

# GGU-CONTAM-FE Handbuch

Stofftransportberechnung (FEM)

Exported on 23.7.2026

# Inhaltsverzeichnis

- 1 Vorab
- 2 Lizenzschutz
- 3 Sprachwahl
- 4 Programmstart
- 5 Tipps und Tricks
  - 5.1 Tastatur und Maus
  - 5.2 Funktionstasten
  - 5.3 Symbol "Bereich kopieren/drucken"
- 6 Programmkonzept
- 7 Kurzbeschreibung
- 8 Theorie der Schadstoffausbreitung
  - 8.1 Allgemeines
  - 8.2 Relevante Mechanismen für den Schadstofftransport
  - 8.3 Schadstofftransportberechnung mit dem FE
    - 8.3.1 Das Peclet-Kriterium
    - 8.3.2 Das Courant-Kriterium
- 9 Menütitel Datei
  - 9.1 Menüeintrag "(Stationäre) GW-Daten laden"
  - 9.2 Menüeintrag "Speichern unter"
  - 9.3 Menüeintrag "Systeminfo"
  - 9.4 Menüeintrag "Randwerte laden"
  - 9.5 Menüeintrag "(Randwerte) speichern"
  - 9.6 Menüeintrag "Drucker einstellen"
  - 9.7 Menüeintrag "Drucken"
  - 9.8 Menüeintrag "beenden"
  - 9.9 Menüeinträge "1,2,3,4"

## 10 Menütitel Editor

- 10.1 Menüeintrag "Bodenkennwerte"
- 10.2 Menüeintrag "Anfangskonzentrationen einzeln"
- 10.3 Menüeintrag "(Anfangskonzentrationen) im Ausschnitt"
- 10.4 Menüeintrag "(Anfangskonzentrationen) aus Datei"
- 10.5 Menüeintrag "Randbedingungs-Polygone"
- 10.6 Menüeintrag "Polygone einzeln zuweisen"
- 10.7 Menüeintrag "(Polygone) im Ausschnitt"

## 11 Menütitel Kontrolle

- 11.1 Allgemeiner Hinweis
- 11.2 Menüeintrag "Einstellungen"
- 11.3 Menüeintrag "Netz"
- 11.4 Menüeintrag "Umriß"
- 11.5 Menüeintrag "Umriß (farbig)"
- 11.6 Menüeintrag "Isolinien"

## 12 Menütitel Berechnung

- 12.1 Menüeintrag "starten"

## 13 Menütitel Ansicht

- 13.1 Menüeintrag "aktualisieren"
- 13.2 Menüeintrag "Lupe"
- 13.3 Menüeintrag "Stifte"
- 13.4 Menüeintrag "Schriftart"
- 13.5 Menüeintrag "Mini-CAD und CAD für Kopfdaten"
- 13.6 Menüeintrag "Allgemein Legende"
- 13.7 Menüeintrag "Bodenart-Legende"
- 13.8 Menüeintrag "Objekte verschieben"
- 13.9 Menüeintrag "Einstellungen speichern"
- 13.10 Menüeintrag "Einstellungen laden"

## 14 Menütitel Blatt

- 14.1 Menüeintrag "Koordinaten neu berechnen"
- 14.2 Menüeintrag "graphisch"
- 14.3 Menüeintrag "von Hand"
- 14.4 Menüeintrag "Schriftgrößen"
- 14.5 Menüeintrag "Blattformat"

## 15 Menütitel ?

15.1 Menüeintrag "Copyright"

15.2 Menüeintrag "Maximalwerte"

15.3 Menüeintrag "Hilfe"

15.4 Menüeintrag "GGU-Homepage"

15.5 Menüeintrag "GGU-Support"

15.6 Menüeintrag "Was ist neu?"

15.7 Menüeintrag "Spracheinstellung"



# Theorie. Und Praxis.

**Geotechnische Softwarelösungen** können so einfach sein. Denn Theorie und Praxis lassen sich mit **GGU-Software** und den neuen Angeboten der **civilserve Academy** prima kombinieren: Knackige theoretische Aufgaben lösen und als Sahnehäubchen Ihr

**Know-how durch  
Praxisseminare  
vertiefen!**

Civilserve GmbH  
Exklusivvertrieb GGU-Software  
Weuert 5 · D-49439 Steinfeld  
Tel. +49(0)5492 6099996  
info@ggu-software.com

Infos und Termine zu unseren Präsenz- und  
Online-Seminaren jetzt unter

[www.ggu-software.com](http://www.ggu-software.com)

# 1 GGU-CONTAM-FE: Vorab

Das Programm **GGU-CONTAM-FE** ermöglicht die Schadstofftransportberechnung in horizontal ebenen, vertikal ebenen und rotationssymmetrischen Grundwassersystemen nach der Finiten-Element-Methode. Dazu muss vorab ein Datensatz mit dem Programm **GGU-2D-SSFLOW** erstellt worden sein, der die stationären Grunddaten enthält.

Für die Auswertung und Darstellung der Berechnungsergebnisse steht das Programm

**GGU-PLGW** zur Verfügung. Es ermöglicht Ihnen u.a. einen eindrucksvollen Zeichentricklauf oder die Darstellung von Konzentrationen entlang von Schnitten durch das System zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Die Dateneingabe erfolgt entsprechend den WINDOWS-Konventionen und ist daher auch fast ohne Handbuch erlernbar. Die grafische Ausgabe unterstützt die von WINDOWS zur Verfügung gestellten True-Type-Fonts, so dass ein hervorragendes Layout gewährleistet ist. Farbige Ausgabe und zahlreiche Grafikformate (BMP, TIF, JPG etc.) werden unterstützt. Über das integrierte **Mini-CAD**-System können auch DXF-Dateien importiert werden (siehe Handbuch " **Mini-CAD**").

Es ist nicht die Aufgabe dieses Handbuches, eine Einführung in die Methode der Schadstofftransportberechnung mit Finiten-Elementen zu geben. Für Details wird auf weiterführende Literatur verwiesen.

Das Programmsystem wurde bereits bei einer Vielzahl von Projekten eingesetzt und ist ausführlich getestet (anhand von analytischen Lösungen und im Vergleich mit anderen Finite-Element-Programmen). Fehler sind dabei nicht festgestellt worden. Dennoch kann eine Garantie für die Vollständigkeit und Richtigkeit des Programmsystems und des Handbuches sowie daraus resultierender Folgeschäden nicht übernommen werden.

Folgende allgemeine Anmerkungen sind wichtig:

- Datengrundlage für die Schadstofftransportberechnungen sind Datensätze aus der stationären Berechnung mit **GGU-2D-SSFLOW**.
- Es werden Dreieckselemente benutzt.
- Die Konzentrationen werden knotenweise berechnet. Die Konzentrationsverteilung innerhalb der Dreieckselemente ist dann linear.

## 2 GGU-CONTAM-FE: Lizenzschutz

Um die GGU-Software vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, ist jedes GGU-Programm mit dem **Software-Schutzsystem CodeMeter** der Firma WIBU-Systems versehen. Dabei wird jedes GGU-Programm über eine Lizenz mit entsprechendem Productcode an einen sogenannten **CmContainer** gebunden.

Um die GGU-Lizenzen in einem CmContainer nutzen zu können, muss auf Ihrem Rechner über eine Treibersoftware eine Laufzeitumgebung, das **CodeMeter Runtime Kit**, installiert sein. Die aktuelle Version erhalten Sie auf <https://www.wibu.com/de/support/anwendersoftware/anwendersoftware.html> (CodeMeter User Runtime für Windows).

Auf Ihrem PC mit installiertem CodeMeter Runtime Kit ( **CodeMeter-Lizenzserver**) können Sie mit folgenden CmContainer-Arten arbeiten:

- **CmStick**

Die Lizenz wird in einem USB-Dongle gespeichert.

- **CmActLicense** (Softlizenz, nicht für virtuelle PC/Server)

Die Lizenz befindet sich in einer Lizenzdatei, die an die Hardware eines Rechners gebunden ist.

- **CmCloudContainer**

Die Lizenz befindet sich auf einem CmCloud-Server der Firma WIBU-Systems und wird auf Ihren CodeMeter-Lizenzserver gespiegelt. Die Vorteile dieser Lizenzbindungsart sind auf folgender Webseite beschrieben: <https://www.ggu-software.com/geotechnik-software/lizenz-optionen/lizenzbindung>

Das GGU-Programm prüft beim Start und während der Laufzeit, ob eine Lizenz in einem CmContainer vorhanden ist.

## 3 GGU-CONTAM-FE: Sprachwahl

Die GGU-Programme können in Deutsch und Englisch genutzt werden. Das Programm startet immer in der Sprache, in der es beendet wurde.

Ein Wechsel der Spracheinstellung ist jederzeit über den Menütitel " **Info**" Menüeintrag "

**Spracheinstellung**" (bei Einstellung Deutsch) bzw. Menüeintrag " **Language preferences**" (bei Einstellung Englisch) möglich.

## 4 GGU-CONTAM-FE: Programmstart

Nach dem Programmstart sehen Sie auf dem Anfangsbildschirm am oberen Fensterrand zwei Menütitel:

- Datei
- ?

Nach dem Anklicken des Menütitels "**Datei**" laden Sie über den Menüeintrag "**GW-Daten laden**" ein in **GGU-2D-SSFLOW** bearbeitetes System.

Der Datensatz des bearbeiteten Systems wird im Programm **GGU-2D-SSFLOW** mit der Endung "**.da1**" abgelegt, damit die Datei für **GGU-CONTAM-FE** verfügbar ist. Eine entsprechend zu aktivierende Funktion erhalten Sie im Programm **GGU-2D-SSFLOW** unter "**System / berechnen**".

Am oberen Fensterrand erscheinen anschließend sieben Menütitel:

- Datei
- Editor
- Kontrolle
- Berechnung
- Ansicht
- Blatt
- ?

Nach dem Anklicken eines Menütitels werden die so genannten Menüeinträge angezeigt, über die Sie alle Programmfunktionen erreichen.

Das Programm arbeitet nach dem Prinzip ***What you see is what you get***. Das bedeutet, dass die Bildschirmdarstellung weitgehend der Darstellung auf dem Drucker entspricht. Bei einer konsequenten Verwirklichung dieses Prinzips müsste nach jeder Änderung, die Sie vornehmen, vom Programm der Bildschirminhalt aktualisiert werden. Da das bei komplexem Bildschirminhalt jedoch einige Sekunden dauern kann, wird dieser Neuaufbau des Bildschirminhalts vom Programm aus Gründen der Effizienz nicht bei allen Änderungen vorgenommen.

