

5.12.	Linearkombination von Vektoren	Sek II	59
6.	MATRIZEN	Sek II	61
6.1.	Matrizen addieren und subtrahieren	Sek II	61
6.2.	Matrizen vervielfachen	Sek II	61
6.3.	Matrizen multiplizieren	Sek II	62
6.4.	Matrizen transponieren	Sek II	62
6.5.	Auf einzelne Matrixelemente zugreifen	Sek II	63
6.6.	Die Dimension einer Matrix bestimmen	Sek II	64
6.7.	Negation einer Matrix	Sek II	64
6.8.	Matrixelemente runden	Sek II	64
6.9.	Inverse Matrix	Sek II	65
6.10.	Determinante einer Matrix	Sek II	66
6.11.	Matrizen potenzieren	Sek II	66
6.12.	Zeilen einer Matrix vertauschen	Sek II	67
7.	GERADEN UND EBENEN	Sek II	68
7.1.	Geradengleichung und Punktkoordinaten	Sek II	68
7.2.	Punkprobe bei Geraden	Sek II	68
7.3.	Ebenengleichung und Punktkoordinaten	Sek II	69
7.4.	Punkprobe bei Ebenen	Sek II	69
7.5.	Ebenengleichung aus drei Punkten bestimmen	Sek II	70
7.6.	Ebenengleichung: Parameterform in Koordinatenform umwandeln	Sek II	71
7.7.	Normalenvektor bestimmen	Sek II	72
7.8.	Schnittpunkt zweier Geraden	Sek II	72
7.9.	Schnittpunkt einer Ebene mit einer Geraden	Sek II	74
7.10.	Schnittgerade zweier Ebenen	Sek II	75
8.	LISTEN		77
8.1.	Dateneingabe und Sortierung		77
8.2.	Den kleinsten/größten Wert und den Mittelwert einer Liste bestimmen		78
8.3.	Auf einzelne Listenelemente zugreifen		78
8.4.	Summe aller Listenelemente berechnen		78
8.5.	Statistische Kennzahlen berechnen (Mittelwert usw.)		79
8.6.	Liste automatisch ausfüllen (seq)		80
8.7.	In Listen rechnen		81
8.8.	Auswertung einer Häufigkeitsliste (Klassenarbeit)		81
8.9.	Daten graphisch darstellen (x-y-Diagramm)		82

8.10. Daten graphisch darstellen (Säulendiagramm)	83
8.11. Daten graphisch darstellen (Boxplot)	84
8.12. Lineare Regression und Korrelationskoeffizient	85
8.13. Weitere Regressionsmodelle	87
9. WAHRSCHEINLICHKEITSRECHNUNG UND STATISTIK	88
9.1. Zufallszahlen erzeugen	88
9.2. Simulation mit Hilfe von Zufallszahlen	89
9.3. Elemente anordnen: $n!$	89
9.4. Ziehen ohne Zurücklegen/Wiederholung (Reihenfolge beachten): nPr	90
9.5. Ziehen ohne Zurücklegen/Wiederholung (Reihenfolge egal): nCr	90
9.6. Ziehen mit Zurücklegen/Wiederholung (Reihenfolge beachten): n^k	91
9.7. Binomialverteilung: Genau k Erfolge ^{Sek II}	92
9.8. Binomialverteilung: $0, 1, \dots, k$ Erfolge ^{Sek II}	92
9.9. Binomialverteilung: Alle Werte bestimmen ^{Sek II}	93
9.10. Binomialverteilung: Histogramm ^{Sek II}	95
9.11. Binomialverteilung: Intervallwahrscheinlichkeiten ^{Sek II}	95
9.12. Binomialverteilung: Approximation durch Dichtefunktion ^{Sek II}	96
9.13. Erwartungswert ^{Sek II}	97
9.14. Varianz und Standardabweichung ^{Sek II}	99

Vorwort

„Es ist eines ausgezeichneten Menschen unwürdig, wertvolle Stunden wie ein Sklave im Keller der einfachen Berechnungen zu verbringen, wenn man diese problemlos jemand anderem überlassen könnte, wenn es nur Maschinen dafür gäbe.“ Zur Zeit des deutschen Mathematikers GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ (1646-1716), dem dieses Zitat so oder so ähnlich zugeschrieben wird, gab es solche Maschinen noch nicht bzw. nicht in der von LEIBNIZ gewünschten Qualität.

