

Formeln von Welt – Ein Überblick zu MathML

Dr. Thomas Meinike

Hochschule Merseburg
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
und Informationswissenschaften

tekom
Frühjahrstagung **2023**
W Ü R Z B U R G
2 6 . - 2 7 . A P R I L

26.04.2023

Einstieg ^{1/4}

- **MathML** ist keine neue Technologie, setzt aber durch die kürzlich erfolgte Implementierung ab Google Chrome 109 neue Akzente zur Nutzung im Web-Kontext.



MathML Association
@mathml3

...

The time has come. Welcome to 2023:

The Year of [#MathML](#)

As of today, MathML Core is natively available in Chrome.
Update your browsers!

We are hopeful that support will rapidly spread to all WebKit-based browsers in the coming weeks.

1/10

[Tweet übersetzen](#)



Chrome Developers  @ChromiumDev · 10. Jan.

Chrome 109 is starting to roll out now → goo.gle/3CDTCaU

Get all the details from @tropicadri including:

- ⚡ OPFS available for Android
- ⚡ New CSS properties
- ⚡ Support for MathML Core

• MathML-Historie

- 1994: erste Vorschläge zu HTML Math im HTML 3.0 Working Draft
- 1997: Gründung der W3C Math Working Group
- 1998: Version 1.0 als W3C-Empfehlung veröffentlicht
- 2011: Teil der IDPF-Spezifikation von EPUB 3
- 2014: Version 3.0 Second Edition und Teil der HTML5-Spezifikation
- [...]
- 2023: Arbeiten an Spezifikationen für MathML Core / MathML 4.0

MathML Core

W3C Candidate Recommendation Snapshot 24 April 2023

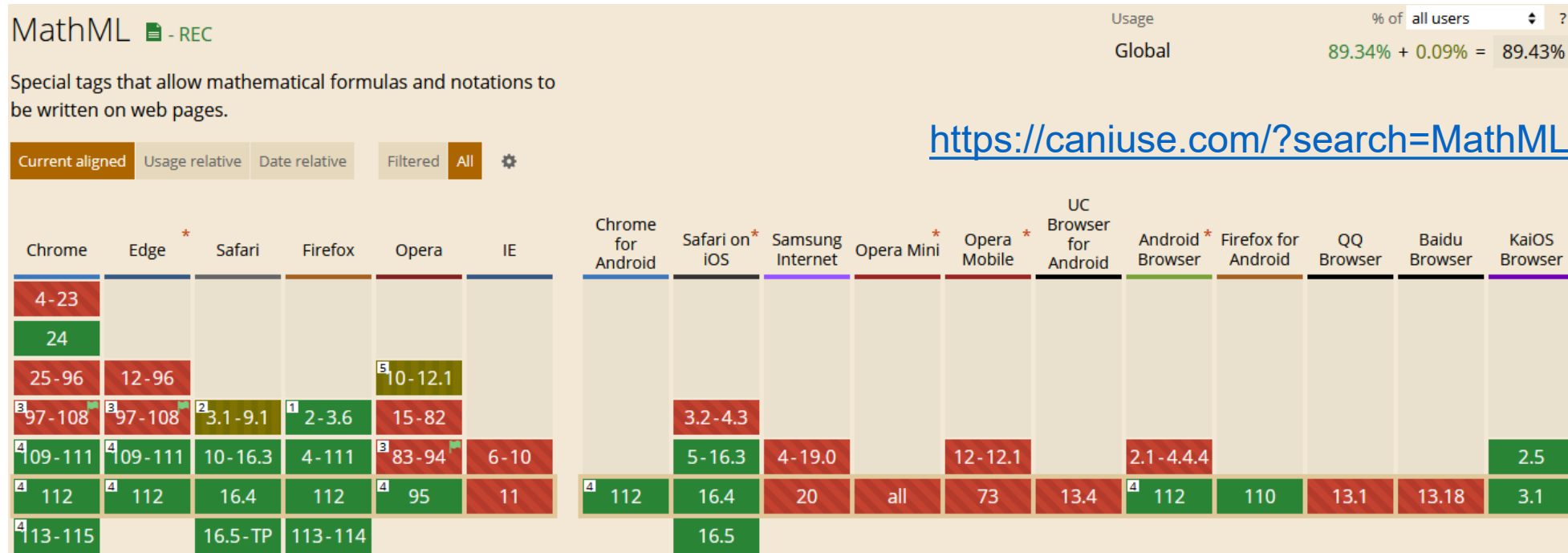


Mathematical Markup Language (MathML) Version 4.0

W3C Editor's Draft 23 April 2023



• MathML-Unterstützung in Browsern



- Weitere Implementierungen von MathML (Core) auf der Chromium-Basis neben Edge und Opera in Brave, Iron und Vivaldi.
- Im Folgenden Bezugnahme auf die Core-Möglichkeiten (Firefox und Safari unterstützen zusätzliche Techniken der bisherigen Standards).