Wenn Sie den Bildschirminhalt aktualisieren wollen, dann drücken Sie entweder die Taste [ **F2** ] oder die Taste [ **Esc** ]. Die Taste [ **Esc** ] setzt zusätzlich die Bildschirmdarstellung auf Ihren aktuellen Bildzoom zurück, der meist voreingestellt auf 1,0 steht, was in den meisten GGU-Programmen einem DIN A3- oder DIN A4-Blatt entspricht (siehe Menüeintrag "**Ansicht / aktualisieren**").

## 5 Tipps und Tricks

### 5.1 GGU-CONTAM-FE: Tastatur und Maus

Mit den Cursortasten und den **[Bild auf]**- und **[Bild ab]**-Tasten können Sie ein Scrollen des Bildschirms über die Tastatur erreichen. Durch Klicken und Ziehen der Maus bei gedrückter **[Strg]**-Taste aktivieren Sie die Lupenfunktion, d. h. der gewählte Ausschnitt wird bildschirmfüllend dargestellt. Um in die Bildschirmdarstellung rein- oder rauszuzoomen oder diese zu verschieben, können Sie auch das Mausexplorer nutzen.

Des Weiteren können Sie mit dem Mausexplorer auch direkt Maßstab und Koordinaten der Systemgrafik (Zeichenbereich innerhalb der Plotränder) verändern. Folgende Mausexplorerfunktionen stehen Ihnen zur Verfügung:

#### **Systemgrafik verändern (neue Werte kontrollierbar unter "Blatt/von Hand"):**

- **[ Strg ]** + Mausexplorer hoch = Systemgrafik vergrößern (Maßstabsänderung)
- **[ Strg ]** + Mausexplorer runter = Systemgrafik verkleinern (Maßstabsänderung)
- **[ Shift ]** + Mausexplorer hoch = Systemgrafik nach oben verschieben

(Änderung Systemkoordinaten)

- **[ Shift ]** + Mausexplorer runter = Systemgrafik nach unten verschieben

(Änderung Systemkoordinaten)

- **[ Shift ]** + **[ Strg ]** + Mausexplorer hoch = Systemgrafik nach rechts verschieben

(Änderung Systemkoordinaten)

- **[ Shift ]** + **[ Strg ]** + Mausexplorer runter = Systemgrafik nach links verschieben

(Änderung Systemkoordinaten)

#### **Bildschirmkoordinaten verändern:**

- Mausexplorer hoch = Bildschirmausschnitt nach oben verschieben
- Mausexplorer runter = Bildschirmausschnitt nach unten verschieben
- **[ Alt ]** + **[ Strg ]** + Mausexplorer hoch = Bildschirmausschnitt vergrößern (ins Bild

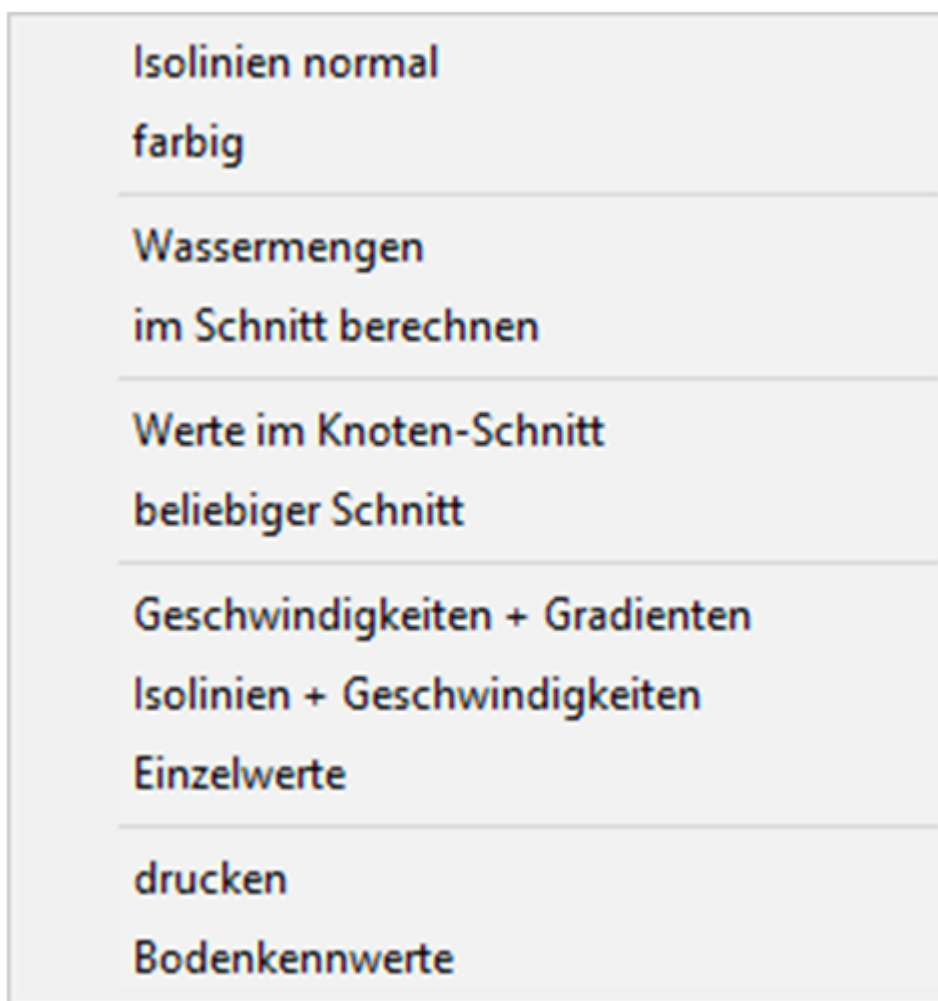
zoomen)

- **[ Alt ]** + **[ Strg ]** + Mausexplorer runter = Bildschirmausschnitt verkleinern

(aus Bild heraus zoomen)

- [ **Alt** ] + [ **Shift** ] + Mausrad hoch = Bildschirmausschnitt nach rechts verschieben
- [ **Alt** ] + [ **Shift** ] + Mausrad runter = Bildschirmausschnitt nach links verschieben

Wenn Sie mit der rechten Maustaste an einer beliebigen Stelle auf dem Bildschirm klicken, erhalten Sie ein Kontextmenü, das die wichtigsten Menüeinträge beinhaltet.



Mit einem Doppelklick der linken Maustaste über Legenden oder **Mini-CAD**-Objekten, springen Sie direkt in den Editor für das ausgewählte Objekt, um es z.B. weiter zu bearbeiten.

Sie können sich die Eingabe von Systemen vereinfachen, wenn Sie eine Grafik oder DXF-Datei des Systems über das **Mini-CAD** einbinden (siehe Handbuch " **Mini-CAD** "). Die Größe der Grafik oder DXF-Daten kann maßstabsgerecht eingestellt werden. Das muss aber für die Netzgenerierung nicht zwangsläufig sein. Wenn Sie mit einer Grafik nicht maßstabsgerecht das System nachbilden, können Sie nach abgeschlossener Eingabe über den Menüeintrag " **Netz / (Knoten) ändern** " Knopf " **über Forme I** " eine Maßstabskorrektur vornehmen.

## 5.2 GGU-CONTAM-FE: Funktionstasten

Einige Funktionstasten sind mit Programmfunktionen belegt. Die Zuordnung ist hinter den entsprechenden Menüeinträgen vermerkt. Die nachfolgenden Funktionstasten können Sie in allen GGU-Programmen mit den beschriebenen Programmfunktionen verwenden:

- [ **Esc** ] aktualisiert den Bildschirminhalt und setzt den Bildschirmausschnitt auf Ihren aktuellen Bildzoom zurück, der voreingestellt auf 1,0 steht. Das ist z. B. dann interessant, wenn Sie mit der Lupenfunktion Teilausschnitte der Zeichnung auf dem Bildschirm dargestellt haben und schnell zur Gesamtübersicht zurückkehren wollen.
- [ **F1** ] ruft die Handbuch-Datei auf.
- [ **F2** ] aktualisiert den Bildschirm, ohne den Bildausschnitt zu verändern.
- [ **F11** ] ruft den Menüeintrag "**Objekte verschieben**" auf, der in den GGU-Programmen unter verschiedenen Menütiteln erscheint, z.B. unter "**Blatt**", "**Ansicht**" oder "**Formblatt**".

## 5.3 GGU-CONTAM-FE: Symbol "Bereich kopieren/drucken"

Wenn Sie das Symbol "**Bereich kopieren/drucken**"

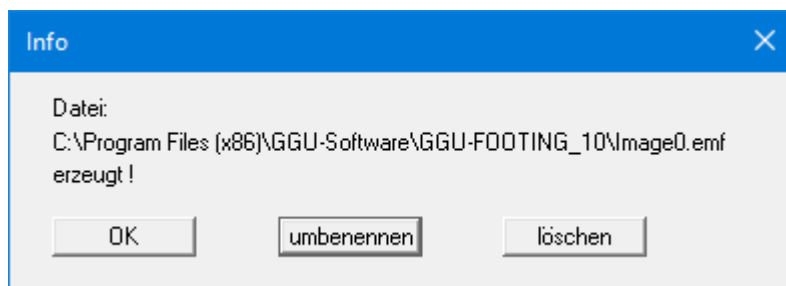


in der Symbolleiste für Menüeinträge anklicken, erhalten Sie eine Dialogbox, in der Ihnen die Möglichkeiten dieser Funktion erläutert werden. Sie können darüber Bereiche Ihrer Bildschirmgrafik entweder kopieren und z.B. in Ihren Berichtstext einfügen oder direkt auf einem Drucker ausgeben.

Sie wählen in der Dialogbox daher zunächst aus, wohin die Bereichskopie übergeben werden soll: "**Zwischenablage**", "**Datei**" oder "**Drucker**". Nach Verlassen der Dialogbox wird Ihr Cursor als Kreuz angezeigt und Sie können bei gedrückter linker Maustaste den gewünschten Bereich umfahren. Haben Sie den Bereich nicht nach Ihren Vorstellungen erfasst, brechen Sie kommende Boxen ab und rufen die Funktion durch erneutes Klicken auf das Symbol wieder auf.