Heute, fast 300 Jahre nach LEIBNIZ, hat sich die Qualität der von ihm angedachten „Maschinen“ deutlich verbessert und mit dem TI-Nspire CAS (Version 2.0) einen Standard erreicht, der es uns auch in der Schule erlaubt, interessante und anspruchsvolle Mathematik zu betreiben.

Das Konzept des TI-Nspire CAS ist problem- und praxisorientiert! Es unterstützt Schüler und Lehrer bei der täglichen Arbeit, fördert das gemeinsame Arbeiten an Problemen und hilft beim Verstehen von Mathematik!

Das Buch ist aus der Praxis heraus entstanden. Es behandelt Themenbereiche, die für den Unterricht der Sekundarstufe I und II typisch sind. Trotzdem handelt es sich nur um eine Auswahl, denn die Einsatzmöglichkeiten des TI-Nspire CAS sind sehr vielfältig. Für Erweiterungsvorschläge bin ich daher jederzeit dankbar!



Die ausgewählten Beispiele sind exemplarisch zu sehen. Sie sollen dir Möglichkeiten aufzeigen, grundsätzliche Einsatzgebiete kennenzulernen, Anregungen für eigene Versuche zu erkennen und dein Interesse an mathematischen Fragestellungen fördern.

Die Beispiele führen dich in die verschiedenen Anwendungen des TI-Nspire CAS ein. Achte bei der Durcharbeitung der Beispiele immer auch auf angrenzende Menübefehle, die dir weitere Einsatzmöglichkeiten des TI-Nspire CAS zur Lösung mathematischer Probleme aufzeigen können. Ich habe nicht immer die kürzesten Befehlsfolgen gewählt, sondern diejenigen, die dir die größte Einsicht in das Konzept des TI-Nspire CAS ermöglichen.

Themenbereiche, die überwiegend der Sekundarstufe II zuzuordnen sind, sind im Inhaltsverzeichnis entsprechend kenntlich gemacht.

Das Buch kann als „Nachschlagewerk“ benutzt werden, d. h. es ist nicht notwendig, es von der ersten bis zur letzten Seite durchzulesen. Beim Ausprobieren der Beispiele sind aber einige (wenige) Dinge zu beachten:

- Verschaffe dir einen ersten Überblick über die Grundfunktionen des TI-Nspire CAS, indem du das erste Kapitel des Buches nach Möglichkeit vollständig durchliest. Dadurch machst du dich auch mit den Schreibweisen und Tastenkürzeln vertraut und findest dich besser in den Menüs des Rechners zurecht.

