

# CO2Flow

and you'll never feel low

Ein smartes Fenster, mit automatisiertem Öffnungsmechanismus bei einem zu hohen CO2-Gehalt in der Raumluft

## Projekt

Entwicklung eines Konzepts zu einer funkbasierten Smart-Home-Anwendung sowie Bereitstellung einer Modellanwendung auf Basis des bereitgestellten Silicon Laboratories EFR32MG24 Eval-Boards

## Team

Emil Krause, Tom Seidel, Cato Renz, Leonie Demme, Sarah Wollanek, Agon Maksutaj, Altan Olcay, Bennet Schuischel



TU Dresden

&

Dresden Elektronik  
Ingenieurtechnik GmbH

# CO2Flow

Ein smartes Fenster, mit automatisiertem Öffnungsmechanismus bei einem zu hohen CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Raumluft

## Projekt

Entwicklung eines Konzepts zu einer funkbasierten Smart-Home-Anwendung sowie Bereitstellung einer Modellanwendung auf Basis des bereitgestellten Silicon Laboratories EFR32MG24 Eval-Boards

## Team

Emil Krause, Tom Seidel, Cato Renz, Leonie Demme, Sarah Wollanek, Agon Maksutaj, Altan Olcay, Bennet Schuischel



TU Dresden

&

Dresden Elektronik  
Ingenieurtechnik GmbH

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Bedarf und Zielgruppe
3. Marktpotenzial
4. Produktentwicklung
5. Funktion
6. Kosten
7. Aussicht
8. Quellen

## **1. Einleitung**

Heutzutage verbringen Menschen quantitativ viel Zeit innerhalb von Gebäuden. Einen Großteil des Tages verweilen sie am Arbeitsplatz, der Bildungsstätte oder dem Kindergarten. Hinzu kommen noch Freizeitaktivitäten, wie Gaming, Gesellschaftsspiele oder kreative Auslastung, welche ebenfalls nach drinnen verlagert werden. Dabei steigt die Nachfrage nach gesundheitsfreundlichen Maßnahmen, um Kopfschmerzen, Müdigkeit und Konzentrationsverlust, durch unzureichende Sauerstoffversorgung, zu gewährleisten. Eine Möglichkeit, um dies zu gewährleisten, ist der regelmäßige Luftaustausch, um die CO<sub>2</sub>-Konzentration zu minimieren. Häufig wird dies jedoch durch mangelndes Bewusstsein, Bequemlichkeit, Zeitmangel oder fehlende Erinnerungshilfen versäumt. Durch die Smart-Home-Anwendung von Fenster, die sich bei bestimmten CO<sub>2</sub>-Werten automatisch öffnen und schließen, soll exakt diese Problematik behoben werden.

Die Gruppen vom Projekt „BeING Inside 2024“, welches an der TU Dresden vom 18.03.2024 bis 22.03.2024 in Kooperation mit der Dresden Elektronik Ingenieurtechnik GmbH stattfand, hatten die Aufgabenstellung, ein Konzept zu einer funkbasierten Smart-Home-Anwendung auf Basis des bereitgestellten Silicon Laboratories EFR32MG24 Eval-Boards zu entwickeln.

## **2. Bedarf und Zielgruppe**

Laut einer Umfrage von YouGov sind die dort befragten Personen im Durchschnitt der Meinung, dass sie etwa 66% ihres Tages in geschlossenen Räumen verbringen. Studien der WHO zeigen sogar 90% bzw. 22 Stunden am Tag.

Die Luft in den Gebäuden ist dabei in der Regel stärker von Schadstoffen belastet als die Außenluft. Jedoch ist eine ausreichende Sauerstoffzufuhr für das Überleben und die Gesundheit aller Lebewesen unerlässlich. Tagelang ohne Wasser und wochenlang ohne Nahrung auszukommen ist möglich, doch schon wenige Minuten ohne Luft sind lebensbedrohlich. Aufgrund dieser Tatsachen ist die Qualität unserer Luft besonders wichtig und betrifft alle Altersgruppen. In geschlossenen Gebäuden ist es schwieriger, dies zu ermöglichen.