Wenn Sie "**Zwischenablage**" gewählt hatten, wechseln Sie nach der Bereichserfassung z.B. in Ihr Word-Dokument und lassen dort über "**Bearbeiten / Einfügen**" den kopierten Bereich einfügen.

Wenn Sie "**Datei**" angewählt hatten, erscheint nach Festlegung des Bereiches die folgende Dialogbox, hier beispielhaft für das Programm **GGU-FOOTING** dargestellt:



Die Datei wird standardmäßig in dem Ordner gespeichert, in dem Sie das jeweilige Programm starten (hier: GGU-FOOTING\_10), und erhält den Dateinamen " **Image0.emf**" mit fortlaufender Nummerierung, wenn Sie mehrere Dateien erstellen. Wenn Sie in der Dialogbox auf den Knopf " **umbenennen**" klicken, erhalten Sie eine Dateiauswahlbox und können die Bereichskopie unter einem anderen Dateinamen in das von Ihnen gewünschte Dateiverzeichnis speichern lassen. Über den Knopf " **löschen**" brechen Sie den Speichervorgang ab.

Wenn Sie in der ersten Dialogbox den Knopf " **Drucker**" ausgewählt hatten, erscheint nach der Bereichserfassung eine Dialogbox, in der Sie die Druckereinstellungen festlegen können. Anschließend erscheint eine Dialogbox, mit der Sie die Bildeinstellungen für die Ausgabe festlegen. Nach Bestätigung Ihrer Einstellungen wird der definierte Bereich auf dem ausgewählten Drucker ausgegeben.

## 6 GGU-CONTAM-FE: Programmkonzept

Für eine Berechnung von Schadstoffausbreitungen wird unter anderem das Strömungsfeld (Geschwindigkeiten nach Größe und Richtung) benötigt. Diese Daten erhält das Programm **GGU-CONTAM-FE** aus einem Datensatz (z.B. "**plgw.da1**"), der in einer vorangegangenen Berechnung mit dem Programm **GGU-2D-SSFLOW** erzeugt wurde. Diese Datei muss daher nach dem Programmstart zunächst geladen werden. Das darin enthaltene Strömungsfeld bleibt während der gesamten Berechnung konstant.

Neben dem Strömungsfeld benötigt das Programm **GGU-CONTAM-FE** den Anfangszustand hinsichtlich der Schadstoffverteilung zum Zeitpunkt  $t = 0$ . Diese so genannten Anfangskonzentrationen können Sie beliebig definieren. Wenn Sie keine Definition vornehmen, unterstellt das Programm an allen Knoten eine Anfangskonzentration von "0".

Die Beispieldatei "**plgw.da1**" enthält neben dem Strömungsfeld auch den der stationären Berechnung zugrunde liegenden, effektiven Porenraum  $n_{eff}$ . Diesen **stationären** Bodenkennwert ( $n_{eff}$ ) können Sie im Programm **GGU-CONTAM-FE** nicht ändern. Wenn eine Änderung dieses Wertes zugelassen würde, würde das Strömungsfeld nicht mehr zu den berechneten Potentialen passen und die Schadstofftransportberechnung würde unsinnige Ergebnisse liefern. Sie müssen jedoch zusätzliche Bodenkennwerte angeben, die für eine Schadstofftransportberechnung erforderlich sind.

Neben zusätzlichen Bodenkennwerten können Sie im Programm **GGU-CONTAM-FE** Randbedingungen zeitabhängig definieren. Dazu geben Sie, in Abhängigkeit von der Zeit, Randgrößen (Konzentration oder Konzentrationsquelle) in Form von Polygonzügen vor. Diese Polygonzüge können Sie anschließend einzelnen oder mehreren Systemknoten zuweisen. Bodenkennwerte (für Schadstofftransportberechnung) und Polygonzüge sowie deren Zuordnung zu den Systemknoten können in einer Datei als so genannte Randwerte getrennt abgespeichert werden, um sie bei einer späteren Berechnung wieder verfügbar zu haben.

Bei der Schadstofftransportberechnung entsteht im Allgemeinen eine Flut von Ergebniswerten. Die Ergebnisse der Berechnung werden vom Programm **GGU-CONTAM-FE** in einer Datei (i.a. "**\*\_kon.plw**") abgelegt. Eine Auswertung der Schadstofftransportberechnung kann mit dem Programm **GGU-CONTAM-FE** nicht vorgenommen werden. Zur Auswertung steht das Programm **GGU-PLGW** zur Verfügung, welches in einem separaten Handbuch beschrieben ist.

Sie können das Programm **GGU-CONTAM-FE** gemäß den WINDOWS-Konventionen anstarten. Das Programm ist mit einer Vielzahl von Fehlerabfragen ausgestattet. Selbst hochgradig unsinnige Eingaben werden im Allgemeinen abgefangen und mit einer Fehlermeldung auf dem Bildschirm angezeigt. Unabhängig davon sollten Sie aus Sicherheitsgründen bei aufwendigeren Eingaben Ihre Daten zwischenzeitlich sichern, allein schon, um bei einem eventuellen Stromausfall nicht alle Eingaben neu tätigen zu müssen.

## 7 GGU-CONTAM-FE: Kurzbeschreibung

Da das Lesen von Handbüchern aus eigener Erfahrung lästig ist, folgt eine Kurzbeschreibung der wesentlichen Programmfunktionen. Sie sind nach dem Studium dieses Abschnitts nach kurzer Zeit in der Lage, auf der Basis einer stationären Grundwasserströmung einen Schadstofftransport zu berechnen. Feinheiten des Programms können Sie dann den weiteren Kapiteln entnehmen.

- Damit Sie für das in Ihrem Grundwasserströmungsprogramm **GGU-2D-SSFLOW** eingegebene System eine Schadstofftransportberechnung mit dem Programm **GGU-CONTAM-FE** durchführen können, erzeugen Sie im Programm **GGU-2D-SSFLOW** eine Datei mit der Endung ". **da1**". Diese Datei erhalten Sie, indem Sie unter " **System / berechnen**" den Schalter " **Datensatz für instationäre Berechnung erzeugen**" aktivieren.
- Starten Sie das Programm **GGU-CONTAM-FE** und wählen Sie über den Menüeintrag " **Datei / Stationäre GW-Daten laden**" das erforderliche System, in dem Sie eine Schadstofftransportberechnung durchführen möchten.
- Unter dem Menütitel " **Editor**" können Sie Ihre " **Bodenkennwerte**" definieren. Eine Erklärung zu den einzelnen Konstanten finden Sie unter dem Funktionsfeld "Info".
- Über den Menüeintrag "Editor / Anfangskonzentrationen einzeln" legen Sie die Anfangskonzentration in Ihrem System fest. Dies ist einzeln für bestimmte Knoten oder im Ausschnitt für mehrere Knoten möglich.
- Im Menüeintrag " **Editor / Randbedingungs-Polygone**" legen Sie die zeitlichen Konzentrationsänderungen als Polygonzug fest. Dies geschieht zunächst ortsungebunden. Durch Anklicken des Menüeintrages erhalten Sie eine Dialogbox, in der Sie über das Feld " **neuer**" und anschließend " **Polygonzug ändern**" die Anzahl Ihrer Polygonpunkte, d.h. die Anzahl der zeitlichen Änderungen Ihrer Konzentrationen, festlegen.
- Die Auswahl des Menüeintrages " **Editor / Polygone einzeln zuweisen**" ermöglicht Ihnen die Zuweisung eines Randbedingungs-Polygons auf einen bestimmten Knoten Ihres Systems oder einen bestimmten Ausschnitt.
- Mit " **Berechnung / starten**" wird die Schadstofftransportberechnung gestartet. Definieren Sie dazu die gewünschte Endzeit, an der die Berechnung enden soll. Danach werden vom Programm Überprüfungen (Peclet- und Courant-Kriterium) vorgenommen. Aus dem Courant-Kriterium resultiert der maximal zulässige Zeitschritt für Ihr System. Diesen Wert bekommen Sie vor Beginn der eigentlichen Berechnung in einer Dialogbox angezeigt. Sie können diesen Wert ändern. Wenn das Peclet-Kriterium nicht eingehalten wird, das im Wesentlichen die Elementgröße betrifft, bleibt Ihnen im Allgemeinen keine andere Wahl als mit verfeinertem Netz zu rechnen ( **GGU-2D-SSFLOW**).
- Zur Darstellung und Auswertung der Berechnungsergebnisse verwenden Sie das Programm **GGU-PLGW**, das es Ihnen ermöglicht, Ihre Ergebnisse eindrucksvoll auszudrucken. Laden Sie dazu in **GGU-PLGW** die Datei, die von **GGU-CONTAM-FE** erzeugt wurde (" \*\_kon.plw").

## 8 Theorie der Schadstoffausbreitung

### 8.1 GGU-CONTAM-FE: Allgemeines

Das vorrangige Ziel der Schadstofftransportberechnung ist die Prognose zukünftiger Zustände auf der Grundlage vorhandener Eingangsdaten und ggf. vorgegebener Abwehrmaßnahmen.

Mit numerischen Berechnungsansätzen können auch komplizierte Systeme untersucht und beurteilt werden. Eine exakte Nachbildung der natürlichen Verhältnisse ist wegen der Vielzahl der erforderlichen Eingangsparameter und der Inhomogenität von Grundwasserleitern schwierig. Prüfen Sie daher vor einer Schadstofftransportberechnung, ob Ihre Eingangsdaten überhaupt eine Schadstofftransportberechnung rechtfertigen.

### 8.2 GGU-CONTAM-FE: Relevante Mechanismen für den Schadstofftransport

Fünf wichtige Mechanismen beschreiben den Schadstofftransport im Grundwasser und müssen bei der Ausbreitungssimulation als Ausgangsgrößen eingegeben werden:

- **Konvektion**

bedeutet die Verfrachtung des Schadstoffes in Richtung und mit der Abstandsgeschwindigkeit der Grundwasserströmung. Dieser Transportmechanismus ist bei einem fließenden System meist der dominanteste, wird jedoch von den anderen überlagert und beeinflusst. Mathematisch geht dieser Mechanismus in Form der Abstandsgeschwindigkeiten  $u_x$  und  $u_y$  in die Differentialgleichung ein.