Einstieg ^{4/4}

• Werkzeuge (Auswahl)

→ Code-Editoren

<oxygen/> XML Editor

<https://www.oxygenxml.com/>

Visual Studio Code mit MathML-Erweiterung

<https://code.visualstudio.com/>

<https://github.com/michijs/vscode-mathml/>

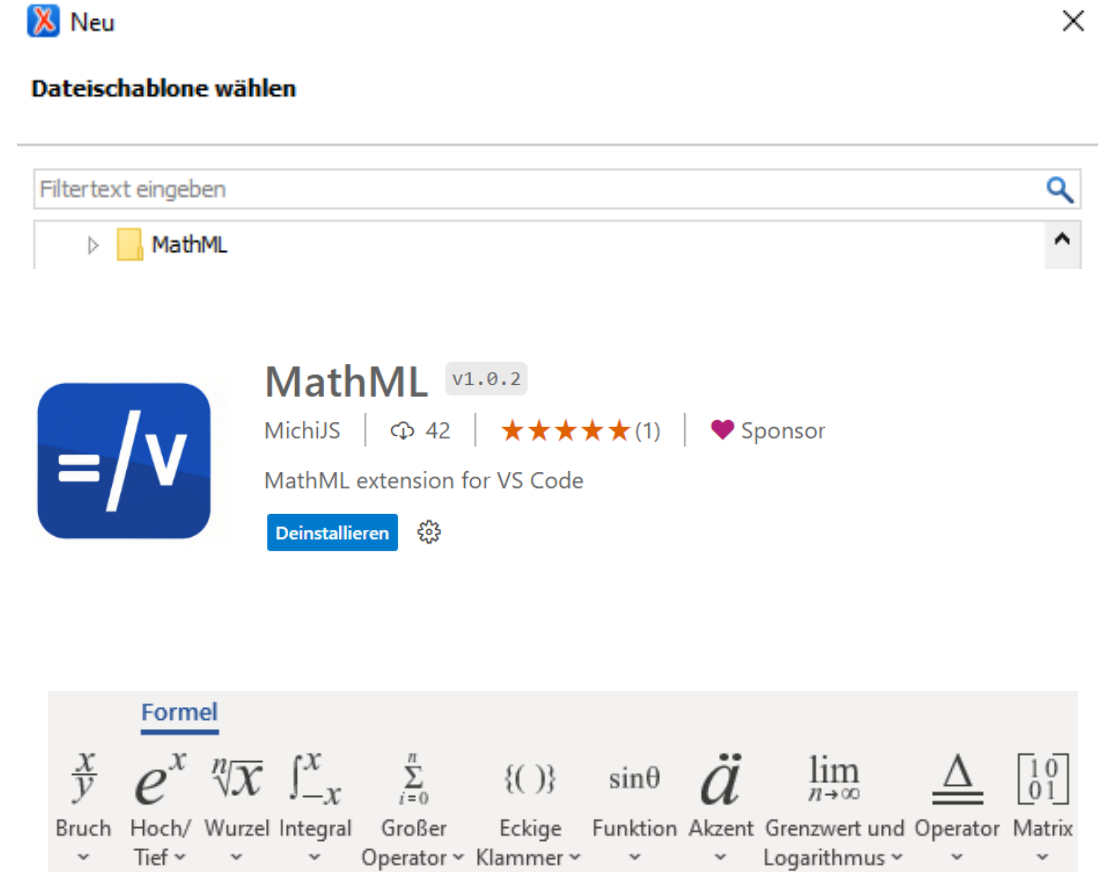
→ Formel-Editoren mit MathML-Export

Textverarbeitungen

(MS Office, OpenOffice / LibreOffice)

MathType Equation Editor

<https://www.wiris.com/en/mathtype/>



- **math** als Basiselement

- ✓ Container für einzelne Formeln, inzeilig oder als separater Block (inline vs. block)

```
<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML" display="..." indentalign="|">  
  <!-- weitere Inhalte ... -->  
</math>
```