Früher wurden Häuser durch weniger dichte Fenster, Türen, Dächer und Mauerwerke ständig belüftet, wohingegen heute bei Neubauten und Sanierungen auf eine möglichst luftundurchlässige Gebäudehülle geachtet wird, um den Wärmeverlust zu vermeiden.

Dies kann zu Gesundheits- und Wellnessproblemen führen, die durch z.B. die Studie des Hermann-Rietschel-Instituts Berlin aus dem Jahr 2020, welche nach dem Auftreten des neuartigen SARS-CoV-2-Virus erfasst wurde, ersichtlich sind. Sie zeigt, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration in geschlossenen Räumen ein Indikator für die Aerosol-Belastung ist. Das Ansteckungsrisiko steigt bei geringer Lüftung demnach. Der Mensch trägt zudem mit seiner kontinuierlichen Atmung auf natürliche Weise zum Anstieg von CO<sub>2</sub> in der Raumluft bei. Wodurch die Luftqualität kontinuierlich sinkt. Das automatische Fenster, soll also zum verbesserten Luftaustausch verhelfen, indem es sich je nach CO<sub>2</sub>-Konzentration öffnet und schließt.

Es bietet eine verbesserte Luftqualität und Gesundheitsvorteile, die zur Verminderung von z.B. Kopfschmerzen, Müdigkeit, Konzentrationsschwierigkeiten, Schimmelbildung und dem Ansteckungsrisiko verhilft.

Es zeichnet sich zudem durch seine besondere Energieeffizienz und Umweltfreundlichkeit aus, da dieses natürliche Belüftungssystem zur Reduzierung des Energieverbrauchs beiträgt, weil keine mechanischen Belüftungssysteme benötigt werden.

Die Fenster ermöglichen eine Menge Komfort, da es die Notwendigkeit reduziert, Fenster manuell öffnen und schließen zu müssen.

Auch die Erkenntnisse einer Studie von der ISIC IC, wobei mithilfe von Conny, einer CO<sub>2</sub> Ampel, CO<sub>2</sub>-Werte über einen bestimmten Zeitraum erfasst wurden, zeigt, dass gezieltes Lüften effizienter ist als dauerhaftes Lüften bzw. feste Lüftungspläne.

Die Zielgruppe umfasst somit einen großen Bereich. Das automatische Fenster findet Anwendung im privaten Haushalt und in öffentlichen Einrichtungen, wie z.B. Bürogebäude, Schulen, Kindergärten und Pflegeeinrichtungen (besonders für eingeschränkte Menschen).

### **3. Marktpotenzial**

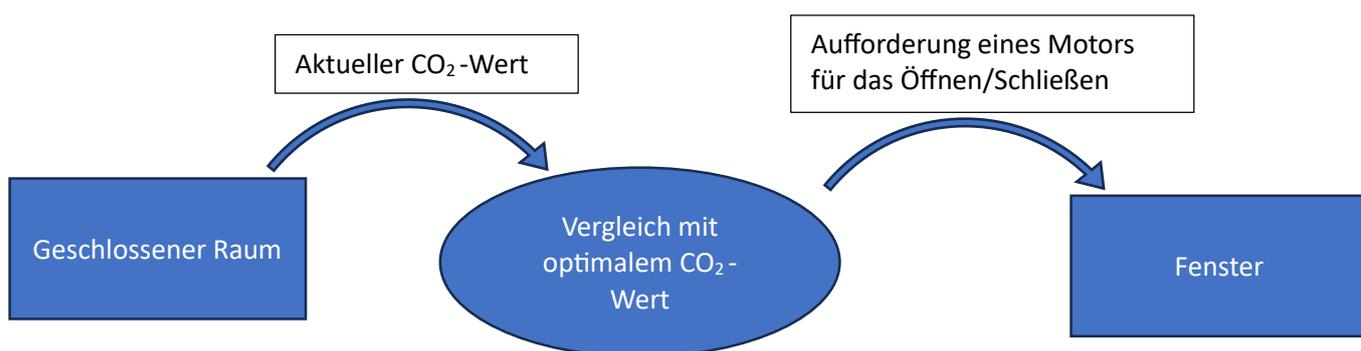
Im Jahr 2023 lag der Umsatz von Mess- und Prüftechnik in Deutschland bei etwa 43,264 Mrd. €. Die Investitionen in die Branche Sensorik und Messtechnik sind 2018 im Vergleich zum Vorjahr um 19% gewachsen und nehmen auch weiterhin zu.