- **Dispersion**

beinhaltet die lokale Abweichung von der mittleren Fließgeschwindigkeit. Man unterscheidet die korngerüstbedingte Dispersion, die u.a. die Umlenkung der Strömung durch das Korngerüst beschreibt, und die Makrodispersion, die bei der Beschreibung weiträumiger Schadstoffausbreitungen z.B. durch Sandlinsen und Schichtungen dominiert. Dieser Mechanismus wird von den mathematischen Größen longitudinale (in Fließrichtung) Dispersivität

$$\alpha$$

$L$  (m) und transversale (quer zur Fließrichtung) Dispersivität

$$\alpha$$

$T$  (m) beschrieben.

- **Diffusion**

Dieser Transport wird durch das Konzentrationsgefälle bestimmt. Er wirkt sich meist nur in Systemen mit äußerst geringer Geschwindigkeit aus. Der Diffusionskoeffizient  $D_m$  in Wasser von 10°C liegt bei  $10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ .

- **Adsorption**

beschreibt den Rückhalt des Schadstoffes durch Anlagerung an das Korngerüst und wird mit Hilfe der Sorptionskonstante  $S_{orp}$  (-) ausgedrückt. Die Sorptionskonstante ist das Produkt aus Korndichte und Adsorptionskoeffizient. Durch die Adsorption erfährt die Schadstoffausbreitung eine Verzögerung.

- **Abbau**

Infolge physikalischer, chemischer und biologischer Umsetzungsprozesse werden Schadstoffe aus dem Grundwasser eliminiert. Diesen Vorgang beschreibt die Zerfallskonstante

$$\lambda$$

( $1/\text{s}$ ).

Aus diesen Größen ergibt sich eine Massenbilanz und eine raum- und zeitabhängige Differentialgleichung, die berechenbar ist:

Massenbilanz:

Zunahme der gelösten Schadstoffmasse =

Nettoeintrag durch Konvektion

+ Nettoeintrag durch Diffusion und Dispersion

+ Eintrag aus Schadstoffquellen

- Entnahme durch Brunnen

- Verluste durch Abbaureaktionen

- Adsorption an der Kornmatrix

## 8.3 Schadstofftransportberechnung mit dem FE

### 8.3.1 GGU-CONTAM-FE: Das Peclet-Kriterium

Wie bekannt ist, ermöglicht die FE-Methode eine nahezu uneingeschränkte Einteilung des Systems in Dreieckselemente. Die Konzentrationen werden als linear verteilt über das Element angenommen. Bei scharfen Schadstofffronten ist ein entsprechender Ansatz nicht mehr in der Lage, die Schadstoffverteilung exakt nachzubilden. Es kommt dann zu einem **Versmieren** der Schadstofffronten. Dieser Effekt wird als numerische Dispersion bezeichnet. Er tritt vorwiegend dann auf, wenn der Anteil der Konvektion gegenüber den anderen Mechanismen (Dispersion und Diffusion) groß ist. Dies kann durch eine engere Wahl des Dreiecksnetzes verhindert werden.

Zur Überprüfung, ob ein System die Gefahr einer numerischen Dispersion aufweist und damit zur Berechnung der erforderlichen Netzdichte dient das "**Peclet-Kriterium**". Das Peclet-Kriterium wird vom Programm nach dem Anstarten der Berechnung überprüft. Falls Überschreitungen vorliegen, ist eine Netzverdichtung erforderlich. Dazu müssen Sie das System nochmals mit **GGU-2D-SSFLOW** bearbeiten. Bei bestimmten Verhältnissen sind jedoch sehr dichte Netze erforderlich. Sie können dann gegebenenfalls mit dem RANDOM-WALK-Verfahren eine Lösung erzielen, da dieses Verfahren den Effekt der numerischen Dispersion nicht kennt (Programm **GGU-CONTAM-RW**).

### 8.3.2 GGU-CONTAM-FE: Das Courant-Kriterium

Alle numerischen Verfahren werden hinsichtlich ihrer Genauigkeit durch die Zeitschrittgröße  $\Delta t$  beeinflusst. Mit kleinen Zeitschritten werden zwar genaue Ergebnisse erhalten, die Rechenzeit steigt jedoch ebenfalls entsprechend. Die optimale Zeitschrittgröße kann aus dem "**Courant-Kriterium**" abgeleitet werden.

Das Programm überprüft das Courant-Kriterium nach Anstarten der Berechnung und bietet Ihnen dann die ermittelte Zeitschrittgröße an.

## 9 Menütitel Datei

### 9.1 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "(Stationäre) GW-Daten laden"

Als Grundlage für Ihre Schadstofftransportberechnung laden Sie über diesen Menüeintrag die Daten eines zuvor mit dem Programm **GGU-2D-SSFLOW** berechneten stationären Grundwassermodells. Diese Datei hat standardmäßig den Namen ".da1". Damit das Programm **GGU-2D-SSFLOW** diesen Datensatz erzeugt, müssen Sie im Programm **GGU-2D-SSFLOW** im Menüeintrag " **System / berechnen**" den Schalter " **Datensatz für instationäre Berechnungen erzeugen**" aktivieren.

### 9.2 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Speichern unter"

Für Parameterstudien - z.B. bei Ansatz verschiedener Polygonzüge - ist es ratsam, jeweils einzelne Ausgangsdatsätze ".da1" zu erzeugen, da Sie auf die Benennung der Ergebnisdateien Ihrer instationären Berechnung keinen Einfluss haben. Das Programm speichert die Grunddaten automatisch unter dem Namen der Ausgangsdatei erweitert um den Zusatz "\_t" in eine ".dat"-Datei. Die Ergebnisse für die spätere Auswertung in **GGU-PLGW** werden automatisch in eine "\_t.plw"-Datei gespeichert. Es könnten daher bei gleicher Ausgangsdatei verschiedene instationäre Systeme versehentlich in dieselben Ergebnisdateien geschrieben werden.

Über diesen Menüeintrag speichern Sie die Daten in eine bestehende oder neue Datei mit der Dateiendung ".da1". Wenn Sie beim Speichern keine Endung vergeben, wird automatisch die Endung ".da1" gewählt.

### 9.3 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Systeminfo"

Durch den Aufruf dieses Menüeintrages erhalten Sie Informationen über das von Ihnen geladene System, die Anzahl der Dreieckselemente und der Knoten.

### 9.4 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Randwerte laden"

Sie können eine Datei mit Randwerten, die Sie bei einer früheren Bearbeitung bereits festgelegt und unter dem Menüeintrag " **Datei / Randwerte speichern**" abgespeichert haben, mit diesem Menüeintrag wieder aufrufen, um diese erneut zu bearbeiten oder als Grundlage für eine Schadstofftransportberechnung zu verwenden. Die Datei enthält die Bodenkennwerte und die Polygonzüge, sowie die Zuordnung der Polygonzüge zu den Systemknoten.

## 9.5 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag (Randwerte) speichern"

Nach Auswahl dieser Funktion können Sie Ihre festgelegten Randwerte abspeichern, um die Daten zu einem späteren Zeitpunkt wieder verfügbar zu haben. Die Datei mit der Endung "**.kon\_gw**" enthält die Bodenkennwerte und die Polygonzüge, sowie die Zuordnung der Polygonzüge zu den Systemknoten.

## 9.6 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Drucker einstellen"

Sie können gemäß den WINDOWS-Konventionen die Einstellung des Druckers ändern (z.B. Wechsel zwischen Hoch- und Querformat) bzw. den Drucker wechseln.

## 9.7 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Drucken"

Sie können ihr Ausgabeformat in einer Dialogbox auswählen. Dabei haben Sie die folgenden Möglichkeiten:

- "**Drucker**"

bewirkt die Ausgabe der aktuellen Bildschirmgrafik auf dem WINDOWS-Standarddrucker oder gegebenenfalls auf einem anderen, im Menüeintrag "**Datei / Drucker einstellen**" ausgewählten Drucker. Sie können aber auch direkt in der folgenden Dialogbox über den Knopf "**Drucker einstellen / wechseln**" einen anderen Drucker auswählen.



Im oberen Teil der Dialogbox werden die maximalen Abmessungen angegeben, die der ausgewählte Drucker beherrscht. Darunter können die Abmessungen der auszugebenden Zeichnung abgelesen werden. Wenn die Zeichnung größer als das Ausgabeformat des Druckers ist, wird die Zeichnung auf mehrere Blätter gedruckt (im obigen Beispiel 4). Um die Zeichnung später besser zusammenfügen zu können, besteht die Möglichkeit, zwischen den einzelnen Teilausgaben der Zeichnung eine Überlappung in x- und y-Richtung einzustellen. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, einen kleineren Zoomfaktor zu wählen, der die Ausgabe eines einzelnen Blattes sicherstellt (Knopf "**einpassen**"). Anschließend kann dann auf einem Kopierer wieder auf das Originalformat vergrößert werden, um die Maßstabstreue zu sichern. Außerdem kann die Anzahl der Kopien eingegeben werden.

- "**DXF-Datei**"

ermöglicht die Ausgabe der Grafik in eine DXF-Datei. DXF ist ein sehr verbreitetes Datenformat, um Grafiken zwischen unterschiedlichen Anwendungen auszutauschen.

- "**GGU-CAD-Datei**"

ermöglicht die Ausgabe des aktuellen Bildschirminhalts in eine Datei, um mit dem

Programm **GGU-CAD** die Zeichnung weiterzuverarbeiten. Gegenüber der Ausgabe als DXF-Datei hat das den Vorteil, dass keinerlei Qualitätsverluste hinsichtlich der Farbübergabe beim Export zu verzeichnen sind.

- "**Zwischenablage**"

Der aktuelle Bildschirminhalt wird in die WINDOWS-Zwischenablage kopiert. Von dort aus kann er zur weiteren Bearbeitung in andere WINDOWS-Programme, z.B. eine Textverarbeitung, übernommen werden. Für den Import in ein anderes WINDOWS-Programm muss man im Allgemeinen dort den Menüeintrag "*Bearbeiten / Einfügen*" wählen.