- ◇ auto
- ◇ center
- ◇ id
- ◇ left
- ◇ right

- ✓ Hinweise:

- Namenraum kann in HTML5 entfallen, aber sinnvoll zum Portieren in andere Formate.
- Das praktische Attribut **indentalign** ist (noch) nicht im Core-Standard enthalten.
- Der verwendete Code bezieht sich auf das Presentation Markup (es existiert noch die Variante Content Markup, für mathematische Software relevant).
- Alle Elemente unterhalb von **math** beginnen mit **m** → **mrow**, **mi**, **mn**, **mo**, usw.

- **mrow** für Gruppierungen

- ✓ Insbesondere zur Abgrenzung von Ausdrücken (hier könnte mrow entfallen)

```
<mrow>  
  <mi>x</mi>  
  <mo>+</mo>  
  <mi>y</mi>  
  <mo>=</mo>  
  <mn>3</mn>  
</mrow>
```

$$x + y = 3$$

- **mi, mn, mo**

- ✓ **mi** für Variablen, Konstanten, Funktionsnamen (Identifizier)
- ✓ **mn** für Zahlenwerte (Number)
- ✓ **mo** für Grundoperationen wie hier Addition + und Gleichheitszeichen = (Operator)

- **mfrac** für Brüche

✓ Erzeugt Brüche aus Zähler und Nenner in dieser gekapselten Abfolge

```
<mfrac>  
  <mrow>  
    <mi>x</mi>  
    <mo>-</mo>  
    <mn>1</mn>  
  </mrow>  
  <mrow>  
    <mi>x</mi>  
    <mo>+</mo>  
    <mn>1</mn>  
  </mrow>  
</mfrac>
```

$$\frac{x - 1}{x + 1}$$

- **msqrt** und **mroot** für Wurzeln

✓ Quadratwurzeln mit **msqrt** und n-te Wurzeln mit **mroot**

```
<msqrt>  
  <mi>a</mi>  
  <mo>+</mo>  
  <mi>b</mi>  
</msqrt>
```

$$\sqrt{a + b}$$

```
<mroot>  
  <mi>c</mi>  
  <mn>3</mn>  
</mroot>
```

$$\sqrt[3]{c}$$

- **msub**, **msup** und **msubsup**

✓ Tief- und Hochstellung sowie kombiniert

```
<msub>  
  <mi>y</mi>  
  <mi>i</mi>  
</msub>
```

$$y_i$$

```
<msup>  
  <mi>x</mi>  
  <mn>2</mn>  
</msup>
```

$$x^2$$

```
<msubsup>  
  <mi>a</mi>  
  <mi>j</mi>  
  <mi>k</mi>  
</msubsup>
```

$$a_j^k$$

```
<mrow>  
  <mi>c</mi>  
  <mo>=</mo>  
  <msqrt>  
    <msup>  
      <mi>a</mi>  
      <mn>2</mn>  
    </msup>  
    <mo>+</mo>  
    <msup>  
      <mi>b</mi>  
      <mn>2</mn>  
    </msup>  
  </msqrt>  
</mrow>
```

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

- **munder** und **mover**

✓ Angaben unterhalb bzw. oberhalb (munder-Beispiel für Grenzwert)

```
<munder>
  <mrow>
    <mi>x</mi>
    <mo>+</mo>
    <mi>y</mi>
  </mrow>
  <mo>&#x23DF;</mo>
</munder>
```

$$\underbrace{x + y}$$

```
<mover>
  <mi>v</mi>
  <mo>→</mo>
</mover>
```

$$\overrightarrow{v}$$

```
<munder>
  <mo>lim</mo>
  <mrow>
    <mi>x</mi>
    <mo>→</mo>
    <mn>0</mn>
  </mrow>
</munder>
<mfrac>
  <mn>1</mn>
  <mi>x</mi>
</mfrac>
<mo>=</mo>
<mi>∞</mi>
```