- Beginne jede Aufgabe in einem neuen Dokument. Füge dazu über die Startseite oder mit  eine neue Seite der gewünschten Anwendung deinem Dokument hinzu. Damit nutzt du das vom TI-Nspire CAS unterstützte Konzept, eine Aufgabe als ein zu lösendes Problem aufzufassen und in einem Dokument zu speichern. So kannst du jederzeit auf bereits bearbeitete bzw. gelöste Probleme zurückgreifen und verlierst nicht den Überblick.
- Einige Menübefehle können, je nach Aktualität deines Betriebssystems, von den hier dargestellten Befehlen abweichen. Die Versionsnummer des Betriebssystems erhältst du über die Startseite oder aus einer Anwendung heraus über  **5** **4** {Status}.¹ Hier wurde das Betriebssystem in der Version 2.0 verwendet. Du solltest auch dieses Betriebssystem verwenden, damit meine Beschreibungen zu deinem Handheld passen.
- Im Handbuch des TI-Nspire CAS werden Menübefehle – je nach Kontext – als *Funktionen* oder auch als *Werkzeuge* bezeichnet. Ich bleibe hier meistens bei der allgemeineren Bezeichnung „Befehl“. Aus dem Zusammenhang heraus wird dann klar, worum es sich im Einzelnen handelt.
- Wenn einmal gar nichts mehr geht oder der Rechner unerwartete Dinge tut, dann solltest du ihn in den Ausgangszustand zurücksetzen. Dazu musst du auf der Rückseite den (versenkten) Resetknopf mit einem spitzen Bleistift oder einer Büroklammer drücken. Dadurch wird der gesamte Speicher zurückgesetzt, die Herstellereinstellungen wiederhergestellt, alle Systemvariablen auf die Standardeinstellungen zurückgesetzt, aber auch alle Dateien gelöscht! Daher solltest du deine Dateien bei Bedarf vorher sichern.
- Wenn du Kritik oder Anregungen hast, freue ich mich über eine Nachricht von dir: schoelles@uni-bremen.de.

Zum Schluss bedanke ich mich nochmals ganz herzlich bei Texas Instruments, insbesondere bei Frau Volz, für die wohlwollende und stets kompetente Unterstützung in jeder Phase der Erstellung dieses Buches und bei der Erprobung der Beispiele. Herrn Dr. Tillmann als Verlagsleiter des Lehrer selbstverlages danke ich für die vertrauensvolle Zusammenarbeit, seinem Interesse und seinem Bemühen, für alle Leserinnen und Leser ein interessantes und ansprechendes Buch zu erstellen. Seinem Engagement ist es wieder zu verdanken, dass auch dieses Buch in so kurzer Zeit erscheinen konnte. Romina Renner danke ich für das sorgfältige Lektorat und die wertvollen Hinweise.

Allen Schülerinnen und Schülern, aber auch allen Lehrerinnen und Lehrern, wünsche ich beim Arbeiten mit dem Buch und dem TI-Nspire CAS so viel Spaß wie ich beim Schreiben und Ausprobieren der Beispiele hatte.

Schwanewede, im März 2010




Reiner Schölles

¹ In geschweiften Klammern ist zur besseren Orientierung stets die Bezeichnung des Befehls angegeben.

1. Grundfunktionen des TI-Nspire CAS im Überblick

1.1. Ein- und Ausschalten des TI-Nspire CAS

Das Einschalten des TI-Nspire CAS erfolgt über die Taste , das Ausschalten über die Tastenkombination  . Sämtliche Einstellungen, Speicherinhalte und Bildschirmanzeigen bleiben nach dem Ausschalten erhalten und stehen beim erneuten Einschalten wieder zur Verfügung.




Nach ca. 3 Minuten wechselt das Gerät von alleine in den *Standby-Modus*, wenn du während dieser Zeit keine Taste gedrückt hast. Dadurch werden die Batterien geschont. Nach dem nächsten Einschalten befindet sich das Gerät wieder in dem Zustand, in dem es sich vor dem automatischen Ausschalten befunden hat. Ändern kannst du diese Einstellung über    (Einrichten des Handhelds).

1.2. Die Startseite des TI-Nspire CAS sowie seine sechs Hauptanwendungen

Nach dem Einschalten siehst du die Startseite des TI-Nspire CAS. Von hier aus kannst du entweder ein neues Dokument anlegen (1), den Dateiordner „Eigene Dateien“ aufrufen (2), um z. B. ein bereits gespeichertes Dokument zu suchen und anschließend zu öffnen, eine Liste der zuletzt bearbeiteten Dokumente anzeigen lassen (3) oder an dem aktuellen Dokument weiterarbeiten (4). 5 bietet dir die Möglichkeit, bestimmte Systemeinstellungen vorzunehmen und dich über den Status des TI-Nspire CAS zu informieren.