- "**Metadatei**"

Eine Metadatei ermöglicht die Ausgabe des aktuellen Bildschirminhalts in eine Datei, um im Rahmen eines anderen Programms die Zeichnung weiterzuverarbeiten. Die Ausgabe erfolgt im so genannten EMF-Format (Enhanced Metafile-Format), das standardisiert ist. Die Verwendung des Metadatei-Formats garantiert die bestmögliche Qualität bei der Übertragung der Grafik.

Wenn Sie das Symbol "**Bereich kopieren/drucken**"



aus der Symbolleiste des Programms wählen, können Sie auch Teilbereiche der Grafik in die Zwischenablage transportieren oder als EMF-Datei abspeichern. Alternativ können Sie den markierten Bereich direkt auf Ihrem Drucker ausdrucken (siehe "Tipps und Tricks").

Über das Programmmodul "**Mini-CAD**" können Sie auch entsprechende EMF-Dateien, die von anderen GGU-Programmen erzeugt wurden, in Ihre Grafik einbinden.

- "**Mini-CAD**"

ermöglicht die Ausgabe der Grafik in eine Datei, die in jedem anderen GGU-Programm mit dem entsprechenden **Mini-CAD**-Modul eingelesen werden kann.

- "**GGUMiniCAD**"

ermöglicht die Ausgabe des aktuellen Bildschirminhalts in eine Datei, um die Zeichnung im Programm GGUMiniCAD weiterzuverarbeiten.

- "**Abbruch**"

Die Aktion "**Drucken**" wird abgebrochen.

## 9.8 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "beenden"

Sie können nach einer Sicherheitsabfrage das Programm beenden.

## 9.9 GGU-CONTAM-FE: Menüeinträge "1,2,3,4"

Die Menüeinträge " **1,2,3,4**" zeigen Ihnen die letzten vier bearbeiteten Dateien an. Durch Anwahl eines dieser Menüeinträge wird die aufgeführte Datei geladen. Falls Sie Dateien in anderen Verzeichnissen als dem Programmverzeichnis abgelegt haben, sparen Sie sich damit das manchmal mühselige **Hangeln** durch die verschiedenen Unterverzeichnisse.

## 10.1 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Bodenkennwerte"

|   | 100  | 25   | 1000 | 5000   | 10000 | 100000 |
|---|------|------|------|--------|-------|--------|
| N | 100  | 400  | 1600 | 6400   | 25600 | 102400 |
| 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.0000 | 1.00  | 1.00   |
| 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.0000 | 1.00  | 1.00   |
| 3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.0000 | 1.00  | 1.00   |

Seite 23 / 42

## 10.2 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Anfangskonzentrationen einzeln"

Dieser Menüeintrag erzeugt zunächst eine Dialogbox, in der Sie die Dezimalstellen hinter dem Komma bei der Angabe der Konzentration und die Schriftgröße vorgeben können.

Nach Klicken auf "OK" wird das FE-Netz auf dem Bildschirm dargestellt. Klicken Sie den entsprechenden Knotenpunkt mit der linken Maustaste an. Die aktuelle Lage der Maus in Ihrem Koordinatensystem wird Ihnen in der Statusleiste unten im Programmfenster angezeigt. In der darauffolgenden Dialogbox geben Sie die gewünschte Anfangskonzentration an.



Die Längendimension muss wiederum zur Längendimension der Durchlässigkeit passen. Wenn Sie einen Knoten mit der rechten Maustaste anklicken, wird eine eventuell vorhandene Anfangskonzentration gelöscht, also auf "0" gesetzt.

## 10.3 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "(Anfangskonzentrationen) im Ausschnitt"

Klicken Sie entgegen dem Uhrzeigersinn vier Punkte an, um den ausgewählten Ausschnitt zu definieren. Sie werden dann nach der Anfangskonzentration gefragt, die Sie für alle Knoten innerhalb des Ausschnitts vergeben möchten. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, alle definierten Anfangskonzentrationen zu löschen, also auf "0" zu setzen.

## 10.4 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "(Anfangskonzentrationen) aus Datei"

Sie können aus einer vorhandenen Berechnung Konzentrationen als Anfangskonzentrationen einlesen. Es wird der erste Zeitschritt nach der eingegebenen Zeit eingelesen.

## 10.5 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Randbedingungs-Polygone"

Mit Hilfe dieses Menüeintrages legen Sie die sich zeitlich verändernden (instationären) Randbedingungen Ihres Systems fest bzw. können bereits definierte Polygonzüge weiter bearbeiten; dabei geben Sie die Konzentrationen in den bestimmten Zeiträumen an. Die Eingabe eines Polygonzuges erfolgt ortsunabhängig. Vorhandene Polygonzüge werden in der Dialogbox dieses Menüeintrages über den Knopf mit der jeweiligen Polygonzug-Nummer aufgerufen.



Es erscheint die gleiche Dialogbox wie beim Klicken auf den Knopf "**neuer**", die Ihnen die folgenden Möglichkeiten bietet:

- "**fertig**"

Wenn Sie alle Änderungen für den gewählten oder neuen Polygonzug durchgeführt haben, verlassen Sie über diesen Knopf die Dialogbox. Sie können dann durch erneutes Klicken auf den Knopf "**neuer**" einen weiteren Polygonzug festlegen.

- "**Polygonzug ändern**"

Es erscheint beispielsweise folgende Dialogbox:

| Nr | Zeit [T]    | Wert [M/T] oder [M/L³] |
|----|-------------|------------------------|
| 1  | 0.000000E+0 | 0.0000E+0              |
| 2  | 1.000000E+0 | 0.0000E+0              |

Über den Knopf "**2 Polygonpunkte ändern**" bestimmen Sie die Anzahl der Aufpunkte des Polygonzuges. Sie haben die Möglichkeit, bis zu 100 Polygonpunkte zu definieren. Für Ihre Aufpunkte definieren Sie anschließend die Zeitabfolge mit dem zugehörigen Wert der Randbedingung. Achten Sie dabei auf die Dimensionen, die Sie verwenden. Das Programm **GGU-CONTAM-FE** arbeitet dimensionsecht. Daher muss die Zeit in der Zeitdimension eingegeben werden, die Sie bei der Durchlässigkeit benutzt haben. Der Wert des Polygons muss in Masse/Zeit (z.B. mg/s) für Konzentrationsquellen bzw. in Masse/Länge<sup>3</sup> für Konzentrationen eingegeben werden. Die Längendimension muss wiederum zur Längendimension der Durchlässigkeit passen. Wenn Sie einen Polygonpunkt einfügen wollen, geben Sie diesen als zusätzlichen Wert am Ende der Tabelle ein und wählen anschließend den Schalter "**sortieren**".

Nach Anklicken des Feldes "**fertig**" kommen Sie wieder zu Ihrer Ausgangsdialogbox.

- "**Polygonzug ansehen**"

Mit diesem Befehl haben Sie die Möglichkeit, Ihren Polygonzug in einem Diagramm dargestellt anzusehen und zu überprüfen.

- "**Polygonzug löschen**"

Durch Anklicken dieses Feldes können Sie den aktuellen Polygonzug nach einer Sicherheitsabfrage löschen.

- "**Polygonzug manipulieren**"

Sie können die Werte des Polygonzuges als Ganzes über Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division ändern.

- " **Polygonzug laden** "

Sie können die Werte aus einer vorher gespeicherten Datei (z.B. aus einem früheren Projekt oder anderem System) laden.

- " **Polygonzug speichern** "

Sie können die eingegebenen Werte in eine Datei speichern, um sie z.B. für andere Systeme zu Verfügung zu haben.

- " **ASCII-Daten einlesen** "

Wenn Sie die Werte eines Polygonzuges als ASCII-Datei vorliegen haben, können Sie diese Werte aus der Datei einlesen.

- " **ASCII-Daten speichern** "

Der aktuelle Polygonzug kann als ASCII-Datei abgespeichert werden.

- " **Polygonzug duplizieren** "

Die Werte des aktuellen Polygonzuges werden dupliziert und einem neuen Polygonzug zugewiesen. Sie befinden sich anschließend direkt in der Dialogbox des neuen Polygonzuges und können dort über die entsprechenden Knöpfe (z.B. " **Polygonzug ändern** ", s. o.) die Werte ansehen, ändern oder löschen.

- " **Polygonzug über Sinusfunktion** "

Diese Funktion ermöglicht es Ihnen, einen Polygonzug über eine Sinusfunktion zu generieren. Dies kann z.B. in tidebeeinflussten Bereichen sinnvoll sein.

- "Polygonzug dahinter kopieren"

Sie können bereits eingegebene Punkte innerhalb dieses Polygonzuges kopieren und am Ende ansetzen. Damit verkürzen Sie sich die Eingabearbeit, wenn zum Beispiel 2 **Wellen** hintereinander folgen.

## 10.6 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Polygone einzeln zuweisen"

Dieser Menüeintrag ermöglicht Ihnen nach einer Abfrage der Schriftgröße die Zuweisung eines Randbedingungs-Polygons auf einen bestimmten Knoten.

Nach Anklicken eines Knotens mit der linken Maustaste erscheint die folgende Dialogbox:



Im obigen Beispiel können Sie zwischen zwei vordefinierten Randbedingungs-Polygonen auswählen. Ferner legen Sie fest, ob die Randbedingung eine Konzentration oder eine Konzentrationsquelle ist.

Wenn Sie einen Knoten mit der rechten Maustaste anklicken, wird eine eventuell vorhandene Zuweisung eines Polygons gelöscht.

## 10.7 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "(Polygone) im Ausschnitt"

Durch die Anwahl dieses Menüeintrages können Sie einem Ausschnitt Ihres Systems ein Randbedingungs-Polygon zuweisen. Über eine Info-Dialogbox können Sie einen Ausschnitt mit der linken Maustaste definieren, dem Sie dann nach einer Abfrage, ob Sie eine Bedingung setzen oder löschen möchten, einen bestimmten, von Ihnen zuvor festgelegten, Polygonzug zuweisen.

## 11 Menütitel Kontrolle

### 11.1 GGU-CONTAM-FE: Allgemeiner Hinweis

Die Menüeinträge unter diesem Menütitel dienen der Kontrolle der stationären Daten und als **Erinnerungsstütze** für Sie. Sie können das Netz auf Ihrem Bildschirm mit den gewünschten Angaben darstellen. Die Parameter für die Berechnung des Netzes können mit den folgenden Menüeinträgen nicht verändert werden.