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} = \infty$$

- munderover

✓ Angaben oberhalb und unterhalb (z. B. Integrale und Summen)

```
<munderover>  
  <mo>∫</mo>  
  <mi>a</mi>  
  <mi>b</mi>  
</munderover>
```

$$\int_a^b$$

```
<munderover>  
  <mo>Σ</mo>  
  <mrow>  
    <mi>i</mi>  
    <mo>=</mo>  
    <mn>1</mn>  
  </mrow>  
  <mi>n</mi>  
</munderover>
```

$$\sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n \quad \Sigma_{i=1}^n$$

mittig:

```
<mo largeop="false">...</mo>
```

rechts:

```
<mo movablelimits="true">...</mo>
```


- Klammern

✓ Mittels **mo** und **() { } []** sowie **|** (ggf. mit **stretchy="true"**, Vorgabe ist false)

```
<msup>
  <mrow>
    <mo>(</mo>
    <mi>a</mi>
    <mo>+</mo>
    <mi>b</mi>
    <mo>)</mo>
  </mrow>
  <mn>2</mn>
</msup>
```

$$(a + b)^2$$

- **mtable** mit **mtr** und **mttd**

✓ Nützlich für Matrizen, hier sorgt **stretchy** für größere Klammern oder Linien

```
<mi>M</mi>
<mo>=</mo>
<mrow>
  <mo stretchy="true">(</mo> <!-- [ | -->
    <mtable>
      <mtr>
        <mttd><mn>1</mn></mttd>
        <mttd><mn>2</mn></mttd>
      </mtr>
      <mtr>
        <mttd><mn>3</mn></mttd>
        <mttd><mn>4</mn></mttd>
      </mtr>
    </mtable>
  <mo stretchy="true">)</mo> <!-- ] | -->
</mrow>
```

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \quad M = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \quad M = \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{vmatrix}$$

- **mtext** und **mspace**

✓ Für zusätzliche Texte und Abstände

```
<mrow>
  <mtext>if</mtext>
  <mspace width="0.3em"/>
  <mi>a</mi>
  <mo>=</mo>
  <mn>1</mn>
  <mspace width="0.3em"/>
  <mtext>then</mtext>
  <mspace width="0.3em"/>
  <mi>b</mi>
  <mo>=</mo>
  <mn>2</mn>
</mrow>
```

if $a = 1$ then $b = 2$

- ms

- ✓ String Literal (neu in Core ist das Vorgeben der Anführungszeichen)

```
<mrow>  
  <ms>"Hallo Welt!"</ms>      "Hallo Welt!"  
</mrow>
```

- semantics / annotation

- ✓ MathML-Inhalte mit zugehörigen Anmerkungen

```
<semantics>  
  <mfrac>  
    <mn>1</mn>       $\frac{1}{2}$   
    <mn>2</mn>  
  </mfrac>  
  <annotation>Der Bruch einhalb.</annotation>  
</semantics>
```


- **mstyle**

✓ Für individuelle Formatierungen, **math***-Attribute auch ohne **mstyle** zuweisbar

```
<mstyle mathbackground="#EEE" mathcolor="#00F" mathsize="1.2em" mathvariant="bold">  
  <mrow>  
    <mi>x</mi>  
    <mo>+</mo>  
    <mi>y</mi>  
  </mrow>  
  <mo mathcolor="#090">=</mo>  
  <mn mathcolor="#F00">5</mn>  
</mstyle>
```

$$\mathbf{x + y = 5}$$

```
<mi math>x</mi>
```

a	mathbackground
a	mathcolor
a	mathsize
a	mathvariant

- CSS-Nutzung

- ✓ Font-Zuweisung und Positionierung des math-Elements (hier links statt zentriert)
`display="block" | "inline"` funktioniert Browser-übergreifend am besten beim math-Element selbst

```
@font-face
{
  font-family: "STIX Two Math Regular";
  font-style: normal;
  font-weight: normal;
  src: local("STIX Two Math Regular"), url("STIXTwoMath-Regular.woff") format("woff");
  /* https://www.cufonfonts.com/font/stix-two-math */
}

math
{
  font-family: "STIX Two Math Regular", "Cambria Math", math;
  font-size: 1.5em;
  text-align: left;
  width: fit-content;
  white-space: nowrap;
}
```

STIX = Scientific and Technical Information Exchange

Beispiele _{1/3}

- Arithmetisches Mittel

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

- Binomische Formel

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

- Eulers Identität

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

- Integral

$$\int_0^{\pi} \sin x \, dx = [-\cos x]_0^{\pi} = -(-1) - (-1) = 2$$

- Kombination

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{(n-k)! \cdot k!}$$

```
<mfrac linethickness="0">  
  <mi>n</mi>  
  <mi>k</mi>  
</mfrac>
```

$$\binom{49}{6} = \frac{49!}{(49-6)! \cdot 6!} = 13983816$$

- Standardnormalverteilung

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2}$$

- Zeitdilatation

$$T' = T_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Beispiele ^{2/3}

- Quadratische Gleichung (inline im `<p>...</p>` und block)

Zur Lösung einer quadratischen Gleichung der Form $x^2 + px + q = 0$ dient folgende Formel:

$$x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}$$

- Fourier-Transformation

$$X_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{i2\pi k \frac{n}{N}}$$

To find the energy at a particular frequency, spin your signal around a circle at that frequency, and average a bunch of points along that path.

