0.802	1.278	2.120			
0.185	0.188	0.151	0.225	0.459	0.759	1.224	2.043			
0.190	0.173	0.132	0.199	0.425	0.717	1.169	1.967			

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.70$ $\text{cal}\theta = 23^\circ$										
kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.541	0.662	0.956	1.457	2.018					
0.060	0.506	0.617	0.899	1.386	1.937					
0.070	0.474	0.576	0.845	1.318	1.857					
0.080	0.443	0.536	0.792	1.251	1.778					
0.090	0.413	0.498	0.742	1.186	1.699	2.655				
0.100	0.385	0.463	0.693	1.122	1.620	2.497				
0.110	0.357	0.425	0.645	1.059	1.542	2.369				
0.120	0.330	0.390	0.599	0.997	1.464	2.250				
0.130	0.304	0.356	0.552	0.935	1.387	2.135				
0.135	0.291	0.339	0.529	0.904	1.348	2.078				
0.140	0.278	0.322	0.507	0.874	1.309	2.022				
0.145	0.265	0.306	0.484	0.844	1.271	1.966				
0.150	0.253	0.290	0.462	0.814	1.232	1.911				
0.155	0.241	0.273	0.440	0.784	1.194	1.856				
0.160	0.228	0.257	0.418	0.754	1.155	1.801				
0.165	0.216	0.242	0.397	0.724	1.117	1.746				
0.170	0.204	0.226	0.375	0.694	1.078	1.691				
0.175	0.192	0.210	0.354	0.665	1.040	1.637				
0.180	0.181	0.195	0.332	0.635	1.002	1.582				
0.185	0.169	0.180	0.311	0.606	0.963	1.528				
0.190	0.157	0.164	0.290	0.577	0.925	1.474				

$p^* = 0.9$ $\phi = 0.70$ $\alpha_0 = 35^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.371	0.509	0.831	1.393							
0.060	0.345	0.475	0.787	1.318							
0.070	0.320	0.444	0.745	1.284							
0.080	0.297	0.413	0.704	1.250							
0.090	0.274	0.383	0.664	1.216							
0.100	0.252	0.355	0.624	1.172							
0.110	0.231	0.327	0.586	1.068							
0.120	0.210	0.299	0.548	1.015							
0.130	0.190	0.273	0.511	0.961	1.607						
0.135	0.180	0.260	0.492	0.934	1.552						
0.140	0.171	0.247	0.474	0.908	1.502						
0.145	0.161	0.234	0.456	0.881	1.455						
0.150	0.151	0.221	0.438	0.854	1.410						
0.155	0.142	0.208	0.419	0.828	1.366						
0.160	0.133	0.196	0.401	0.801	1.323						
0.165	0.123	0.183	0.384	0.774	1.281						
0.170	0.114	0.171	0.366	0.748	1.239						
0.175	0.105	0.159	0.348	0.721	1.198						
0.180	0.096	0.146	0.330	0.694	1.157						
0.185	0.087	0.134	0.313	0.668	1.116						
0.190	0.078	0.122	0.295	0.641	1.076						

$p^* = 0.9$ $\phi = 0.80$ $\alpha_0 = 19^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.678	0.746	1.036	1.530	2.079						
0.060	0.592	0.700	0.977	1.457	1.995	2.949					
0.070	0.559	0.657	0.920	1.386	1.912	2.807					
0.080	0.526	0.615	0.866	1.317	1.830	2.687					
0.090	0.495	0.575	0.813	1.249	1.749	2.573					
0.100	0.465	0.537	0.762	1.183	1.668	2.461					
0.110	0.436	0.499	0.713	1.118	1.589	2.351					
0.120	0.408	0.463	0.664	1.054	1.509	2.243					
0.130	0.381	0.427	0.616	0.991	1.430	2.134					
0.135	0.367	0.410	0.593	0.959	1.391	2.080					
0.140	0.354	0.393	0.570	0.928	1.352	2.027					
0.145	0.341	0.376	0.546	0.897	1.313	1.973					
0.150	0.328	0.359	0.524	0.866	1.273	1.919					
0.155	0.315	0.342	0.501	0.835	1.234	1.865					
0.160	0.302	0.325	0.478	0.805	1.195	1.812					
0.165	0.290	0.309	0.456	0.774	1.156	1.758					
0.170	0.277	0.292	0.434	0.744	1.117	1.705					
0.175	0.265	0.276	0.411	0.714	1.078	1.651					
0.180	0.253	0.260	0.390	0.683	1.040	1.598					
0.185	0.240	0.244	0.368	0.653	1.001	1.545					
0.190	0.228	0.229	0.346	0.623	0.962	1.491	2.764				

$p^* = 0.9$ $\phi = 0.70$ $\alpha_0 = 30^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.436	0.568	0.879	1.412							
0.060	0.407	0.530	0.830	1.351	2.036						
0.070	0.380	0.495	0.784	1.292	1.946						
0.080	0.353	0.461	0.739	1.234	1.864						
0.090	0.328	0.429	0.695	1.177	1.784						
0.100	0.304	0.397	0.653	1.120	1.705						
0.110	0.281	0.366	0.611	1.063	1.627						
0.120	0.258	0.336	0.570	1.007	1.550						
0.130	0.235	0.307	0.530	0.952	1.473						
0.135	0.224	0.293	0.510	0.924	1.435						
0.140	0.214	0.279	0.490	0.896	1.396						
0.145	0.203	0.264	0.471	0.868	1.358						
0.150	0.192	0.250	0.451	0.841	1.320						
0.155	0.182	0.237	0.432	0.813	1.281						
0.160	0.172	0.223	0.412	0.786	1.243						
0.165	0.161	0.209	0.393	0.758	1.205						
0.170	0.151	0.196	0.374	0.731	1.167						
0.175	0.141	0.182	0.355	0.703	1.129						
0.180	0.131	0.169	0.336	0.676	1.091	1.894					
0.185	0.121	0.156	0.317	0.649	1.053	1.800					
0.190	0.111	0.143	0.299	0.621	1.015	1.719					

$p^* = 0.9$ $\phi = 0.80$ $\alpha_0 = 15^\circ$											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.697	0.803	1.078	1.551	2.069	2.836					
0.060	0.656	0.751	1.010	1.467	1.973	2.726					
0.070	0.617	0.701	0.946	1.387	1.879	2.616					
0.080	0.580	0.653	0.884	1.309	1.787	2.507					
0.090	0.544	0.608	0.824	1.233	1.697	2.399					
0.100	0.509	0.563	0.766	1.159	1.609	2.291					
0.110	0.476	0.520	0.710	1.086	1.522	2.183					
0.120	0.444	0.479	0.655	1.015	1.435	2.076	3.439				
0.130	0.412	0.438	0.601	0.945	1.350	1.969	3.202				
0.135	0.396	0.418	0.575	0.910	1.308	1.915	3.111				
0.140	0.381	0.398	0.548	0.876	1.265	1.861	3.018				
0.145	0.366	0.379	0.522	0.842	1.223	1.808	2.929				
0.150	0.351	0.360	0.497	0.808	1.181	1.754	2.842				
0.155	0.336	0.340	0.471	0.774	1.140	1.701	2.757				
0.160	0.322	0.321	0.446	0.740	1.096	1.648	2.673				
0.165	0.307	0.303	0.421	0.707	1.057	1.594	2.590				
0.170	0.293	0.284	0.396	0.674	1.015	1.541	2.502				
0.175	0.279	0.266	0.371	0.641	0.974	1.487	2.427				
0.180	0.264	0.247	0.346	0.608	0.933	1.434	2.346				
0.185	0.250	0.229	0.322	0.575	0.892	1.381	2.266				
0.190	0.237	0.211	0.296	0.543	0.851	1.327	2.186				

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 27^\circ$										
$\text{Zeta} := D/h$										
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.496	0.628	0.940	1.474						
0.060	0.467	0.591	0.892	1.414	2.115					
0.070	0.440	0.556	0.845	1.355	2.017					
0.080	0.414	0.527	0.801	1.297	1.913					
0.090	0.389	0.490	0.757	1.240	1.852					
0.100	0.365	0.458	0.715	1.183	1.772					
0.110	0.341	0.428	0.673	1.127	1.694					
0.120	0.319	0.398	0.632	1.071	1.616					
0.130	0.296	0.369	0.592	1.015	1.539					
0.135	0.286	0.354	0.572	0.987	1.501					
0.140	0.275	0.340	0.552	0.960	1.462					
0.145	0.264	0.326	0.533	0.932	1.424					
0.150	0.254	0.312	0.513	0.904	1.385					
0.155	0.243	0.298	0.494	0.877	1.347					
0.160	0.233	0.285	0.475	0.849	1.309					
0.165	0.223	0.271	0.456	0.822	1.271					
0.170	0.212	0.258	0.437	0.795	1.233					
0.175	0.202	0.244	0.418	0.767	1.194					
0.180	0.192	0.231	0.399	0.740	1.156	1.983				
0.185	0.183	0.218	0.380	0.713	1.118	1.879				
0.190	0.173	0.205	0.362	0.685	1.080	1.794				