Automatismen, die das Leben einfacher machen, werden zunehmend gefordert, vor allem in öffentlichen Räumen wie Schulen, da sie die Sicherheit erhöhen, die Energieeffizienz steigern und die Einhaltung von Vorschriften gewährleisten. Die Luftqualität ist eine Sache, die eine Vielzahl an Schüler und Schülerinnen an ihrem Umfeld in der Schule kritisieren, da es viele gesundheitliche Probleme mit sich bringt.

Die steigende Besorgnis der Menschen um ihre Gesundheit, führt zu einer zunehmenden Nachfrage von Geräten zur Überwachung und Verbesserung der Luftqualität. Im Laufe der Zeit werden voraussichtlich diverse Staaten, so wie es einige derzeit bereits tun, Regeln und Vorschriften zur Luftqualität aufstellen, weshalb das sich automatisch öffnende Fenster zukunftssicher ist.

Dank technologischen Fortschritten und der Massenproduktion kann der CO2Flow mit kostengünstigeren Methoden und Materialien hergestellt werden und somit preislich attraktiv auf dem Markt angeboten werden, was einen einfacheren Start in den Markt ermöglicht.

### **4. Produktentwicklung**

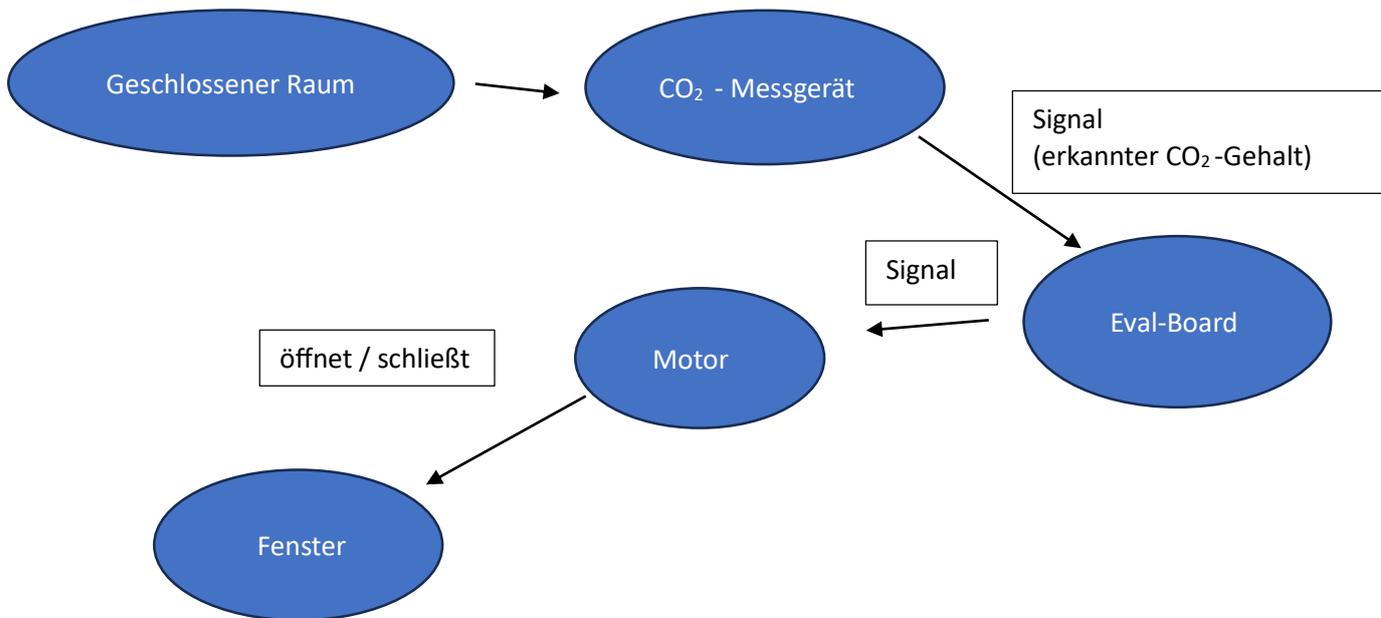


## 5. Funktion

Es wurde ein Konzept eines Smart-Home-Fensters entwickelt, welches sich, je nach Höhe des CO<sub>2</sub>-Gehalts im Raum, automatisch öffnet und schließt. Mittels eines Messgeräts im Sensor wird die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum gemessen. Dabei gilt es zu beachten, dass sich der Sensor in Sichthöhe eines durchschnittlich großen Menschen befinden sollte, da sich CO<sub>2</sub> am Boden sammelt (evtl. am Lichtschalter). Wenn ein bestimmter Wert im Raum erreicht wird, sendet der Sensor ein Signal an das Silicon Laboratories EFR32MG24 EVAL-Board am Fenster, wodurch der Motor mit Spannung versetzt wird. Durch ein Seil, welches am Fensterrahmen befestigt ist, wird die dementsprechende Aktion ausgeführt:

- Wert über 1500 ppm → das Fenster öffnet sich
- Wert bei 800 ppm → das Fenster schließt sich

Die Steuerung ist auch manuell möglich (per Schalter).