### 11.2 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Einstellungen"

Über diesen Menüeintrag legen Sie fest, wie das FE-Netz auf dem Bildschirm dargestellt werden soll. Die Element-Nr. und die Boden-Nr. können nicht gleichzeitig dargestellt werden.

Über den Knopf "**Netz darstellen**" erhalten Sie die Darstellung Ihres FE-Netzes mit den gewählten Einstellungen.

### 11.3 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Netz"

Wenn Sie diesen Menüeintrag wählen, wird das FE-Netz dargestellt.

### 11.4 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Umriss"

Nach Anwahl dieses Menüeintrags wird der Umriss der verschiedenen Böden des FE-Systems dargestellt.

### 11.5 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Umriss (farbig)"

Wenn Sie diesen Menüeintrag wählen, wird der Umriss Ihres Systems mit Hinterlegung der Bodenfarben dargestellt.

### 11.6 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Isolinien"

Über diesen Menüeintrag können Sie Isolinien in Farbe z.B. für die Potentiale des stationären Anfangszustandes darstellen lassen.



In der Dialogbox können Sie folgende Einstellungen treffen:

- Bereich "**Isolinienwerte**"

Drücken Sie zunächst den Knopf "**Extremwerte ermitteln ...**". Das Programm bestimmt dann das minimale und das maximale Potential. Sie können anschließend diese Werte auch ändern, um z.B. einen festgelegten Startwert zu haben.

- Bereich "**Farbfüllungen**"

Mit "**Anzahl Farben** ="steuern Sie die Farbunterteilung des Isolinienplans. Im obigen Beispiel würden 16 Farbabstufungen zwischen den Farben "**Farbe 1**" und "**Farbe 2**" vorgenommen werden. Voreingestellt ist ein Verlauf von rot nach blau. Sie können diese beiden Farben nach Anwahl der Knöpfe "**Farbe 1**" bzw. "**Farbe 2**" beliebig verändern oder einfach über den Schalter "**Farbfolge wechseln**" den Farbverlauf umdrehen.

- Bereich "**weitere Einstellungen**"

Sie können zusätzlich zur Farbdarstellung das Dreiecksnetz und/oder den Umriss einzeichnen lassen. Ebenso ist eine zusätzliche Isolinien-Darstellung möglich. Über den Knopf "**Beschriftung einstellen**" können Sie eine Linienbeschriftung einstellen.

- "**OK**"

Nach Bestätigung wird die Farbdarstellung veranlasst.

Ein Farbbalken am rechten Bildrand Ihres Ausgabeblattes dient der Zuordnung zwischen jeweiliger Farbe und zugehöriger Größe. Wenn dieser Balken in die seitliche Blattbegrenzung gezeichnet wird, stellen Sie im Menüeintrag "**Blatt / Blattformat**" den rechten Plotrand auf einen größeren Wert (z.B. 25 mm) ein.

## 11.6.1

## 12 Menütitel Berechnung

### 12.1 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "starten"

Nach Anklicken dieses Menüeintrages oder alternativ nach Drücken der Funktionstaste [ F5] erscheinen mehrere Dialogboxen mit Informationen und Abfragen zu den Peclet- und Courant- Kriterien (Erläuterung vgl. Kapitel 7), die Sie akzeptieren oder verändern können. Bei einem vertikal ebenen System erscheint danach die folgende Dialogbox:



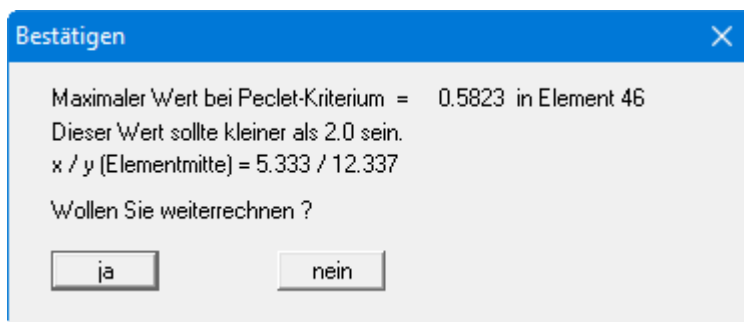
Im oberen Bereich definieren Sie die "**Endzeit**" Ihrer instationären Berechnung (Dimension wie Durchlässigkeit).

In der Ausgabedatei sind alle Ergebnisse der instationären Berechnung enthalten. Sie erhält automatisch die Endung "**\_t.plw**", da im Auswerteprogramm **GGU-PLGW** der Übersicht halber eine Dateiauswahlbox erscheint, die nur Dateien mit dieser Endung enthält. Da bei einem längeren Speicherpfad dieser in der Dialogbox abgekürzt dargestellt wird, können Sie vor der Berechnung auf den Knopf "**Vollen Dateinamen zeigen**" klicken. Sie erhalten dann den Namen der Datei Ihrer instationären Berechnungsdaten mit Angabe des vollständigen Speicherpfades angezeigt.

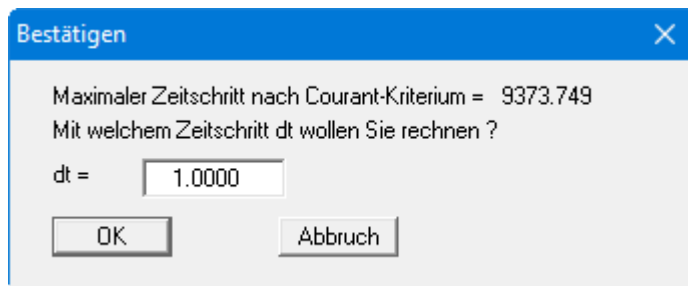
Bei einer Schadstofftransportberechnung kommt es im Allgemeinen zu einer Flut von Ergebnisdaten mit entsprechend großen Dateien. Häufig muss ein kleiner Zeitschritt gewählt werden, um ausreichend genaue Ergebnisse zu erhalten. Sie können daher einstellen, bei welchen Zeiten eine Datenausgabe erfolgen soll.

Unabhängig vom gewählten Zeitschritt springt das Programm bei der Berechnung alle Zeiten von Randbedingungs-Polygonen an. Wenn Sie den Schalter "**bei allen Aufpunkten der Polygonzüge**" aktivieren, werden zusätzlich zur übrigen Eingabe die Ergebnisse dieser Zeiten ausgegeben. Die Datenausgabe kann also entweder bei allen Aufpunkten der Polygonzüge sein, immer nach einer frei wählbaren Zeit [T] oder bei jedem eingestellten (x-ten) Zeitschritt. Diese drei Möglichkeiten sind untereinander frei kombinierbar. Denkbar ist z.B. auch, unter Ausgabe von Daten "**bei jedem x-ten Zeitschritt**" einen sehr großen Wert vorzugeben und ein Randbedingungspolygon zeitlich so zu unterteilen, dass nur zu den von Ihnen hier vorgegebenen Zeiten eine Ausgabe erfolgt.

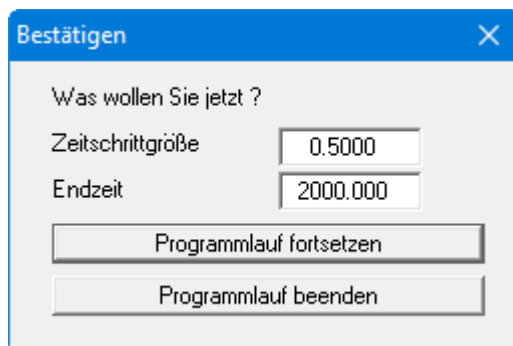
Nach der Anwahl des "**OK**"-Knopfes nimmt das Programm einige Überprüfungen vor. Zunächst wird das Peclet-Kriterium überprüft.



Danach erfolgt eine Überprüfung des Courant-Kriteriums mit der Angabe des optimalen Zeitschritts.



Nach der Auswahl des "OK"-Knopfes wird die eigentliche Berechnung gestartet. In einer Dialogbox wird Ihnen dabei der Berechnungs-Fortschritt angezeigt. Bei sehr lang dauernden Berechnungen können Sie mit dem Knopf "Abbrechen" die Berechnung zunächst unterbrechen. Sie haben dann in einer weiteren Dialogbox die Möglichkeit, die Berechnung zu beenden oder die Zeitschrittgröße und/oder Endzeit zu verändern und anschließend den Rechenlauf fort zu setzen.



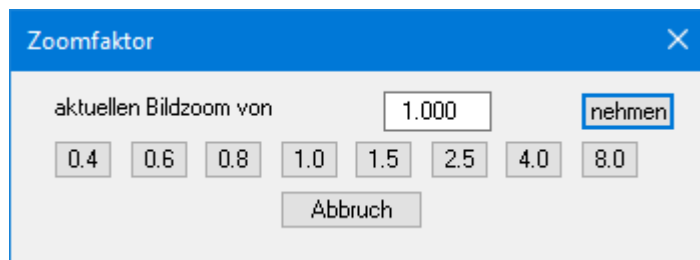
Während der Berechnung wird der Datensatz "\*\_kon.plw" für das Auswerteprogramm erzeugt. Wenn Sie nach dem Anstarten der Berechnung das Programm **GGU-PLGW** aufrufen, können Sie die aktuellen Ergebnisse auch während der noch laufenden Berechnung kontrollieren und auswerten. Besonders imposant ist dabei die Funktion "Zeichentrick", die parallel zur laufenden Berechnung ausgeführt werden kann.

## 13 Menütitel Ansicht

### 13.1 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "aktualisieren"

Das Programm arbeitet nach dem Prinzip **What you see is what you get**. Das bedeutet, dass die Bildschirmdarstellung weitgehend der Darstellung auf dem Drucker entspricht. Bei einer konsequenten Verwirklichung dieses Prinzips müsste nach jeder Änderung, die Sie vornehmen, vom Programm der Bildschirminhalt aktualisiert werden. Da das bei komplexem Bildschirminhalt jedoch einige Sekunden dauern kann, wird dieser Neuaufbau des Bildschirminhalts aus Gründen der Effizienz nicht bei allen Änderungen vorgenommen.

Wenn z.B. durch die Lupenfunktion (siehe unten) nur Teile des Bildes sichtbar sind, können Sie mit diesem Menüeintrag wieder eine Vollbilddarstellung erreichen.