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$										
$\text{Zeta} := D/h$										
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.385	0.528	0.857	1.455						
0.060	0.361	0.496	0.816	1.402						
0.070	0.338	0.467	0.776	1.349						
0.080	0.317	0.438	0.738	1.296						
0.090	0.295	0.410	0.700	1.243						
0.100	0.275	0.383	0.663	1.190						
0.110	0.255	0.357	0.627	1.137						
0.120	0.236	0.332	0.591	1.084						
0.130	0.217	0.307	0.555	1.031						
0.135	0.208	0.294	0.538	1.005						
0.140	0.199	0.282	0.520	0.978						
0.145	0.190	0.270	0.503	0.952						
0.150	0.181	0.258	0.485	0.925						
0.155	0.172	0.246	0.468	0.899						
0.160	0.163	0.234	0.451	0.872	1.545					
0.165	0.155	0.223	0.434	0.846	1.457					
0.170	0.146	0.211	0.417	0.819	1.395					
0.175	0.138	0.199	0.400	0.793	1.340					
0.180	0.129	0.188	0.383	0.766	1.290					
0.185	0.121	0.176	0.366	0.740	1.241					
0.190	0.112	0.165	0.349	0.713	1.195					

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 23^\circ$										
$\text{Zeta} := D/h$										
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.560	0.685	0.907	1.501	2.093					
0.060	0.528	0.645	0.934	1.435	2.017					
0.070	0.498	0.606	0.884	1.371	1.940					
0.080	0.469	0.565	0.835	1.308	1.864					
0.090	0.442	0.533	0.787	1.247	1.788					
0.100	0.415	0.499	0.741	1.186	1.712					
0.110	0.389	0.465	0.696	1.126	1.636					
0.120	0.364	0.433	0.652	1.067	1.560					
0.130	0.340	0.401	0.609	1.008	1.484					
0.135	0.328	0.385	0.587	0.979	1.446	2.349				
0.140	0.316	0.369	0.566	0.950	1.409	2.257				
0.145	0.304	0.354	0.545	0.921	1.371	2.181				
0.150	0.292	0.339	0.524	0.892	1.333	2.111				
0.155	0.281	0.324	0.503	0.863	1.295	2.044				
0.160	0.269	0.309	0.483	0.834	1.257	1.981				
0.165	0.258	0.294	0.462	0.806	1.219	1.919				
0.170	0.247	0.279	0.442	0.777	1.181	1.858				
0.175	0.236	0.265	0.421	0.749	1.143	1.798				
0.180	0.225	0.250	0.401	0.720	1.105	1.740				
0.185	0.214	0.236	0.381	0.692	1.067	1.681				
0.190	0.203	0.222	0.361	0.664	1.030	1.624				

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.80$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$										
$\text{Zeta} := D/h$										
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0
0.050	0.452	0.580	0.906	1.458						
0.060	0.425	0.553	0.861	1.402						
0.070	0.399	0.520	0.818	1.346						
0.080	0.375	0.489	0.775	1.291						
0.090	0.352	0.458	0.734	1.236						
0.100	0.329	0.429	0.694	1.181						
0.110	0.307	0.400	0.655	1.127	1.797					
0.120	0.286	0.372	0.616	1.073	1.694					
0.130	0.265	0.344	0.578	1.019	1.603					
0.135	0.255	0.331	0.559	0.992	1.560					
0.140	0.245	0.318	0.540	0.965	1.518					
0.145	0.235	0.304	0.522	0.938	1.476					
0.150	0.225	0.291	0.503	0.911	1.435					
0.155	0.215	0.278	0.485	0.884	1.394					
0.160	0.206	0.265	0.466	0.857	1.354					
0.165	0.196	0.253	0.448	0.830	1.314					
0.170	0.186	0.240	0.430	0.804	1.274					
0.175	0.177	0.227	0.412	0.777	1.234					
0.180	0.168	0.215	0.394	0.750	1.195					
0.185	0.158	0.202	0.376	0.723	1.156					
0.190	0.149	0.190	0.358	0.696	1.116					

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.90$ $ca:10 = 19^*$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.646	0.768	1.064	1.569	2.138							
0.060	0.612	0.725	1.009	1.500	2.059							
0.070	0.580	0.684	0.956	1.433	1.980							
0.080	0.550	0.645	0.904	1.367	1.902							
0.090	0.521	0.608	0.855	1.303	1.824							
0.100	0.493	0.571	0.807	1.240	1.746							
0.110	0.466	0.536	0.759	1.178	1.669	2.560						
0.120	0.439	0.502	0.713	1.117	1.592	2.470						
0.130	0.414	0.468	0.668	1.056	1.515	2.296						
0.135	0.401	0.452	0.646	1.076	1.476	2.236						
0.140	0.389	0.436	0.624	0.996	1.438	2.177						
0.145	0.376	0.420	0.602	0.966	1.400	2.119						
0.150	0.364	0.404	0.580	0.937	1.361	2.062						
0.155	0.352	0.388	0.558	0.907	1.323	2.005						
0.160	0.340	0.372	0.537	0.877	1.285	1.949						
0.165	0.328	0.357	0.516	0.848	1.247	1.893						
0.170	0.316	0.341	0.494	0.819	1.208	1.837						
0.175	0.305	0.326	0.473	0.789	1.170	1.782						
0.180	0.293	0.311	0.452	0.760	1.132	1.726						
0.185	0.282	0.296	0.432	0.731	1.094	1.671						
0.190	0.270	0.281	0.411	0.702	1.056	1.617						

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.90$ $ca:10 = 27^*$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.509	0.645	0.963	1.512								
0.060	0.482	0.610	0.917	1.456								
0.070	0.457	0.577	0.874	1.400								
0.080	0.432	0.545	0.831	1.344								
0.090	0.409	0.515	0.790	1.289								
0.100	0.386	0.485	0.749	1.235	1.959							
0.110	0.364	0.456	0.710	1.180	1.830							
0.120	0.342	0.428	0.671	1.126	1.735							
0.130	0.322	0.400	0.633	1.072	1.648							
0.135	0.311	0.387	0.614	1.045	1.606							
0.140	0.301	0.373	0.595	1.018	1.564							
0.145	0.291	0.360	0.576	0.991	1.523							
0.150	0.281	0.347	0.557	0.964	1.482							
0.155	0.271	0.334	0.539	0.937	1.442							
0.160	0.262	0.321	0.520	0.910	1.402							
0.165	0.252	0.308	0.502	0.883	1.362							
0.170	0.242	0.295	0.484	0.856	1.323							
0.175	0.233	0.282	0.466	0.829	1.283							
0.180	0.223	0.270	0.447	0.802	1.244							
0.185	0.214	0.257	0.429	0.775	1.205							
0.190	0.205	0.245	0.411	0.749	1.166							

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.90$ $ca:10 = 15^*$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.718	0.830	1.112	1.595	2.126	2.941						
0.060	0.680	0.781	1.048	1.516	2.035	2.835						
0.070	0.643	0.734	0.980	1.440	1.947	2.729						
0.080	0.608	0.689	0.930	1.366	1.860	2.623						
0.090	0.575	0.646	0.873	1.293	1.775	2.517						
0.100	0.543	0.605	0.819	1.224	1.690	2.411						
0.110	0.511	0.565	0.766	1.156	1.607	2.305						
0.120	0.481	0.526	0.714	1.088	1.524	2.199						
0.130	0.451	0.488	0.663	1.021	1.442	2.094						
0.135	0.437	0.469	0.638	0.980	1.401	2.041						
0.140	0.423	0.450	0.613	0.955	1.360	1.988						
0.145	0.408	0.432	0.589	0.923	1.320	1.935						
0.150	0.394	0.414	0.564	0.890	1.279	1.882						
0.155	0.381	0.396	0.540	0.858	1.239	1.829	3.111					
0.160	0.367	0.378	0.516	0.826	1.199	1.776	2.977					
0.165	0.353	0.360	0.492	0.794	1.159	1.723	2.865					
0.170	0.340	0.343	0.469	0.762	1.118	1.670	2.762					
0.175	0.327	0.325	0.445	0.731	1.078	1.617	2.665					
0.180	0.313	0.308	0.422	0.699	1.039	1.564	2.572					
0.185	0.300	0.291	0.399	0.668	0.999	1.511	2.482					
0.190	0.287	0.274	0.376	0.637	0.959	1.458	2.394					