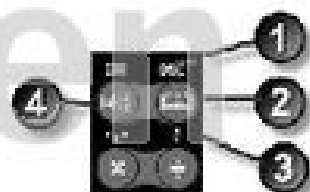


Du kannst aber auch eine der sechs Anwendungen (Applikationen) als neue Seite zu einem neuen Dokument hinzufügen:

	Calculator führt Berechnungen aller Art durch, z. B.: Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division von Zahlen, Berechnung des kleinsten gemeinsamen Vielfachen sowie des größten gemeinsamen Teilers, Berechnungen zur Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, zu Matrizen und Vektoren, Differenzieren, Integrieren usw.
	Graphs beinhaltet die Graphikanwendung des TI-Nspire CAS, mit der Graphen gezeichnet und untersucht werden können.
	Geometry ist eine interaktive Geometrie-anwendung, mit der geometrische Objekte, wie z. B. Dreiecke und Kreise, gezeichnet (und untersucht) werden können.

- ② Mit der 2nd -Taste wird die Zweitbelegungsfunktion einer Taste aufgerufen. Dabei handelt es sich um die in gelber Schrift über der Taste angegebenen Funktion, das Zeichen oder den Befehl.
- ③ Mit der tab -Taste wechselst du zum nächsten Eingabefeld.
- ④ Mit der click -Taste wählst du ein Objekt auf dem Bildschirm aus. Mit „Doppelklick“ ist gemeint, dass du die click -Taste zweimal drückst.
 click click lässt die „Hand“ (Greif-Cursor) wirksam werden und ergreift ein Objekt.
- ⑤ Die esc -Taste verlässt ein Menü oder ein Dialogfeld bzw. lässt erfasste Objekte wieder los und bringt dich eine „Ebene“ zurück.
 click esc macht die letzte Eingabe rückgängig.

Bei der Eingabe von Befehlen und der Verwendung von Vorlagen (z. B. für Brüche, Sonderzeichen, Vektoren und Matrizen) sind noch folgende Tasten wichtig:



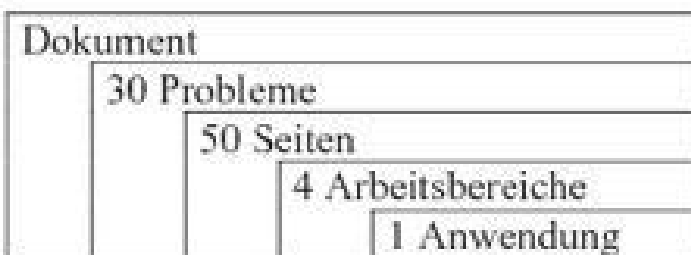
- ① Mit 2nd [Sonderzeichen] erhältst du die Vorlagenpalette für die Sonderzeichen.
- ② Mit der [Befehlsliste] -Taste rufst du die alphabetische Liste aller Befehle, Funktionen und Sonderzeichen auf.
- ③ Mit 2nd [Bruch] wird die Vorlage zur Eingabe eines Bruches aufgerufen und in die Protokollzeile eingefügt.
- ④ Die Taste 2nd $\text{[Vektoren/Matrizen]}$ ruft die Vorlagenpalette für Vektoren, Matrizen usw. auf.

Zur besseren Abstimmung zwischen dem Text dieses Buches und der Tastatur des TI-Nspire CAS werden im weiteren Verlauf des Buches die Zweitfunktionen entweder in der 2nd -Schreibweise dargestellt, z. B. 2nd [Zweitfunktion] , oder es wird – zur besseren Orientierung und Verdeutlichung des gemeinten Befehls – direkt die Zweitbelegung angegeben: z. B. „off“ für 2nd [Zweitfunktion] .