Sie können einen beliebigen Zoomfaktor zwischen 0,4 und 8,0 in das Eingabefeld eintragen. Durch anschließendes Klicken auf "**nehmen**" verlassen Sie die Box, die Eingabe wird als aktueller Faktor übernommen. Beim Klicken auf die Knöpfe "**0.4**", "**0.6**" usw. wird der angewählte Faktor direkt übernommen und die Dialogbox verlassen.

Wesentlich einfacher erreichen Sie eine Vollbilddarstellung jedoch mit der [**Esc**]-Taste. Das Drücken der [**Esc**]-Taste bewirkt eine Vollbilddarstellung mit dem unter diesem Menüeintrag eingestellten Zoomfaktor. Mit der Taste [**F2**] erreichen Sie einen Neuaufbau des Bildschirms, ohne dass Koordinaten und Zoomfaktor verändert werden.

### 13.2 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Lupe"

Sie können durch Anklicken von zwei diagonal gegenüberliegenden Punkten einen Bildschirmausschnitt vergrößern, um Details besser erkennen zu können. Eine Infobox informiert Sie über Aktivierung und Möglichkeiten der Lupenfunktion.

### 13.3 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Stifte"

Zur übersichtlicheren Gestaltung der Grafiken können Sie die Stifteinstellung für verschiedene Zeichnungselemente in den GGU-Programmen voreinstellen.

Für die in der Dialogbox aufgeführten Elemente können Sie die Stiftbreiten ändern und nach Klicken auf den Knopf mit der Elementbezeichnung die Stift- und/oder Füllfarben anpassen. In einigen GGU-Programmen können Sie für ausgewählte Elemente zusätzlich noch eine Strichelung definieren.

Bei der grafischen Ausgabe von Farben auf **Einfarbdruckern** (z.B. Laserdruckern) werden Farben durch eine äquivalente Grauschattierung ersetzt. Bei sehr hellen Farben sind dann entsprechende Grafikelemente auf dem Drucker kaum noch erkennbar. In entsprechenden Fällen ist eine Änderung der Farbeinstellung auf dunklere Farben sinnvoll.

## 13.4 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Schriftart"

Mit diesem Menüeintrag können Sie auf einen anderen True-Type-Font umschalten. In der Dialogbox werden alle zur Verfügung stehenden True-Type-Fonts angezeigt.

## 13.5 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Mini-CAD und CAD für Kopfdaten"

Mit diesen beiden Menüeinträgen können Sie Ihre Zeichnung frei beschriften sowie mit zusätzlichen Linien, Kreisen, Polygonen und Grafiken (z.B. Dateien im Format BMP, JPG, PSP, etc.) versehen. Sie können auch PDF-Dateien als Grafiken einlesen. Bei beiden Menüeinträgen erscheint das gleiche Popupmenü, dessen Symbole und Funktionen im [Handbuch "Mini-CAD"](#) näher erläutert sind.

Zwischen Mini-CAD und CAD für Kopfdaten besteht folgender Unterschied:

- Zeichenobjekte, die Sie mit "**Mini-CAD**" erstellen, beziehen sich auf das Koordinatensystem (im Allgemeinen in [m]), in dem die Zeichnung erstellt ist, und werden entsprechend dargestellt. Diesen Menüeintrag sollten Sie daher anwählen, wenn Sie zusätzliche Informationen zum System eingeben wollen. Diese Objekte können über das Symbol



im Popupmenü in eine Datei "**.mcd**" gespeichert werden und als solche in anderen GGU-Programmen über das Symbol



im Popupmenü geladen werden.

- Zeichenobjekte, die Sie mit "**CAD für Kopfdaten**" erstellen, beziehen sich auf das Blattformat (in [mm]). Sie bleiben damit unabhängig vom Koordinatensystem der Messpunkte immer an der gleichen Blattposition. Diesen Menüeintrag sollten Sie wählen, wenn Sie allgemeine Informationen auf der Zeichnung angeben wollen (z.B. Firmenlogo, Berichtsnummer, Anlagennummer, Stempel). Wenn Sie diese so genannten Kopfdaten über das Symbol



im Popupmenü in eine Datei ".kpf" abspeichern , können Sie diese Kopfdaten für ein völlig anderes System (mit anderen Systemkoordinaten) und auch in anderen GGU-Programmen über das Symbol



im Popupmenü wieder laden. Die abgespeicherten Kopfdaten befinden sich dann wieder an der gleichen Position. Das vereinfacht die Erstellung von allgemeinen Blattinformationen wesentlich.

## 13.6 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Allgemein Legende"

Auf dem Bildschirm wird eine Legende mit wesentlichen Grundlagen des Systems dargestellt. In der Dialogbox dieses Menüeintrages können Sie die Darstellungsform verändern, wenn der Schalter "**Legende eintragen**" aktiviert ist.

**Allgemein (Werte in mm)**

☒ Legende eintragen

Überschrift:  
Beispiel

x-Wert: 60.00

y-Wert: 280.00

Schriftgröße [mm]: 3.0

max. Anzahl Zeilen: 50

Dateinamen eintragen

☒ ohne ☐ kurz ☐ lang

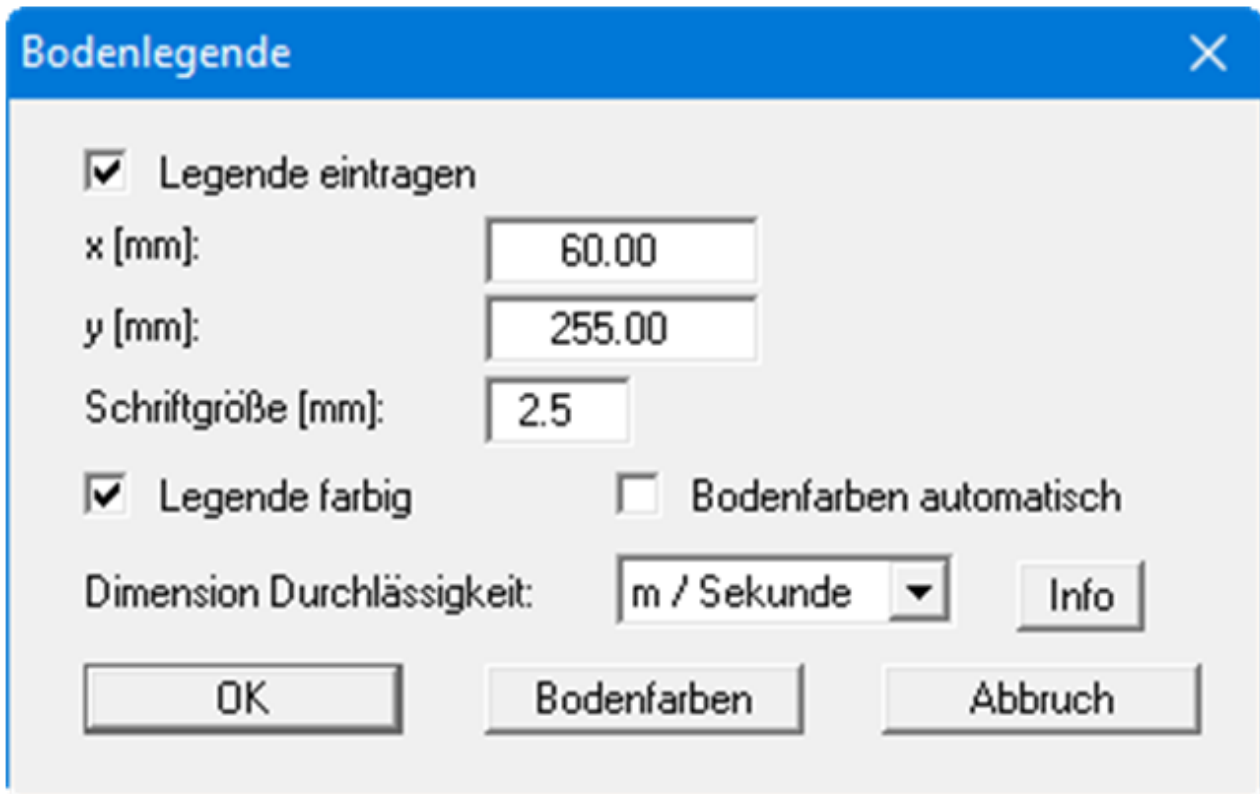
OK Abbruch

Mit den Werten für "x" und "y" definieren und verändern Sie die Lage der Legende auf dem Ausgabeblatt. Über die "**Schriftgröße**" und "**max. Anzahl Zeilen**" steuern Sie die Größe der Legende, gegebenenfalls erfolgt eine mehrspaltige Darstellung. In einigen Legenden können Sie auch eine Hintergrundfarbe definieren.

Am schnellsten können Sie die Position der Legende verändern, indem Sie die Funktionstaste [F11] drücken und anschließend die Legende mit der gedrückten linken Maustaste an die gewünschte Position ziehen.

## 13.7 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Bodenart-Legende"

Auf dem Ausgabeblatt wird eine Legende mit den im System vorhandenen Bodenschichten und den zugehörigen Bodenkennwerten dargestellt, wenn der Schalter "**Legende eintragen**" aktiviert ist.



Mit den Werten für "x" und "y" definieren und verändern Sie die Lage der Legende auf dem Ausgabeblatt. Über die "**Schriftgröße**" steuern Sie die Größe der Legende. In einigen Legenden können Sie auch eine Hintergrundfarbe definieren.

Am schnellsten können Sie die Position der Legende verändern, indem Sie die Funktionstaste [ F11 ] drücken und anschließend die Legende mit der gedrückten linken Maustaste an die gewünschte Position ziehen.

- "**Legende farbig**"

Die Legende enthält die Bodenfarben. Bei ausgeschalteter Funktion wird die Bodennummer eingetragen.

- "**Bodenfarben automatisch**"

Den Schichten werden vom Programm automatisch Bodenfarben zugeordnet. Ist der Schalter nicht aktiviert, werden die Farben genommen, die Sie unter dem Knopf "**Bodenfarben**" individuell einstellen können.

- "**Dimension Durchlässigkeit**"

Für eine instationäre Berechnung ist die Eingabe der Durchlässigkeit in "**m / Stunde**" oder "**m / Tag**" häufig sinnvoller. Um unnötige Erklärungen bei der Abgabe Ihrer Berechnungen zu sparen, erfolgt die Darstellung des k-Wertes in der Legende der Bodenkennwerte in "**m / Sekunde**". Das Programm rechnet dazu intern Ihre eingegebenen Durchlässigkeitswerte wieder von Ihrer hier ausgewählten Dimension auf m/s zurück (siehe Knopf "**Info**").