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.90$ $ca:10 = 23^*$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.575	0.705	1.013	1.538	2.181							
0.060	0.545	0.666	0.963	1.476	2.104							
0.070	0.517	0.630	0.915	1.416	2.027							
0.080	0.490	0.595	0.869	1.356	1.951							
0.090	0.464	0.561	0.824	1.297	1.875							
0.100	0.439	0.529	0.780	1.239	1.798							
0.110	0.414	0.497	0.737	1.181	1.722							
0.120	0.391	0.466	0.695	1.124	1.647							
0.130	0.368	0.436	0.654	1.067	1.571							
0.135	0.357	0.421	0.633	1.039	1.533							
0.140	0.345	0.407	0.613	1.011	1.495							
0.145	0.334	0.392	0.593	0.983	1.457							
0.150	0.323	0.378	0.573	0.955	1.419							
0.155	0.313	0.363	0.553	0.927	1.381							
0.160	0.302	0.349	0.533	0.899	1.343							
0.165	0.291	0.335	0.514	0.871	1.305	2.157						
0.170	0.281	0.321	0.494	0.844	1.267	2.059						
0.175	0.270	0.307	0.475	0.816	1.230	1.978						
0.180	0.260	0.294	0.456	0.788	1.192	1.905						
0.185	0.250	0.280	0.436	0.760	1.154	1.836						
0.190	0.240	0.267	0.417	0.733	1.116	1.769						

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 35^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.397	0.542	0.878									
0.060	0.374	0.513	0.840									
0.070	0.353	0.485	0.802	1.437								
0.080	0.332	0.458	0.766	1.374								
0.090	0.312	0.431	0.730	1.316								
0.100	0.293	0.406	0.694	1.260								
0.110	0.274	0.381	0.660	1.204								
0.120	0.256	0.357	0.625	1.150								
0.130	0.238	0.333	0.591	1.095								
0.135	0.230	0.322	0.574	1.068								
0.140	0.221	0.310	0.557	1.041								
0.145	0.213	0.298	0.540	1.014								
0.150	0.204	0.287	0.524	0.987								
0.155	0.196	0.276	0.507	0.961								
0.160	0.188	0.264	0.490	0.934								
0.165	0.179	0.253	0.474	0.907								
0.170	0.171	0.242	0.457	0.880								
0.175	0.163	0.231	0.441	0.853								
0.180	0.155	0.220	0.424	0.827								
0.185	0.147	0.209	0.408	0.800	1.437							
0.190	0.139	0.199	0.392	0.773	1.383							

$p^* = 0.9$ $\xi\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 19^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.660	0.786	1.088	1.602	2.196							
0.060	0.628	0.745	1.035	1.536	2.120							
0.070	0.598	0.706	0.985	1.473	2.044							
0.080	0.569	0.669	0.936	1.410	1.968							
0.090	0.542	0.634	0.889	1.349	1.892							
0.100	0.515	0.599	0.842	1.288	1.816							
0.110	0.490	0.566	0.798	1.228	1.740							
0.120	0.464	0.533	0.753	1.169	1.664							
0.130	0.440	0.502	0.710	1.110	1.588							
0.135	0.428	0.486	0.689	1.081	1.550	2.400						
0.140	0.416	0.470	0.668	1.052	1.512	2.375						
0.145	0.405	0.455	0.647	1.023	1.474	2.294						
0.150	0.393	0.440	0.626	0.994	1.436	2.222						
0.155	0.382	0.425	0.605	0.966	1.399	2.154						
0.160	0.370	0.410	0.584	0.937	1.361	2.090						
0.165	0.359	0.395	0.564	0.908	1.323	2.027						
0.170	0.348	0.381	0.544	0.880	1.285	1.966						
0.175	0.337	0.366	0.523	0.851	1.247	1.906						
0.180	0.326	0.352	0.503	0.823	1.209	1.847						
0.185	0.315	0.337	0.483	0.795	1.171	1.788						
0.190	0.304	0.323	0.463	0.766	1.133	1.730						

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 0.90$ $\text{cal}\theta = 30^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.464	0.604	0.928	1.502								
0.060	0.439	0.571	0.886	1.440								
0.070	0.415	0.540	0.845	1.395								
0.080	0.392	0.510	0.805	1.342								
0.090	0.370	0.481	0.765	1.288								
0.100	0.349	0.454	0.727	1.235								
0.110	0.328	0.426	0.690	1.182								
0.120	0.303	0.400	0.653	1.129								
0.130	0.288	0.374	0.616	1.076								
0.135	0.279	0.361	0.593	1.049								
0.140	0.269	0.348	0.580	1.023	1.700							
0.145	0.260	0.336	0.562	0.996	1.627							
0.150	0.251	0.323	0.544	0.969	1.570							
0.155	0.241	0.311	0.526	0.943	1.518							
0.160	0.232	0.299	0.509	0.916	1.470							
0.165	0.223	0.286	0.491	0.890	1.423							
0.170	0.214	0.274	0.474	0.863	1.378							
0.175	0.205	0.262	0.456	0.837	1.335							
0.180	0.197	0.250	0.439	0.810	1.292							
0.185	0.188	0.239	0.421	0.784	1.249							
0.190	0.179	0.227	0.404	0.757	1.207							

$p^* = 0.5$ $\xi\theta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 15^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.735	0.851	1.140	1.631	2.176	3.097						
0.060	0.699	0.805	1.080	1.557	2.090	2.973						
0.070	0.664	0.761	1.022	1.484	2.006	2.859						
0.080	0.631	0.719	0.967	1.414	1.923	2.748						
0.090	0.600	0.678	0.914	1.346	1.841	2.639						
0.100	0.569	0.639	0.862	1.279	1.759	2.531						
0.110	0.540	0.601	0.811	1.213	1.679	2.423						
0.120	0.511	0.564	0.762	1.148	1.599	2.316						
0.130	0.483	0.528	0.714	1.084	1.519	2.209						
0.135	0.470	0.510	0.690	1.052	1.480	2.155						
0.140	0.456	0.492	0.666	1.021	1.440	2.102						
0.145	0.443	0.475	0.643	0.989	1.400	2.049						
0.150	0.430	0.458	0.619	0.958	1.361	1.995						
0.155	0.417	0.441	0.596	0.927	1.322	1.942						
0.160	0.404	0.424	0.574	0.896	1.282	1.889						
0.165	0.391	0.407	0.551	0.865	1.243	1.835						
0.170	0.378	0.391	0.528	0.835	1.204	1.782						
0.175	0.366	0.374	0.506	0.804	1.165	1.729						
0.180	0.353	0.358	0.484	0.774	1.126	1.676	2.878					
0.185	0.341	0.342	0.461	0.743	1.087	1.623	2.739					
0.190	0.328	0.336	0.439	0.713	1.048	1.569	2.622					

p ^a = 0.9 t ₀ = 1.00 cal ₀ = 23°											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.520	0.659	0.982	1.549							
0.060	0.494	0.626	0.938	1.495							
0.070	0.470	0.594	0.897	1.441							
0.080	0.447	0.564	0.856	1.387							
0.090	0.424	0.535	0.817	1.333							
0.100	0.403	0.506	0.778	1.280							
0.110	0.382	0.479	0.740	1.227							
0.120	0.362	0.452	0.702	1.173							
0.130	0.342	0.425	0.665	1.120	1.834						
0.135	0.332	0.412	0.647	1.093	1.747						
0.140	0.322	0.400	0.629	1.067	1.687						
0.145	0.313	0.387	0.611	1.040	1.635						
0.150	0.303	0.374	0.593	1.013	1.586						
0.155	0.294	0.362	0.575	0.987	1.540						
0.160	0.285	0.349	0.557	0.960	1.495						
0.165	0.275	0.337	0.539	0.934	1.451						
0.170	0.266	0.325	0.522	0.907	1.408						
0.175	0.257	0.313	0.504	0.880	1.366						
0.180	0.248	0.301	0.486	0.854	1.324						
0.185	0.239	0.289	0.469	0.827	1.283						
0.190	0.231	0.277	0.452	0.801	1.242						

p ^a = 0.9 t ₀ = 1.00 cal ₀ = 35°											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.406	0.554	0.896								
0.060	0.384	0.526	0.859								
0.070	0.364	0.499	0.824								
0.080	0.344	0.473	0.789								
0.090	0.325	0.448	0.754								
0.100	0.307	0.424	0.720	1.366							
0.110	0.289	0.400	0.686	1.286							
0.120	0.272	0.377	0.653	1.221							
0.130	0.255	0.355	0.620	1.161							
0.135	0.247	0.343	0.604	1.131							
0.140	0.239	0.332	0.587	1.102							
0.145	0.231	0.321	0.571	1.074							
0.150	0.223	0.310	0.555	1.046							
0.155	0.215	0.299	0.538	1.018							
0.160	0.207	0.289	0.522	0.990							
0.165	0.199	0.278	0.506	0.962							
0.170	0.191	0.267	0.490	0.934							
0.175	0.184	0.257	0.474	0.907							
0.180	0.176	0.246	0.458	0.879							
0.185	0.168	0.236	0.442	0.852							
0.190	0.161	0.225	0.426	0.824							