→ HTML-Umsetzung von:

<https://betterexplained.com/topics/fourier-transform/>

Beispiele _{3/3}

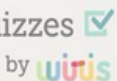
- WirisQuizz (05.01.2023)

$$\begin{aligned} & \frac{2^{20} + 4^{10} + 4^{11} + 8^8}{2^{21} + 8^7 + 4^{12}} \\ &= \frac{2^{20} + (2^2)^{10} + (2^2)^{11} + (2^3)^8}{2^{21} + (2^3)^7 + (2^2)^{12}} \\ &= \frac{2^{20} + 2^{20} + 2^{22} + 2^{24}}{2^{21} + 2^{21} + 2^{24}} \\ &= \frac{\cancel{2}^{20} (1 + 1 + 4 + 16)}{\cancel{2}^{20} (2 + 2 + 16)} \\ &= \frac{22}{20} \\ &= \frac{11}{10} \end{aligned}$$

$$= \frac{\cancel{2}^{20} (1 + 1 + 4 + 16)}{\cancel{2}^{20} (2 + 2 + 16)}$$

What is the result of the following operation?

$$\frac{2^{20} + 4^{10} + 4^{11} + 8^8}{2^{21} + 8^7 + 4^{12}}$$

WirisQuizzes 

9:00 vorm. · 5. Jan. 2023 · 2.998 Mal angezeigt

```
<mstyle mathcolor="#999" style="text-decoration: line-through">
  <menclose notation="downdiagonalstrike">...</menclose>
</mstyle> <!-- menclose nicht im Core, jedoch im Firefox -->
```

Formeln mit MS Word ^{1/3}

- Formeleditor über Einfügen | Formel

- ✓ Formel erstellen und über das Kontextmenü als MathML in Zwischenablage kopieren

Entwurf Layout Referenzen Sendungen Überprüfen Ansicht Add-Ins Hilfe ACROBAT **Formel**

Symbole

Formeloptionen
Das Dialogfeld 'Formeloptionen' öffnen, um weitere Optionen anzuzeigen.

Beim Kopieren einer Formel:
☒ **MathML als Nur-Text in die Zwischenablage kopieren**

Geben Sie hier eine Formel ein.

Ausschneiden
Kopieren
Einfügeoptionen:

Bruch
Hoch/Tief
Wurzel
Integral
Großer Operator
Eckige Klammer
Funktion
Akzent
Grenzwert und Logarithmus
Operator
Matrix

Bruch mit waagrechttem Bruchstrich

Allgemeiner Bruch

Formeln mit MS Word ^{2/3}

- Export in MathML-Code

✓ Namespace-Prefix **mml:** mittels Suchen/Ersetzen entfernen, **xmlns:m** auch nicht nötig

```
<mml:math xmlns:mml="http://www.w3.org/1998/Math/MathML" xmlns:m="http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/math">
  <mml:mfrac>
    <mml:mrow>
      <mml:mi>x</mml:mi>
    </mml:mrow>
    <mml:mrow>
      <mml:mi>y</mml:mi>
    </mml:mrow>
  </mml:mfrac>
</mml:math>
```

```
<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML">
  <mfrac>
    <mrow>
      <mi>x</mi>
    </mrow>
    <mrow>
      <mi>y</mi>
    </mrow>
  </mfrac>
</math>
```