- "**Bodenfarben**"

Sie erhalten eine Dialogbox, in der Sie Ihre gewünschten Einstellungen vornehmen können. Sie können hier jeder Bodenschicht nach Klicken auf den Knopf mit der gewünschten Nummer eine neue Farbe zuweisen oder über "**Bodenfarben / umordnen**" die Farben neu zuordnen. Ihre Farbeinstellungen können Sie unter "**Bodenfarben / speichern**" in eine Datei sichern und diese über den Knopf "**Bodenfarben / laden**" auch für andere Systeme wiederverwenden. Im unteren Bereich können Sie die Farbeinstellungen z.B. als benutzerdefinierte Farben in die Windows-Farb-Box übernehmen oder umgekehrt. Über den Knopf "**Info**" erhalten Sie dazu weitere Erläuterungen.

## 13.8 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Objekte verschieben"

Wenn Sie diesen Eintrag wählen, können Sie anschließend mit Hilfe der Maus die verschiedenen Objekte und Legenden verschieben. Bewegen Sie die Maus über das Objekt Ihrer Wahl. Wenn Sie sich über einem verschiebbaren Objekt befinden, nimmt der Mauszeiger die Form eines Kreuzes an. Drücken Sie jetzt die linke Maustaste und ziehen Sie mit gedrückt gehaltener Taste das Objekt an die gewünschte Position.

Nach Anwahl des Menüeintrages können Sie immer **nur ein Objekt** mit der Maus verschieben oder dessen Größe verändern.

Wenn Sie mehrere Objekte bearbeiten möchten, können Sie die Funktion auch schneller durch Drücken der [**F11**]-Taste oder des Symbols



aktivieren. Eine Infobox erscheint dann nicht mehr.

In vielen GGU-Programmen können Sie über diesen Menüeintrag bzw. die Funktionstaste [**F11**] auch die Größe eines Objekts verändern. Wenn Sie sich nach Aktivierung der Funktion über dem Rahmen eines veränderbaren Objekts befinden, nimmt die Maus die Form eines Doppelpfeils an. Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie den Rahmen, bis das Objekt die gewünschte Größe erreicht hat. Ziehen Sie an einer Ecke, um das Längenverhältnis der Seiten beizubehalten. Wenn Sie an einer Seite ziehen, wird das Objekt höher bzw. breiter.

Mit der [**Back**]-Taste oder durch Klicken auf das Symbol



können Sie die letzte Änderung der Position oder Größe eines Objektes rückgängig machen.

In Programmen, in denen Sie die Diagramme selbst positionieren können (Menüeintrag "**System / Diagrammpositionen**"), lassen sich auch die Ergebnisdigramme über diese Funktion verschieben, wenn Sie auf "**Diagramm-Positionen von Hand**" umgestellt haben.

## 13.9 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Einstellungen speichern"

Einige Einstellungen in den unter dem Menütitel "**Ansicht**" aufgeführten Menüeinträgen können in einer Datei abgespeichert werden. Wenn Sie diese Datei unter dem Namen "**GGU-CONTAM-FE.alg**" auf der gleichen Ebene wie das Programm abspeichern, dann werden diese Daten beim nächsten Programmstart automatisch eingeladen und müssen nicht von neuem eingegeben werden.

Wenn Sie beim Programmstart nicht auf "**Datei / Neu**" gehen, sondern eine vorher gespeicherte Datendatei öffnen, werden die beim damaligen Speichervorgang gültigen Einstellungen dargestellt. Sollen später getroffene Änderungen in den allgemeinen Einstellungen für schon vorhandene Dateien übernommen werden, müssen diese Einstellungen über den Menüeintrag "**Ansicht / Einstellungen laden**" übernommen werden.

## 13.10 GGu-CONTAM-FE: Menüeintrag "Einstellungen laden"

Sie können eine Datei ins Programm laden, die im Rahmen des Menüeintrags "**Ansicht / Einstellungen speichern**" abgespeichert wurde. Es werden dann nur die entsprechenden Einstellungen aktualisiert.

## 14 Menütitel Blatt

### 14.1 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Koordinaten neu berechnen"

Durch Aufruf dieses Menüeintrags wird eine in beiden Koordinatenachsen maßstäbliche Darstellung der System- und Ergebnisgrafiken erreicht. Wenn Sie in der vorherigen Darstellung die Bildkoordinaten grafisch oder über Editor verändert haben, erreichen Sie so schnell wieder eine Gesamtdarstellung.

Diese Funktion kann ebenfalls durch Drücken der Funktionstaste [ **F9** ] erreicht werden.

### 14.2 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "graphisch"

Sie können die Koordinaten eines Ausschnitts Ihrer bisherigen Grafikdarstellung als neue Bildkoordinaten übernehmen lassen, in dem Sie bei gedrückter [ **Strg** ]- und gedrückter [ **Shift** ]-Taste mit gedrückter linker Maustaste den gewünschten Bereich kennzeichnen. Dabei werden die Maßstäbe der x-Richtung und der y-Richtung entsprechend angepasst.

In der Standardeinstellung ist der Schalter " **Proportionaler Ausschnitt** " aktiviert. Dadurch werden die bisherigen Proportionen (Maßstab x-Richtung/Maßstab y-Richtung) beibehalten.

Wenn Sie den Schalter " **Linken unteren Ursprung neu definieren** " aktivieren, können Sie die Bildkoordinaten ohne Maßstabsänderung anpassen. Auf diese Weise erreichen Sie bei passend eingestelltem Maßstab ohne lästiges Ausprobieren der x-/y-Koordinaten schnell die gewünschte Darstellung.

### 14.3 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "von Hand"

In einer Dialogbox können Sie die Bildkoordinaten über direkte Zahleneingabe verändern. Eine exakte Maßstabsangabe ist so möglich. Die Koordinaten beziehen sich auf den **Zeichenbereich**, den Sie im Menüeintrag " **Blatt / Blattformat** " über die Plotränder größenmäßig festlegen können.

### 14.4 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Schriftgrößen"

Sie können die Schriftgrößen für die Beschriftung verschiedener Zeichnungselemente verändern.

Die Schriftgröße von Texten innerhalb von Legenden werden im jeweiligen Editor der Legende verändert. Klicken Sie dazu mit einem Doppelklick der linken Maustaste in die Legende.

## 14.5 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Blattformat"

Beim Programmstart ist standardmäßig ein DIN A3-Blatt eingestellt. In der folgenden Dialogbox können Sie das Blattformat verändern.

**Blattformat**

Blattformat ändern

Blatt allgemein

Höhe = 297.00      Breite = 420.00

Blattränder in mm

links = 25.00      rechts = 8.00  
oben = 8.00      unten = 8.00

Plotränder in mm

links = 25.00      rechts = 25.00  
oben = 25.00      unten = 25.00

OK      Abbruch

- " **Blatt allgemein**" definiert die Größe Ihres Ausgabeblattes. Voreingestellt ist ein DIN A3-Blatt. Das Programm zeichnet automatisch um das Ausgabeblatt dünne Schneidkanten, die beim Ausdruck auf Plottern mit Rollenmedien benötigt werden. Die Schneidkanten können durch Ausstellen des Schalters " **mit Schneidkanten**" im Menüeintrag " **Blatt / Blattränder und Schneidkanten**" ausgeblendet werden.
- Mit den " **Blatträndern**" legen Sie die Lage eines dick ausgezogenen Rahmens als Abstand von den Schneidkanten fest. Dieser Rahmen umschließt Ihre spätere Anlage. Sie können diesen Rahmen ausblenden, wenn Sie den Schalter " **mit Blatträndern**" im Menüeintrag " **Blatt / Blattränder und Schneidkanten**" deaktivieren.
- Mit den " **Ploträndern**" definieren Sie einen festen Abstand von den Blatträndern zum eigentlichen **Zeichenbereich**, in dem die grafische Auswertung Ihrer Eingaben dargestellt wird.

## 15 Menütitel ?

### 15.1 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Copyright"

Sie erhalten die Copyrightmeldung mit Informationen zur Versionsnummer des GGU-Programms.

Über den Knopf "**System**" erhalten Sie Informationen zu Ihrem Rechner und den Verzeichnissen, mit denen das GGU-Programm arbeitet.

### 15.2 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Maximalwerte"

Sie erhalten in einer Box die im Programm festgelegte maximale Anzahl der Knoten und der Elemente für das FE-Netz

### 15.3 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Hilfe"

Sie werden auf die Startseite des Online-Handbuchs zum GGU-Programm geleitet. Die Hilfe-Funktion kann ebenfalls durch Drücken der Funktionstaste [ **F1** ] gestartet werden.

### 15.4 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "GGU-Homepage"

Über dieses Menü gelangen Sie zur GGU-Software Homepage:

[www.ggu-software.com](http://www.ggu-software.com)

Informieren Sie sich auf der Seite Ihres Programm-Moduls in regelmäßigen Abständen über Updates und Änderungen. Auf der Unterseite "**Changelogs**" können Sie auch eine E-Mail-Benachrichtigung abonnieren, die Sie monatlich über alle Änderungen informiert.

### 15.5 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "GGU-Support"

Über dieses Menü gelangen Sie zum [GGU-Software Support-Portal](#).

Hier können Sie Ihre Supportanfrage direkt eingeben und Ihre bearbeitete GGU-Programmdatei hochladen.

### 15.6 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Was ist neu?"

Sie erhalten Informationen über die Neuerungen in Ihrer Version gegenüber älteren Programmversionen.

## 15.7 GGU-CONTAM-FE: Menüeintrag "Spracheinstellung"

Sie können unter diesem Menüeintrag die Sprache (Deutsch oder Englisch) für die Darstellung der Grafiken und der Programmmenüs auswählen. Um englischsprachig zu arbeiten, aktivieren Sie die beiden Schalter "**Dialoge + Menüs übersetzen (translate dialogues, menus)**" und "**Graphiktexte übersetzen (translate graphics)**".

Alternativ können Sie auch zweisprachig arbeiten, z.B. mit deutschen Dialogboxen und Menüs, aber einer Grafikausgabe in Englisch. Das Programm startet immer in der Sprache, in der es beendet wurde.