p ^a = 0.9 t ₀ = 1.00 cal ₀ = 23°											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.587	0.720	1.033	1.571							
0.060	0.559	0.684	0.986	1.512							
0.070	0.532	0.649	0.940	1.454	2.170						
0.080	0.506	0.616	0.896	1.397	2.061						
0.090	0.482	0.584	0.853	1.340	1.973						
0.100	0.458	0.553	0.811	1.284	1.890						
0.110	0.435	0.523	0.770	1.228	1.809						
0.120	0.412	0.493	0.730	1.172	1.730						
0.130	0.391	0.465	0.690	1.117	1.652						
0.135	0.380	0.450	0.671	1.090	1.613						
0.140	0.369	0.436	0.651	1.062	1.574						
0.145	0.359	0.423	0.632	1.035	1.535						
0.150	0.348	0.409	0.613	1.007	1.497						
0.155	0.338	0.395	0.593	0.980	1.458						
0.160	0.328	0.382	0.574	0.953	1.419						
0.165	0.318	0.368	0.556	0.925	1.381						
0.170	0.308	0.355	0.537	0.898	1.343						
0.175	0.298	0.342	0.518	0.871	1.304						
0.180	0.288	0.329	0.499	0.844	1.266						
0.185	0.278	0.316	0.481	0.817	1.228	2.660					
0.190	0.269	0.303	0.462	0.789	1.189	1.946					

p ^a = 0.9 t ₀ = 1.00 cal ₀ = 30°											
Zeta := D/h											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.474	0.617	0.947	1.550							
0.060	0.450	0.586	0.906	1.497							
0.070	0.427	0.556	0.867	1.444							
0.080	0.406	0.528	0.828	1.391							
0.090	0.385	0.500	0.791	1.338							
0.100	0.364	0.473	0.754	1.285							
0.110	0.345	0.447	0.718	1.232							
0.120	0.326	0.422	0.682	1.179							
0.130	0.307	0.397	0.647	1.126							
0.135	0.298	0.385	0.629	1.099							
0.140	0.289	0.373	0.612	1.073							
0.145	0.280	0.361	0.595	1.046							
0.150	0.271	0.349	0.577	1.020							
0.155	0.262	0.337	0.560	0.993							
0.160	0.254	0.325	0.543	0.967							
0.165	0.245	0.314	0.526	0.940	1.500						
0.170	0.236	0.302	0.509	0.914	1.506						
0.175	0.228	0.290	0.492	0.887	1.447						
0.180	0.220	0.279	0.475	0.861	1.393						
0.185	0.211	0.268	0.458	0.834	1.343						
0.190	0.203	0.256	0.441	0.808	1.296						

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{call}\theta = 19^*$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.651	0.769	1.066	1.573	2.128	2.960					
0.060	0.611	0.717	0.999	1.491	2.034	2.852					
0.070	0.572	0.668	0.936	1.412	1.942	2.745					
0.080	0.536	0.621	0.875	1.335	1.852	2.638					
0.090	0.500	0.576	0.816	1.260	1.764	2.531					
0.100	0.466	0.533	0.759	1.187	1.677	2.424					
0.110	0.434	0.491	0.704	1.116	1.591	2.317					
0.120	0.402	0.449	0.649	1.046	1.506	2.211					
0.130	0.371	0.409	0.596	0.977	1.422	2.104					
0.135	0.355	0.390	0.570	0.943	1.380	2.051					
0.140	0.340	0.370	0.544	0.909	1.338	1.998					
0.145	0.325	0.351	0.519	0.875	1.297	1.945	3.347				
0.150	0.311	0.332	0.493	0.841	1.255	1.892	3.215				
0.155	0.296	0.313	0.468	0.808	1.214	1.839	3.103				
0.160	0.282	0.295	0.443	0.775	1.173	1.785	3.002				
0.165	0.267	0.276	0.419	0.742	1.132	1.732	2.906				
0.170	0.253	0.258	0.394	0.709	1.091	1.679	2.814				
0.175	0.239	0.240	0.370	0.677	1.050	1.626	2.724				
0.180	0.225	0.222	0.345	0.644	1.010	1.573	2.637				
0.185	0.212	0.204	0.321	0.612	0.969	1.520	2.551				
0.190	0.198	0.186	0.297	0.580	0.929	1.467	2.466				

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{call}\theta = 27^*$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.514	0.648	0.969	1.512	2.134						
0.060	0.482	0.607	0.915	1.445	2.057						
0.070	0.451	0.567	0.863	1.380	1.981						
0.080	0.421	0.529	0.813	1.316	1.904						
0.090	0.393	0.493	0.765	1.254	1.828						
0.100	0.366	0.458	0.718	1.193	1.752						
0.110	0.339	0.423	0.672	1.132	1.676						
0.120	0.314	0.390	0.627	1.072	1.600						
0.130	0.289	0.357	0.583	1.013	1.524						
0.135	0.277	0.341	0.562	0.983	1.486	2.521					
0.140	0.264	0.326	0.540	0.954	1.448	2.385					
0.145	0.252	0.310	0.519	0.925	1.410	2.299					
0.150	0.241	0.294	0.497	0.896	1.372	2.225					
0.155	0.229	0.279	0.476	0.867	1.334	2.156					
0.160	0.217	0.264	0.455	0.838	1.296	2.090					
0.165	0.206	0.249	0.434	0.809	1.258	2.027					
0.170	0.194	0.234	0.414	0.780	1.220	1.965					
0.175	0.183	0.219	0.393	0.751	1.182	1.904					
0.180	0.172	0.204	0.373	0.723	1.144	1.845					
0.185	0.161	0.189	0.352	0.694	1.106	1.786					
0.190	0.150	0.175	0.332	0.666	1.068	1.728					

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{call}\theta = 15^*$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.721	0.826	1.105	1.591	2.120	2.883	4.304				
0.060	0.674	0.766	1.029	1.496	2.011	2.760	4.135				
0.070	0.630	0.709	0.956	1.406	1.907	2.639	3.975				
0.080	0.587	0.655	0.886	1.319	1.805	2.520	3.818				
0.090	0.547	0.603	0.819	1.234	1.706	2.403	3.663				
0.100	0.507	0.553	0.754	1.152	1.609	2.280	3.509				
0.110	0.469	0.505	0.690	1.071	1.513	2.173	3.356				
0.120	0.432	0.457	0.628	0.992	1.419	2.059	3.203				
0.130	0.396	0.411	0.568	0.915	1.327	1.946	3.050				
0.135	0.379	0.389	0.538	0.877	1.281	1.890	2.974				
0.140	0.361	0.366	0.509	0.839	1.235	1.834	2.898				
0.145	0.344	0.344	0.480	0.801	1.190	1.778	2.821				
0.150	0.327	0.322	0.451	0.764	1.145	1.722	2.745				
0.155	0.310	0.301	0.423	0.727	1.100	1.667	2.669				
0.160	0.294	0.279	0.394	0.690	1.055	1.611	2.593				
0.165	0.277	0.258	0.366	0.654	1.010	1.556	2.517				
0.170	0.261	0.237	0.338	0.618	0.966	1.500	2.441				
0.175	0.245	0.216	0.311	0.582	0.922	1.445	2.365				
0.180	0.229	0.196	0.283	0.546	0.878	1.390	2.289				
0.185	0.213	0.175	0.256	0.510	0.834	1.335	2.213				
0.190	0.197	0.155	0.229	0.475	0.791	1.279	2.138				

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{call}\theta = 23^*$											
$\text{Zeta} := D/h$											
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.581	0.700	1.018	1.543	2.126						
0.060	0.545	0.662	0.950	1.470	2.042						
0.070	0.511	0.618	0.902	1.398	1.959	2.967					
0.080	0.478	0.576	0.847	1.329	1.878	2.820					
0.090	0.447	0.536	0.794	1.262	1.797	2.698					
0.100	0.417	0.497	0.743	1.195	1.717	2.582					
0.110	0.388	0.460	0.693	1.130	1.637	2.469					
0.120	0.359	0.423	0.644	1.066	1.558	2.358					
0.130	0.332	0.387	0.596	1.003	1.479	2.249					
0.135	0.318	0.370	0.572	0.971	1.440	2.194					
0.140	0.305	0.352	0.549	0.940	1.400	2.140					
0.145	0.291	0.335	0.526	0.909	1.361	2.086					
0.150	0.278	0.318	0.503	0.878	1.322	2.032					
0.155	0.265	0.301	0.480	0.847	1.283	1.978					
0.160	0.252	0.284	0.457	0.816	1.244	1.924					
0.165	0.240	0.268	0.435	0.786	1.205	1.870					
0.170	0.227	0.251	0.412	0.755	1.166	1.816					
0.175	0.215	0.235	0.390	0.725	1.127	1.762					
0.180	0.202	0.219	0.368	0.695	1.088	1.709					
0.185	0.190	0.203	0.346	0.665	1.050	1.655					
0.190	0.178	0.187	0.324	0.635	1.011	1.602					