$$\frac{x}{y}$$

Ausgaben ggf. auf Core-Techniken anpassen,
z. B. für Klammern: m fenced → mo

Formeln mit MS Word ^{3/3}

- Mehr Komfort beim Formelbau
 - ✓ Freihandgleichung erstellen

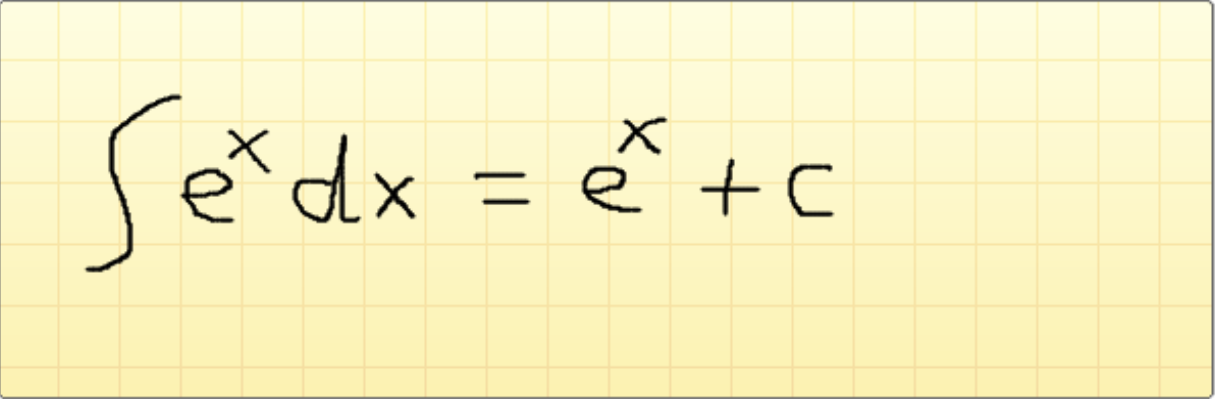
🌐 Weitere Formeln von Office.com





∏ Neue Formel einfügen

☒ Freihandgleichung

✓ Steuerung für mathematische Eingaben

$$\int e^x dx = e^x + c$$



 Schreiben  Radieren  Auswählen und korrigieren  Alles löschen

Einfügen Abbrechen

Formeln mit MathType

- Formeleditor, in andere Software integrierbar (MS Office, <oxygen/>, LMS)
- ✓ Nutzbare Online-Demo mit kopierbarem Ergebniscode verfügbar

The screenshot shows the MathType online demo interface in a web browser. The browser tab is titled "MathType demo - For Developers". The address bar shows the URL "https://demo.wiris.com/mathtype/en/developers.php#mathml-latex". The page has a navigation bar with links: "MathType", "WirisQuizzes", "BufferFish", "Solutions", "Pricing", and "Contact Us". A "BUY NOW" button is also present. The main heading is "Compatible with MathML and LaTeX".

The interface is divided into three main sections:

- Formula Editor:** On the left, there is a toolbar with various mathematical symbols and operators. Below the toolbar, the formula $\xi(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^x}$ is displayed in a large text area.
- MathML Output:** On the right, under the heading "MathML", the corresponding MathML code is shown in a text area. The code is:

```
<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML">
  <mi>&#x3BE;</mi><mo>(</mo><mi>x</mi><mo>)</mo>
  <mo>=</mo><munderover><mo>&#x2211;</mo><mrow>
    <mi>n</mi><mo>=</mo><mn>1</mn></mrow><mo>&#x221E;
  </mo></munderover><mfrac><mn>1</mn><msup>
```

 An "Apply" button is next to the code.
- LaTeX Output:** Below the MathML code, under the heading "LaTeX", the corresponding LaTeX code is shown in a text area. The code is:

```
\xi(x)=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^x}
```

 An "Apply" button is next to the code.

JS-Bibliothek MathJax

- Bewährte Alternative, um MathML allen Browsern zugänglich zu machen

- ✓ Einbindung mit einer Zeile in das HTML-Dokument (Versionen 2.x / 3.x)

```
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/mathjax@2.7.9/MathJax.js?config=TeX-MML-AM_HTMLorMML"></script>
```

- ✓ Testcase zur parallelen Formelanzeige (Formel nativ + Kopie mit MathJax)

Browser

$$\int_1^4 x^2 dx = \left[\frac{x^3}{3} \right]_1^4 = \frac{4^3}{3} - \frac{1^3}{3} = \frac{64}{3} - \frac{1}{3} = \frac{63}{3} = 21$$

MathJax

$$\int_1^4 x^2 dx = \left[\frac{x^3}{3} \right]_1^4 = \frac{4^3}{3} - \frac{1^3}{3} = \frac{64}{3} - \frac{1}{3} = \frac{63}{3} = 21$$