Einige Tasten bzw. Tastenkombinationen erleichtern das Navigieren in den Menüs sowie während der Eingabe. Hier eine Kurzübersicht:

Taste(n)	Aktion
2nd [X]	Schneidet den markierten Text aus.
2nd [C]	Kopiert den markierten Text.
2nd [V]	Fügt ausgeschnittenen oder kopierten Text ein.
2nd [Z]	Macht die letzte Aktion (mit einem Text) rückgängig.
2nd [Y]	Wiederholt die letzte Aktion (mit einem Text).
2nd [←]	Löscht das Zeichen links vom Cursor.
2nd [2nd]	Löscht die gesamte Eingabezeile.
2nd [X]	Fügt einen Kommentar-Platzhalter ein.
2nd [N]	Erstellt ein neues Dokument.
2nd [I]	Fügt eine neue Seite ein.

Ein Dokument kann bis zu 30 Probleme umfassen. Jedes Problem wiederum besteht aus bis zu 50 Seiten, jede Seite kann in bis zu 4 Arbeitsbereiche unterteilt werden, die jeweils eine Anwendung (Calculator, Graphs, Geometry, Lists & Spreadsheet, Data & Statistics, Notes) enthalten können (siehe Abbildung).










The screenshot shows the 'System Info' window in the HP Support Assistant. The 'System Name' field is highlighted with a red box and contains the text 'Pavilion 15-n000'. The window also displays other system information such as 'System Model', 'System BIOS', 'System RAM', 'System Hard Drive', 'System Optical Drive', 'System Network', 'System Audio', 'System Video', 'System Keyboard', 'System Mouse', 'System Touchpad', 'System Webcam', 'System Microphone', 'System Speaker', 'System Battery', 'System Power', 'System Security', 'System Sensors', 'System Peripherals', 'System Software', 'System Updates', 'System Drivers', 'System Services', 'System Settings', 'System Troubleshooting', 'System Support', 'System Help', 'System Feedback', 'System Exit'.



Wenn du ein Dokument bereits einmal gespeichert hast und es veränderst, dann führt  zum erneuten Speichern des Dokumentes ohne weitere Rückfragen; die bereits vorhandene Datei wird also überschrieben.

Mit   (2) kannst du dir deine Ordnerstruktur ansehen und zu anderen, bereits gespeicherten Dokumenten wechseln.



Eine gut durchdachte Ordnerstruktur und die Vergabe aussagekräftiger Dateinamen erlaubt es dir, bereits bearbeitete Aufgaben schnell wiederzufinden, sie eventuell zu ergänzen oder als Vorlage für eine neue Aufgabe zu verwenden.

1.6. Grundeinstellungen festlegen

Mit   (5) {Einstellungen und Status} legst du die Einstellung für Sprache () und die Systemeinstellungen () fest und führst die Einrichtung des Handhelds durch ().  gibt dir Auskunft über den Status deines TI-Nspire CAS und  führt die Anmeldeprozedur durch.

In den Einstellungen () kannst du unter  {Allgemein} unter anderem die Anzahl der Nachkommastellen von Dezimalzahlen festlegen, Winkelmaß und Exponentialformat bestimmen.

1.7. Der Katalog: Alphabetische Anordnung aller Befehle und Funktionen

Mit dem Katalog, erreichbar über die Taste mit dem „aufgeschlagenen Buch“ (), kannst du auf Befehle, Funktionen, Sonderzeichen und Vorlagen für Ausdrücke (z. B. Brüche, Matrizen, Wurzeln, Ableitungen usw.) zugreifen. Die Befehle sind zudem alphabetisch geordnet und beinhalten auch solche Befehle, die in keinem Menü zu finden sind. Mit den Buchstabetasten kannst du dich schnell durch die Liste bewegen. So bringst dich z. B. das Drücken der Taste  zum ersten Eintrag der Liste, der mit „F“ beginnt: *factor*.



1.8. Einfache mathematische Ausdrücke eingeben


Gib den Ausdruck $\frac{2^3 \cdot 8}{64}$ ein und berechne das Ergebnis.