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{calc} = 15^\circ$												
$\text{Zeta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.398	0.543	0.801	1.464								
0.060	0.370	0.508	0.835	1.407								
0.070	0.345	0.474	0.791	1.351								
0.080	0.320	0.447	0.748	1.296								
0.090	0.296	0.411	0.707	1.241								
0.100	0.273	0.381	0.666	1.186								
0.110	0.251	0.352	0.626	1.132	1.877							
0.120	0.229	0.324	0.587	1.077	1.756							
0.130	0.208	0.296	0.549	1.023	1.660							
0.135	0.198	0.282	0.530	0.996	1.616							
0.140	0.187	0.269	0.511	0.969	1.573							
0.145	0.177	0.255	0.492	0.942	1.530							
0.150	0.167	0.242	0.473	0.915	1.488							
0.155	0.157	0.229	0.454	0.888	1.447							
0.160	0.147	0.216	0.436	0.862	1.406							
0.165	0.138	0.203	0.417	0.835	1.366							
0.170	0.128	0.190	0.399	0.808	1.326							
0.175	0.118	0.177	0.381	0.781	1.286							
0.180	0.109	0.164	0.363	0.754	1.246							
0.185	0.099	0.152	0.345	0.727	1.206							
0.190	0.090	0.139	0.327	0.701	1.167							

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{calc} = 19^\circ$												
$\text{Zeta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.659	0.779	1.079	1.590	2.150	3.003						
0.060	0.620	0.729	1.014	1.509	2.058	2.897						
0.070	0.582	0.681	0.952	1.432	1.968	2.791						
0.080	0.547	0.635	0.892	1.357	1.880	2.684						
0.090	0.512	0.591	0.835	1.284	1.793	2.578						
0.100	0.479	0.549	0.779	1.213	1.708	2.472						
0.110	0.447	0.507	0.725	1.143	1.624	2.366						
0.120	0.416	0.467	0.672	1.074	1.540	2.260						
0.130	0.386	0.428	0.620	1.006	1.457	2.154						
0.135	0.371	0.409	0.595	0.973	1.416	2.101						
0.140	0.356	0.390	0.569	0.939	1.375	2.045						
0.145	0.342	0.371	0.544	0.906	1.334	1.995						
0.150	0.327	0.353	0.519	0.873	1.293	1.942						
0.155	0.313	0.334	0.495	0.841	1.252	1.889	3.365					
0.160	0.299	0.316	0.470	0.808	1.212	1.836	3.175					
0.165	0.285	0.298	0.446	0.776	1.171	1.783	3.049					
0.170	0.271	0.280	0.422	0.743	1.131	1.730	2.939					
0.175	0.258	0.262	0.398	0.711	1.091	1.677	2.838					
0.180	0.244	0.245	0.374	0.679	1.050	1.624	2.742					
0.185	0.231	0.227	0.351	0.648	1.010	1.571	2.649					
0.190	0.217	0.210	0.327	0.616	0.970	1.528	2.559					

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.67 \quad \text{calc} = 30^\circ$												
$\text{Zeta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.468	0.606	0.934	1.490	2.171							
0.060	0.437	0.568	0.883	1.428	2.093							
0.070	0.409	0.531	0.835	1.367	2.016							
0.080	0.381	0.495	0.788	1.306	1.940							
0.090	0.355	0.461	0.742	1.247	1.863							
0.100	0.329	0.428	0.698	1.189	1.787							
0.110	0.305	0.396	0.655	1.131	1.711							
0.120	0.281	0.364	0.612	1.074	1.635							
0.130	0.257	0.334	0.571	1.017	1.559							
0.135	0.246	0.319	0.550	0.988	1.521							
0.140	0.234	0.304	0.529	0.960	1.483							
0.145	0.223	0.289	0.509	0.932	1.446							
0.150	0.212	0.275	0.489	0.904	1.408							
0.155	0.201	0.260	0.469	0.876	1.370							
0.160	0.190	0.246	0.449	0.848	1.332							
0.165	0.179	0.232	0.429	0.820	1.294							
0.170	0.169	0.217	0.409	0.792	1.256	2.246						
0.175	0.158	0.203	0.390	0.764	1.218	2.095						
0.180	0.148	0.190	0.370	0.736	1.180	2.003						
0.185	0.137	0.176	0.351	0.709	1.142	1.974						
0.190	0.127	0.162	0.332	0.681	1.105	1.851						

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{calc} = 35^\circ$												
$\text{Zeta} := D/h$												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.731	0.838	1.121	1.610	2.143	2.915						
0.060	0.665	0.780	1.046	1.518	2.037	2.795						
0.070	0.642	0.724	0.975	1.429	1.935	2.677	4.117					
0.080	0.600	0.672	0.907	1.344	1.836	2.561	3.935					
0.090	0.561	0.621	0.841	1.261	1.739	2.446	3.767					
0.100	0.522	0.572	0.777	1.181	1.643	2.333	3.605					
0.110	0.485	0.525	0.725	1.102	1.550	2.220	3.447					
0.120	0.449	0.479	0.655	1.025	1.458	2.108	3.290					
0.130	0.414	0.434	0.596	0.949	1.367	1.996	3.135					
0.135	0.397	0.412	0.567	0.912	1.322	1.941	3.057					
0.140	0.380	0.390	0.539	0.875	1.277	1.885	2.980					
0.145	0.363	0.368	0.510	0.838	1.232	1.830	2.903					
0.150	0.347	0.347	0.482	0.802	1.188	1.775	2.826					
0.155	0.330	0.326	0.454	0.765	1.144	1.720	2.749					
0.160	0.314	0.305	0.426	0.729	1.100	1.665	2.672					
0.165	0.298	0.284	0.399	0.693	1.056	1.610	2.596					
0.170	0.282	0.264	0.372	0.658	1.012	1.555	2.519					
0.175	0.266	0.243	0.345	0.622	0.969	1.500	2.443					
0.180	0.251	0.223	0.318	0.587	0.925	1.445	2.366					
0.185	0.235	0.203	0.291	0.552	0.882	1.391	2.290					
0.190	0.220	0.184	0.265	0.517	0.839	1.336	2.213					

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{cal}\theta = 27^*$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.520	0.656	0.979	1.527	2.164						
0.060	0.489	0.616	0.926	1.461	2.088						
0.070	0.459	0.577	0.876	1.398	2.013						
0.080	0.430	0.540	0.827	1.336	1.937						
0.090	0.402	0.504	0.780	1.274	1.861						
0.100	0.376	0.470	0.734	1.214	1.785						
0.110	0.350	0.436	0.689	1.155	1.710						
0.120	0.325	0.404	0.645	1.096	1.634						
0.130	0.300	0.372	0.602	1.037	1.558						
0.135	0.288	0.356	0.580	1.008	1.520						
0.140	0.277	0.341	0.559	0.979	1.483						
0.145	0.265	0.326	0.538	0.950	1.445						
0.150	0.253	0.310	0.517	0.922	1.407	2.378					
0.155	0.242	0.295	0.497	0.893	1.369	2.268					
0.160	0.231	0.280	0.476	0.864	1.331	2.185					
0.165	0.219	0.266	0.456	0.836	1.293	2.111					
0.170	0.208	0.251	0.435	0.807	1.255	2.042					
0.175	0.197	0.236	0.415	0.779	1.218	1.975					
0.180	0.186	0.222	0.395	0.751	1.180	1.912					
0.185	0.175	0.208	0.375	0.722	1.142	1.849					
0.190	0.165	0.193	0.355	0.694	1.104	1.788					

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{cal}\theta = 35^*$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.403	0.550	0.890	1.481							
0.060	0.376	0.515	0.845	1.426							
0.070	0.351	0.483	0.802	1.371							
0.080	0.327	0.451	0.761	1.317							
0.090	0.304	0.421	0.720	1.263							
0.100	0.281	0.392	0.680	1.209							
0.110	0.260	0.363	0.641	1.155							
0.120	0.238	0.335	0.603	1.101							
0.130	0.218	0.308	0.565	1.047	1.743						
0.135	0.208	0.295	0.546	1.020	1.686						
0.140	0.198	0.282	0.527	0.994	1.635						
0.145	0.188	0.268	0.509	0.967	1.588						
0.150	0.178	0.255	0.490	0.940	1.542						
0.155	0.168	0.242	0.472	0.913	1.498						
0.160	0.159	0.230	0.454	0.887	1.454						
0.165	0.149	0.217	0.436	0.860	1.412						
0.170	0.140	0.204	0.418	0.833	1.370						
0.175	0.130	0.192	0.400	0.806	1.328						
0.180	0.121	0.179	0.382	0.780	1.287						
0.185	0.112	0.167	0.364	0.753	1.247						
0.190	0.103	0.155	0.346	0.726	1.206						

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{cal}\theta = 23^*$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.588	0.717	1.029	1.559	2.150						
0.060	0.553	0.672	0.971	1.487	2.067						
0.070	0.519	0.629	0.916	1.417	1.986						
0.080	0.488	0.588	0.862	1.349	1.906						
0.090	0.457	0.549	0.811	1.283	1.826	2.819					
0.100	0.428	0.511	0.760	1.218	1.747	2.671					
0.110	0.399	0.474	0.711	1.154	1.669	2.546					
0.120	0.372	0.439	0.664	1.091	1.591	2.427					
0.130	0.345	0.404	0.617	1.029	1.513	2.313					
0.135	0.331	0.386	0.593	0.998	1.474	2.257					
0.140	0.318	0.369	0.571	0.967	1.435	2.201					
0.145	0.305	0.353	0.548	0.936	1.396	2.145					
0.150	0.293	0.336	0.525	0.906	1.357	2.090					
0.155	0.280	0.319	0.503	0.876	1.319	2.034					
0.160	0.267	0.303	0.481	0.845	1.280	1.980					
0.165	0.255	0.287	0.459	0.815	1.241	1.925					
0.170	0.243	0.271	0.437	0.785	1.203	1.870					
0.175	0.231	0.255	0.415	0.756	1.164	1.816					
0.180	0.218	0.239	0.393	0.726	1.126	1.762					
0.185	0.207	0.223	0.372	0.696	1.087	1.707					
0.190	0.195	0.208	0.350	0.666	1.049	1.653					