MathJax

$$f(a) = \frac{1}{2\pi i} \oint_{\gamma} \frac{f(z)}{z-a} dz$$

Beautiful and accessible math in all browsers

<https://www.mathjax.org/>

Fazit und Ausblick

- MathML gewinnt durch die verbesserte Unterstützung in den gebräuchlichen Browsern an Attraktivität für den Einsatz im Kontext von HTML5.
- Direkte Einbindung in Websites verbessert gegenüber Rastergrafiken mit Formelinhalt Usability und Accessibility.
- Dank brauchbarer Unterstützung in Code-Editoren und grafischen Formelwerkzeugen wird die praktische Nutzung erleichtert.
- Der Spezifikationsprozess wurde neu belebt (MathML Core / MathML 4.0) und somit sind zusätzliche Erweiterungen und Verbesserungen zu erwarten.
- Die etablierte Nutzung mit anderen XML-Technologien wie DITA und DocBook profitiert ebenfalls von der aktiven Beschäftigung mit MathML-Details.

Nützliche Ressourcen

- data2type: <https://www.data2type.de/xml-xslt-xslfo/math-ml/>
- de Vries, A.: https://www.math-it.org/Publikationen/MathML_de.html
- Häßler, U.: <https://www.mediaevent.de/mathml-formeln-in-webseiten-mit-html5/>
- Meinike, T.: <https://datenverdrahten.de/vortraege.php>
- MDN: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/MathML/>
- SELFHTML-Wiki: <https://wiki.selfhtml.org/wiki/MathML/Einsteiger-Tutorial>
- Shafie H.: <https://www.xmlmind.com/tutorials/MathML/>
- Tutorials Point: <https://www.tutorialspoint.com/mathml/>
- W3C: <https://www.w3.org/Math/>

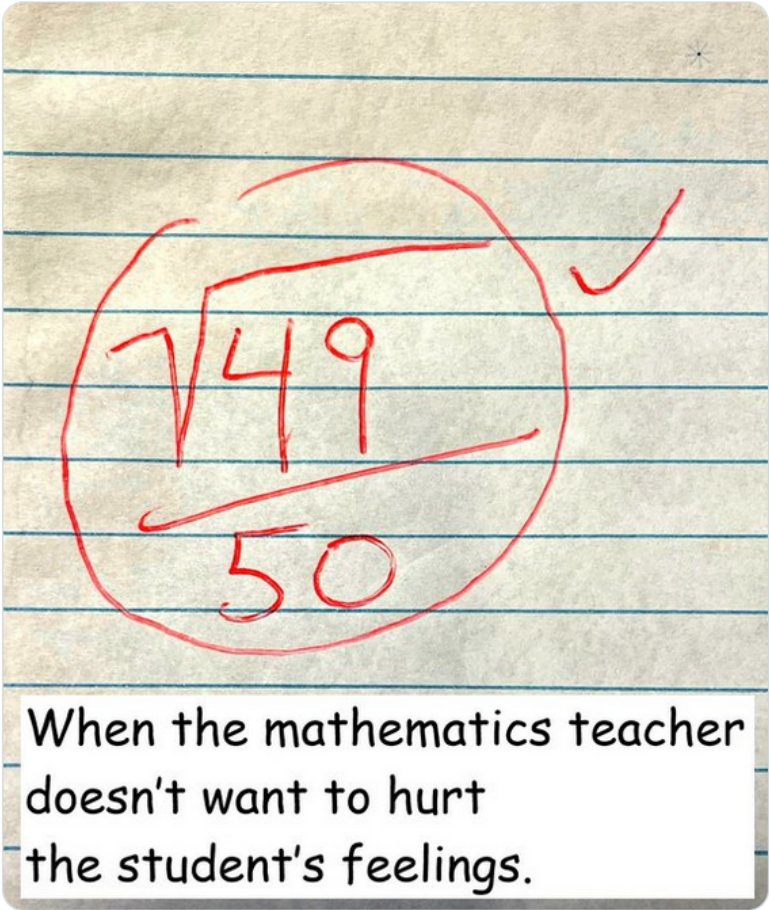
Danke für die Aufmerksamkeit!



Cliff Pickover
@pickover

"When a mathematics teacher doesn't want to hurt the student's feelings regarding test-score results...."

[Tweet übersetzen](#)



1:27 vorm. · 13. Feb. 2023 · 82.275 Mal angezeigt

Bewertung



MathML Association Logo
[Twitter: @mathml3](#)