So wird's gemacht:

1. Öffne zunächst ein neues Dokument und füge eine Seite mit der Anwendung *Calculator* hinzu.

2. Gib den Ausdruck anschließend von links nach rechts ein:

        .

- ① Nach Eingabe des -Zeichens zur Eingabe der Hochzahl „3“ hat der Cursor die Grundlinie



verlassen, damit die Hochzahl auch etwas höher dargestellt werden kann. Nach Eingabe des Exponenten musst du einmal die Pfeiltaste \blacktriangleright drücken, um den Cursor wieder auf die Grundlinie zurückzusetzen.

3. Schließe die Eingabe des Ausdrucks mit $\boxed{\text{enter}}$ ab, um den Ausdruck auszuwerten (das Ergebnis berechnen zu lassen). Du siehst auch, dass deine Eingabe sofort in der bekannten Bruchschreibweise formatiert wurde.

1.9. Eingaben editieren

Du willst eine bereits einmal getätigte Eingabe – nur leicht verändert – mehrmals verwenden. Um nicht jedes Mal den kompletten Ausdruck neu eingeben zu müssen, kannst du dich der Funktion „Kopieren-und-Einfügen“ bedienen.

So wird's gemacht:

1. Öffne zunächst ein neues Dokument und füge eine Seite mit der Anwendung *Calculator* hinzu.
2. Gib den Rechenausdruck ein und werte ihn mit $\boxed{\text{enter}}$ aus.

- ① Sämtliche Eingaben werden in Form eines Protokolls festgehalten. Protokollzeilen enthalten jeweils ein Eingabe-/Ergebnispaar und können nicht bearbeitet werden. Du kannst sie jedoch kopieren und in eine neue Eingabezeile einfügen und dann auch bearbeiten. Löschen kannst du das gesamte Protokoll mit $\boxed{\text{menu}}$ $\boxed{1}$ $\boxed{5}$ {Protokoll löschen}.

3. Mit der Pfeiltaste \blacktriangle bewegst du dich in die letzte Protokollzeile und dann durch wiederholtes Drücken von \blacktriangle von Ausdruck zu Ausdruck. Hast du den gewünschten Ausdruck erreicht und soll er insgesamt kopiert werden, drückst du $\boxed{\text{ctrl}}$ \boxed{C} für „copy“. Soll nur ein Teil des Ausdrucks kopiert werden, kannst du durch das Halten der $\boxed{\text{ctrl}}$ -Taste und das (mehrfache) Drücken von \blacktriangle oder \blacktriangleright den gewünschten Teilausdruck markieren. Nach dem Markieren drückst du ebenfalls $\boxed{\text{ctrl}}$ \boxed{C} .

4. Beweg' den Cursor in die Eingabezeile und füge den kopierten Ausdruck mit $\boxed{\text{ctrl}}$ \boxed{V} wieder ein. Jetzt kannst du den Ausdruck bearbeiten, indem du z. B. die letzte Zahl mit $\boxed{\text{del}}$ löschst und durch eine neue Eingabe ersetzt. $\boxed{\text{enter}}$ wertet den neuen Ausdruck aus.

- ① Du kannst innerhalb des eingefügten Ausdrucks weitere Zeichen einfügen, indem du den Cursor an die entsprechende Stelle setzt und die Zeichen einfach eintippst, denn der TI-Nspire CAS befindet sich automatisch im sogenannten *Einfügemodus*. Überflüssige Zeichen können dann mit $\boxed{\text{del}}$ entfernt werden.

- ① $\boxed{\text{ctrl}}$ $\boxed{(-)}$ liefert die zuletzt vom TI-Nspire CAS ausgegebene „Antwort“ an die Eingabezeile zurück. Die Anzeige lautet „Ans“ (Answer). Anschließend kannst du die gewünschte Rechenoperation eingeben (z. B.