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.70 \quad \text{cal}\theta = 30^*$											
kc	Zeta := D/h										
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	10.0
0.050	0.473	0.614	0.944	1.505	2.254						
0.060	0.444	0.576	0.894	1.444	2.151						
0.070	0.416	0.540	0.847	1.385	2.066						
0.080	0.389	0.505	0.801	1.326	1.986						
0.090	0.363	0.472	0.757	1.268	1.907						
0.100	0.338	0.439	0.713	1.210	1.829						
0.110	0.314	0.408	0.671	1.153	1.751						
0.120	0.291	0.377	0.629	1.097	1.674						
0.130	0.268	0.347	0.580	1.040	1.598						
0.135	0.257	0.333	0.560	1.012	1.560						
0.140	0.246	0.318	0.540	0.984	1.521						
0.145	0.235	0.304	0.520	0.957	1.483						
0.150	0.224	0.289	0.500	0.929	1.445						
0.155	0.213	0.275	0.480	0.901	1.407						
0.160	0.203	0.261	0.469	0.873	1.369						
0.165	0.192	0.247	0.449	0.846	1.331						
0.170	0.182	0.233	0.430	0.818	1.292						
0.175	0.171	0.220	0.411	0.791	1.254						
0.180	0.161	0.206	0.391	0.763	1.216						
0.185	0.151	0.193	0.372	0.736	1.178	2.044					
0.190	0.141	0.179	0.353	0.708	1.140	1.947					

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.80 \quad \text{calc} \theta = 19^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.682	0.808	1.116	1.630	2.217							
0.060	0.645	0.761	1.055	1.564	2.131	3.105						
0.070	0.610	0.716	0.998	1.491	2.047	2.978						
0.080	0.577	0.674	0.942	1.421	1.964	2.862						
0.090	0.546	0.633	0.888	1.353	1.883	2.746						
0.100	0.515	0.594	0.836	1.285	1.801	2.639						
0.110	0.485	0.555	0.786	1.219	1.721	2.530						
0.120	0.456	0.518	0.736	1.154	1.641	2.422						
0.130	0.428	0.482	0.687	1.090	1.561	2.314						
0.135	0.414	0.464	0.663	1.058	1.522	2.260						
0.140	0.401	0.446	0.640	1.027	1.482	2.207						
0.145	0.387	0.429	0.616	0.995	1.443	2.153						
0.150	0.374	0.411	0.593	0.964	1.403	2.099						
0.155	0.361	0.394	0.570	0.933	1.364	2.046						
0.160	0.348	0.377	0.547	0.902	1.325	1.992						
0.165	0.335	0.360	0.524	0.871	1.286	1.939						
0.170	0.322	0.344	0.501	0.840	1.246	1.885						
0.175	0.309	0.327	0.479	0.810	1.207	1.832						
0.180	0.297	0.311	0.456	0.779	1.168	1.779						
0.185	0.284	0.294	0.434	0.749	1.129	1.725						
0.190	0.272	0.278	0.412	0.718	1.090	1.672	3.012					

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.80 \quad \text{calc} \theta = 27^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.538	0.678	1.009	1.572								
0.060	0.508	0.641	0.960	1.511	2.230							
0.070	0.460	0.605	0.912	1.451	2.141							
0.080	0.454	0.570	0.867	1.393	2.059							
0.090	0.428	0.537	0.822	1.335	1.979							
0.100	0.403	0.505	0.779	1.277	1.900							
0.110	0.379	0.473	0.737	1.220	1.823							
0.120	0.356	0.443	0.695	1.164	1.745							
0.130	0.333	0.413	0.654	1.108	1.669							
0.135	0.322	0.399	0.634	1.080	1.610							
0.140	0.311	0.384	0.614	1.052	1.592							
0.145	0.300	0.370	0.594	1.024	1.554							
0.150	0.289	0.355	0.575	0.997	1.515							
0.155	0.279	0.341	0.555	0.969	1.477							
0.160	0.268	0.327	0.535	0.941	1.439							
0.165	0.258	0.313	0.516	0.914	1.401							
0.170	0.247	0.300	0.497	0.886	1.363							
0.175	0.237	0.286	0.478	0.859	1.325							
0.180	0.227	0.273	0.458	0.831	1.286							
0.185	0.217	0.259	0.439	0.804	1.248	2.144						
0.190	0.207	0.246	0.421	0.776	1.210	2.032						

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.80 \quad \text{calc} \theta = 15^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.758	0.872	1.164	1.665	2.222	3.018						
0.060	0.715	0.818	1.095	1.579	2.114	2.907						
0.070	0.675	0.767	1.029	1.497	2.018	2.796						
0.080	0.637	0.718	0.966	1.418	1.925	2.686						
0.090	0.600	0.671	0.904	1.340	1.834	2.577						
0.100	0.565	0.626	0.845	1.265	1.744	2.468						
0.110	0.531	0.582	0.788	1.191	1.656	2.360						
0.120	0.498	0.539	0.731	1.119	1.569	2.252	3.715					
0.130	0.465	0.498	0.676	1.047	1.482	2.144	3.476					
0.135	0.449	0.477	0.649	1.012	1.440	2.091	3.377					
0.140	0.434	0.457	0.623	0.977	1.397	2.037	3.284					
0.145	0.418	0.437	0.596	0.942	1.354	1.983	3.194					
0.150	0.403	0.417	0.570	0.908	1.312	1.930	3.107					
0.155	0.388	0.398	0.544	0.874	1.270	1.876	3.021					
0.160	0.373	0.378	0.518	0.840	1.228	1.822	2.937					
0.165	0.358	0.359	0.492	0.806	1.186	1.769	2.854					
0.170	0.343	0.340	0.467	0.772	1.144	1.715	2.772					
0.175	0.328	0.321	0.441	0.739	1.103	1.662	2.690					
0.180	0.314	0.302	0.416	0.705	1.061	1.608	2.609					
0.185	0.300	0.284	0.391	0.672	1.020	1.555	2.529					
0.190	0.285	0.265	0.367	0.639	0.978	1.501	2.449					

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.80 \quad \text{calc} \theta = 23^\circ$												
Zeta := D/h												kc
0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0	
0.050	0.607	0.741	1.062	1.604	2.225							
0.060	0.575	0.700	1.007	1.537	2.148							
0.070	0.544	0.660	0.956	1.472	2.071							
0.080	0.514	0.622	0.906	1.408	1.995							
0.090	0.486	0.586	0.857	1.346	1.918							
0.100	0.459	0.550	0.810	1.284	1.842							
0.110	0.432	0.516	0.764	1.224	1.766							
0.120	0.407	0.482	0.719	1.164	1.690							
0.130	0.381	0.450	0.675	1.104	1.614							
0.135	0.369	0.434	0.653	1.075	1.576	2.569						
0.140	0.357	0.418	0.632	1.045	1.536	2.462						
0.145	0.345	0.402	0.610	1.016	1.500	2.381						
0.150	0.333	0.387	0.589	0.987	1.462	2.306						
0.155	0.321	0.371	0.568	0.958	1.424	2.241						
0.160	0.310	0.356	0.547	0.929	1.386	2.176						
0.165	0.298	0.341	0.526	0.900	1.348	2.113						
0.170	0.287	0.326	0.505	0.871	1.310	2.052						
0.175	0.275	0.311	0.485	0.842	1.272	1.992						
0.180	0.264	0.296	0.464	0.814	1.234	1.932						
0.185	0.253	0.281	0.444	0.785	1.196	1.874						
0.190	0.242	0.267	0.424	0.757	1.158	1.816						

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.40 \quad \text{cal}\theta = 35^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.418	0.569	0.917	1.544								
0.060	0.393	0.537	0.875	1.491								
0.070	0.370	0.506	0.835	1.438								
0.080	0.347	0.477	0.796	1.385								
0.090	0.326	0.449	0.758	1.332								
0.100	0.305	0.421	0.720	1.279								
0.110	0.284	0.395	0.683	1.226								
0.120	0.265	0.369	0.647	1.173								
0.130	0.246	0.343	0.611	1.120								
0.135	0.236	0.331	0.593	1.093								
0.140	0.227	0.318	0.575	1.067								
0.145	0.218	0.306	0.558	1.041								
0.150	0.208	0.293	0.540	1.014								
0.155	0.199	0.281	0.523	0.988								
0.160	0.190	0.269	0.505	0.961								
0.165	0.181	0.257	0.488	0.935	1.636							
0.170	0.173	0.245	0.471	0.908	1.555							
0.175	0.164	0.234	0.453	0.882	1.493							
0.180	0.155	0.222	0.436	0.855	1.439							
0.185	0.147	0.210	0.419	0.829	1.389							
0.190	0.138	0.199	0.402	0.802	1.340							

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 19^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.700	0.830	1.145	1.678	2.277							
0.060	0.665	0.786	1.088	1.608	2.196							
0.070	0.633	0.745	1.034	1.540	2.117							
0.080	0.602	0.705	0.982	1.473	2.038							
0.090	0.572	0.666	0.931	1.408	1.959							
0.100	0.543	0.629	0.882	1.344	1.881							
0.110	0.515	0.593	0.834	1.281	1.803	2.747						
0.120	0.488	0.558	0.787	1.219	1.726	2.609						
0.130	0.462	0.524	0.741	1.158	1.649	2.485						
0.135	0.449	0.507	0.718	1.127	1.610	2.425						
0.140	0.436	0.490	0.695	1.097	1.572	2.366						
0.145	0.424	0.474	0.673	1.067	1.533	2.308						
0.150	0.411	0.458	0.651	1.037	1.495	2.251						
0.155	0.399	0.441	0.629	1.007	1.456	2.194						
0.160	0.386	0.425	0.607	0.977	1.418	2.138						
0.165	0.374	0.409	0.585	0.947	1.379	2.082						
0.170	0.362	0.394	0.564	0.918	1.341	2.027						
0.175	0.350	0.378	0.542	0.888	1.303	1.971						
0.180	0.339	0.363	0.521	0.859	1.265	1.916						
0.185	0.327	0.347	0.500	0.829	1.226	1.861						
0.190	0.315	0.332	0.479	0.800	1.188	1.806						

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.40 \quad \text{cal}\theta = 30^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.490	0.635	0.972	1.553								
0.060	0.462	0.599	0.926	1.496								
0.070	0.436	0.565	0.881	1.439								
0.080	0.411	0.533	0.838	1.384								
0.090	0.387	0.502	0.797	1.328								
0.100	0.364	0.472	0.756	1.273								
0.110	0.342	0.442	0.716	1.219	1.928							
0.120	0.320	0.414	0.676	1.164	1.826							
0.130	0.299	0.386	0.637	1.110	1.736							
0.135	0.288	0.372	0.616	1.081	1.693							
0.140	0.278	0.358	0.599	1.056	1.651							
0.145	0.268	0.345	0.580	1.029	1.609							
0.150	0.257	0.331	0.561	1.002	1.568							
0.155	0.247	0.318	0.543	0.975	1.527							
0.160	0.238	0.305	0.524	0.948	1.487							
0.165	0.228	0.292	0.506	0.921	1.447							
0.170	0.218	0.279	0.487	0.894	1.407							
0.175	0.208	0.266	0.469	0.867	1.367							
0.180	0.199	0.253	0.451	0.840	1.328							
0.185	0.189	0.241	0.432	0.813	1.288							
0.190	0.180	0.228	0.414	0.786	1.249							

$p^* = 1.0 \quad \xi\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 15^\circ$												
kc	Zeta := D/h											
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.779	0.899	1.199	1.710	2.270	3.123						
0.060	0.740	0.849	1.134	1.630	2.170	3.017						
0.070	0.702	0.801	1.072	1.552	2.088	2.911						
0.080	0.667	0.755	1.013	1.477	2.000	2.805						
0.090	0.632	0.711	0.955	1.404	1.914	2.698						
0.100	0.599	0.669	0.899	1.333	1.828	2.592						
0.110	0.567	0.627	0.845	1.263	1.744	2.486						
0.120	0.536	0.587	0.792	1.194	1.660	2.380						
0.130	0.506	0.548	0.740	1.126	1.577	2.274						
0.135	0.491	0.529	0.715	1.093	1.536	2.221						
0.140	0.476	0.510	0.689	1.059	1.495	2.168						
0.145	0.462	0.491	0.664	1.026	1.454	2.115						
0.150	0.447	0.473	0.639	0.993	1.413	2.062						
0.155	0.433	0.458	0.615	0.961	1.373	2.009	3.488					
0.160	0.419	0.436	0.590	0.928	1.332	1.956	3.296					
0.165	0.405	0.418	0.566	0.896	1.292	1.903	3.169					
0.170	0.391	0.400	0.542	0.863	1.251	1.850	3.060					
0.175	0.378	0.383	0.518	0.831	1.211	1.798	2.958					
0.180	0.364	0.365	0.494	0.799	1.171	1.745	2.862					
0.185	0.351	0.347	0.471	0.768	1.130	1.692	2.769					
0.190	0.337	0.330	0.447	0.736	1.090	1.639	2.679					

$p^* = 1.0 \quad \epsilon\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 27^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.552	0.696	1.032	1.611								
0.060	0.524	0.660	0.986	1.554								
0.070	0.498	0.626	0.941	1.497								
0.080	0.472	0.594	0.898	1.441								
0.090	0.446	0.563	0.858	1.386								
0.100	0.425	0.532	0.815	1.331	2.087							
0.110	0.402	0.503	0.775	1.276	1.965							
0.120	0.380	0.474	0.735	1.221	1.870							
0.130	0.359	0.446	0.696	1.167	1.783							
0.135	0.349	0.432	0.677	1.140	1.741							
0.140	0.338	0.418	0.658	1.112	1.700							
0.145	0.328	0.404	0.639	1.085	1.659							
0.150	0.318	0.391	0.620	1.058	1.618							
0.155	0.308	0.377	0.601	1.031	1.578							
0.160	0.298	0.364	0.582	1.004	1.538							
0.165	0.288	0.351	0.564	0.977	1.498							
0.170	0.278	0.338	0.545	0.950	1.459							
0.175	0.268	0.325	0.527	0.923	1.419							
0.180	0.259	0.312	0.508	0.896	1.380							
0.185	0.249	0.299	0.490	0.869	1.341							
0.190	0.240	0.287	0.472	0.842	1.302							

$p^* = 1.0 \quad \epsilon\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 35^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.429	0.584	0.939									
0.060	0.406	0.554	0.900	1.594								
0.070	0.384	0.525	0.862	1.523								
0.080	0.363	0.497	0.824	1.463								
0.090	0.343	0.471	0.788	1.406								
0.100	0.323	0.445	0.752	1.351								
0.110	0.304	0.419	0.717	1.296								
0.120	0.285	0.395	0.682	1.241								
0.130	0.267	0.370	0.648	1.187								
0.135	0.258	0.359	0.630	1.160								
0.140	0.250	0.347	0.613	1.133								
0.145	0.241	0.335	0.596	1.106								
0.150	0.232	0.323	0.579	1.080								
0.155	0.224	0.312	0.563	1.053								
0.160	0.215	0.300	0.546	1.026								
0.165	0.207	0.289	0.529	0.999								
0.170	0.199	0.278	0.512	0.972								
0.175	0.190	0.266	0.496	0.946								
0.180	0.182	0.255	0.479	0.919								
0.185	0.174	0.244	0.463	0.892								
0.190	0.166	0.233	0.446	0.866								

$p^* = 1.0 \quad \epsilon\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 23^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.623	0.761	1.008	1.642	2.312							
0.060	0.592	0.722	0.937	1.579	2.235							
0.070	0.563	0.685	0.908	1.517	2.159							
0.080	0.535	0.649	0.841	1.457	2.083							
0.090	0.509	0.614	0.805	1.398	2.007							
0.100	0.483	0.581	0.750	1.339	1.931							
0.110	0.458	0.549	0.706	1.281	1.855							
0.120	0.434	0.517	0.664	1.223	1.779							
0.130	0.411	0.486	0.622	1.166	1.704							
0.135	0.399	0.471	0.601	1.137	1.666							
0.140	0.388	0.456	0.600	1.109	1.628							
0.145	0.376	0.441	0.600	1.080	1.590							
0.150	0.365	0.426	0.640	1.052	1.552							
0.155	0.354	0.412	0.639	1.024	1.514							
0.160	0.343	0.397	0.599	0.996	1.477							
0.165	0.332	0.383	0.579	0.968	1.439							
0.170	0.321	0.369	0.560	0.940	1.401	2.301						
0.175	0.311	0.355	0.540	0.912	1.363	2.265						
0.180	0.300	0.341	0.520	0.884	1.325	2.124						
0.185	0.290	0.327	0.501	0.856	1.287	2.050						
0.190	0.279	0.313	0.481	0.828	1.249	1.981						

$p^* = 1.0 \quad \epsilon\theta = 0.90 \quad \text{cal}\theta = 30^\circ$												
Zeta := D/h												
kc	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0	8.0	10.0
0.050	0.503	0.651	0.994	1.557								
0.060	0.477	0.618	0.951	1.503								
0.070	0.452	0.586	0.909	1.489								
0.080	0.429	0.555	0.868	1.436								
0.090	0.406	0.526	0.829	1.382								
0.100	0.384	0.497	0.790	1.329								
0.110	0.363	0.469	0.751	1.275								
0.120	0.343	0.442	0.714	1.222								
0.130	0.322	0.416	0.677	1.169								
0.135	0.313	0.403	0.658	1.142								
0.140	0.303	0.390	0.640	1.116								
0.145	0.293	0.377	0.622	1.089	1.782							
0.150	0.284	0.364	0.604	1.063	1.719							
0.155	0.274	0.352	0.586	1.036	1.665							
0.160	0.265	0.339	0.568	1.009	1.615							
0.165	0.256	0.327	0.550	0.983	1.567							
0.170	0.247	0.314	0.533	0.956	1.522							
0.175	0.237	0.302	0.515	0.930	1.477							
0.180	0.228	0.290	0.497	0.903	1.434							
0.185	0.219	0.278	0.480	0.877	1.391							
0.190	0.211	0.266	0.462	0.850	1.349							

$p^* = 1.0$ $\xi\beta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 19^*$

kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.714	0.849	1.169	1.712	2.335					
0.060	0.682	0.807	1.115	1.645	2.258					
0.070	0.651	0.768	1.064	1.580	2.182					
0.080	0.622	0.730	1.014	1.517	2.105					
0.090	0.593	0.693	0.966	1.455	2.029					
0.100	0.566	0.658	0.919	1.393	1.953					
0.110	0.540	0.624	0.873	1.333	1.877					
0.120	0.514	0.590	0.828	1.271	1.801					
0.130	0.489	0.558	0.784	1.214	1.725					
0.135	0.477	0.542	0.762	1.184	1.687					
0.140	0.465	0.526	0.741	1.155	1.649	2.592				
0.145	0.453	0.510	0.719	1.126	1.611	2.504				
0.150	0.441	0.495	0.698	1.097	1.573	2.429				
0.155	0.429	0.480	0.677	1.068	1.535	2.359				
0.160	0.418	0.464	0.656	1.039	1.497	2.293				
0.165	0.406	0.449	0.635	1.010	1.459	2.230				
0.170	0.395	0.434	0.614	0.981	1.421	2.168				
0.175	0.383	0.419	0.594	0.952	1.383	2.107				
0.180	0.372	0.405	0.573	0.924	1.345	2.047				
0.185	0.361	0.390	0.553	0.895	1.307	1.988				
0.190	0.350	0.376	0.533	0.867	1.270	1.930				

$p^* = 1.0$ $\xi\beta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 15^*$

kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.797	0.921	1.227	1.747	2.321	3.267				
0.060	0.759	0.874	1.166	1.671	2.234	3.152				
0.070	0.724	0.828	1.107	1.598	2.149	3.041				
0.080	0.690	0.785	1.051	1.526	2.065	2.931				
0.090	0.658	0.744	0.996	1.457	1.982	2.823				
0.100	0.627	0.703	0.943	1.389	1.900	2.716				
0.110	0.597	0.664	0.892	1.322	1.818	2.608				
0.120	0.567	0.627	0.841	1.256	1.738	2.501				
0.130	0.539	0.590	0.792	1.191	1.657	2.395				
0.135	0.525	0.571	0.768	1.159	1.617	2.341				
0.140	0.511	0.553	0.744	1.127	1.577	2.288				
0.145	0.497	0.536	0.720	1.095	1.538	2.235				
0.150	0.484	0.518	0.696	1.063	1.498	2.182				
0.155	0.470	0.501	0.673	1.032	1.458	2.128				
0.160	0.457	0.483	0.649	1.000	1.419	2.075				
0.165	0.444	0.466	0.626	0.969	1.379	2.022				
0.170	0.431	0.449	0.603	0.938	1.340	1.969				
0.175	0.418	0.433	0.580	0.907	1.301	1.916				
0.180	0.405	0.416	0.558	0.877	1.261	1.863				
0.185	0.392	0.399	0.535	0.846	1.222	1.809	3.106			
0.190	0.380	0.383	0.513	0.815	1.183	1.756	2.961			

$p^* = 1.0$ $\xi\beta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 27^*$

kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.563	0.710	1.052	1.648						
0.060	0.536	0.676	1.008	1.593						
0.070	0.511	0.644	0.965	1.539						
0.080	0.488	0.613	0.924	1.485						
0.090	0.465	0.583	0.884	1.431						
0.100	0.442	0.554	0.844	1.377						
0.110	0.421	0.526	0.806	1.324						
0.120	0.400	0.498	0.768	1.270						
0.130	0.380	0.472	0.730	1.217						
0.135	0.370	0.458	0.712	1.190	1.902					
0.140	0.360	0.445	0.693	1.163	1.837					
0.145	0.350	0.432	0.675	1.137	1.783					
0.150	0.340	0.419	0.656	1.110	1.733					
0.155	0.331	0.406	0.638	1.083	1.685					
0.160	0.321	0.394	0.620	1.057	1.640					
0.165	0.312	0.381	0.602	1.030	1.595					
0.170	0.303	0.369	0.584	1.003	1.552					
0.175	0.293	0.356	0.566	0.977	1.510					
0.180	0.284	0.344	0.549	0.950	1.468					
0.185	0.275	0.332	0.531	0.924	1.426					
0.190	0.266	0.320	0.513	0.897	1.385					

$p^* = 1.0$ $\xi\beta = 1.00$ $\text{cal}\theta = 23^*$

kc	Zeta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	6.0 8.0 10.0
0.050	0.635	0.777	1.109	1.675						
0.060	0.606	0.740	1.060	1.615						
0.070	0.579	0.704	1.014	1.557	2.289					
0.080	0.552	0.670	0.969	1.499	2.193					
0.090	0.527	0.637	0.925	1.442	2.107					
0.100	0.503	0.606	0.882	1.385	2.025					
0.110	0.479	0.575	0.841	1.328	1.946					
0.120	0.456	0.545	0.800	1.273	1.867					
0.130	0.434	0.516	0.759	1.217	1.789					
0.135	0.423	0.501	0.739	1.189	1.750					
0.140	0.412	0.487	0.720	1.162	1.711					
0.145	0.401	0.473	0.700	1.134	1.673					
0.150	0.391	0.459	0.680	1.106	1.634					
0.155	0.380	0.445	0.661	1.079	1.596					
0.160	0.370	0.431	0.642	1.051	1.557					
0.165	0.359	0.417	0.622	1.024	1.519					
0.170	0.349	0.404	0.603	0.997	1.480					
0.175	0.339	0.390	0.584	0.969	1.442					
0.180	0.329	0.377	0.565	0.942	1.404					
0.185	0.319	0.364	0.547	0.915	1.366					
0.190	0.309	0.350	0.528	0.887	1.327	2.247				

$p^* = 1.0$ $\theta = 1.00$ $\alpha_{10} = 30^\circ$										
$p^* = 1.0$ $\theta = 1.00$ $\alpha_{10} = 35^\circ$										
kc	Beta := D/h									
	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	2.0	3.0	4.3	10.0
0.050	0.513	0.664	1.013	1.645	0.050	0.439	0.596	0.957		
0.060	0.488	0.632	0.972	1.592	0.060	0.417	0.567	0.920		
0.070	0.465	0.602	0.932	1.539	0.070	0.396	0.540	0.884		
0.080	0.443	0.573	0.893	1.486	0.080	0.376	0.514	0.848		
0.090	0.421	0.545	0.855	1.433	0.090	0.356	0.488	0.813		
0.100	0.400	0.518	0.817	1.380	0.100	0.338	0.463	0.779	1.458	
0.110	0.380	0.491	0.781	1.327	0.110	0.319	0.439	0.745	1.381	
0.120	0.361	0.465	0.744	1.274	0.120	0.302	0.416	0.711	1.316	
0.130	0.342	0.440	0.709	1.221	0.130	0.285	0.392	0.678	1.256	
0.135	0.332	0.427	0.691	1.194	0.135	0.276	0.381	0.661	1.227	
0.140	0.323	0.415	0.673	1.168	0.140	0.268	0.370	0.644	1.198	
0.145	0.314	0.403	0.656	1.141	0.145	0.259	0.358	0.628	1.170	
0.150	0.305	0.391	0.638	1.115	0.150	0.251	0.347	0.612	1.141	
0.155	0.296	0.379	0.621	1.089	0.155	0.243	0.336	0.595	1.113	
0.160	0.287	0.367	0.604	1.062	0.160	0.235	0.325	0.579	1.085	
0.165	0.278	0.355	0.586	1.036	0.165	0.227	0.314	0.563	1.058	
0.170	0.269	0.343	0.569	1.009	0.170	0.219	0.303	0.546	1.030	
0.175	0.261	0.331	0.552	0.983	0.175	0.211	0.293	0.530	1.003	
0.180	0.252	0.320	0.535	0.956	0.180	0.203	0.282	0.514	0.975	
0.185	0.244	0.308	0.518	0.930	0.185	0.196	0.271	0.498	0.948	
0.190	0.235	0.296	0.501	0.903	0.190	0.188	0.261	0.482	0.920	

Teil 3

Produktekatalog ¹⁾

- 1) Hier nicht abgedruckt; vgl. Angaben im Geotextil-Handbuch der SVG, 1985