## **6. Kosten**

Der ungefähre Preis für die Produktion der Smart-Home-Anwendung CO2Flow wurde aufgrund folgender Hauptkosten überschlagen: für den Schließ- und Öffnungsmechanismus werden etwa 100€ einberechnet, zwei Silicon Laboratories EFR32MG24 EVAL-Boards liegen preislich bei 160€, die Materialkosten betragen insgesamt ca. 265€.

Mit zusätzlichen Kosten für das Personal, welches auf erneute 265 Euro skaliert wurde und einem Gewinnprozentsatz, liegt der Verkaufspreis bei 599 Euro. In Zukunft sind jedoch Möglichkeiten zur Preissenkung vorhanden, die durch geringere Produktionskosten für den Mechanismus gewährleistet werden.

## **7. Aussicht**

In Zukunft wird das Produkt durch umfassende Tests auf Zuverlässigkeit, Genauigkeit der Messungen und reibungslose Funktionsweise geprüft. Auch unter der Berücksichtigung von Feedback können Anpassungen vorgenommen werden.

Möglich wäre die Programmierung zur Erfassung weiterer Sensoren, zur Messung von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Kohlenmonoxid etc., welche bereits auf dem EVAL-Board vorhanden sind.

Weitere Öffnungsmechanismen, wie z.B. der Spindeltrieb, Verriegelungsantrieb oder der Lamellenantrieb können die Erweiterung der Produktpalette auf spezifische Fensterarten, wie das Dachfenster, gewährleisten.

Zusätzliche Sicherheitsmechanismen, wie eine Hinderniserkennung, sollen zu mehr Schutz vor Verletzungen, was besonders bei Schulen, Pflegeheimen und Kindergärten im Vordergrund steht, vor Einbrüchen und bei Bränden verhelfen.

## 8. Quellen

- <https://www.inventer.de/wissen/grundlagen-der-lueftung/warum-lueften/>
- <https://www.schoener-wohnen.de/service/43299-rtkl-richtig-lueften-darauf-sollten-sie-achten#:~:text=Smarte%20Helfer-,Warum%20ist%20Lüften%20wichtig%3F,Haus%20und%20fördert%20seine%20Gesundheit>
- <https://co2ampel.online/studien/>
- [https://presse.velux.de/download/1120832/velux-tig-yougov-report-180515.pdf?\\_gl=1\\*y1za61\\*\\_ga\\*MjM5MTgwOTQ2LjE3MTA3NzUzODc.\\*\\_ga\\_WTJTSNXG35\\*MTcxMDg4NjA3MC4yLjEuMTcxMDg4NjQ5NC42MC4wLjA.&\\_ga=2.84290448.802054768.1710885525-239180946.1710775387](https://presse.velux.de/download/1120832/velux-tig-yougov-report-180515.pdf?_gl=1*y1za61*_ga*MjM5MTgwOTQ2LjE3MTA3NzUzODc.*_ga_WTJTSNXG35*MTcxMDg4NjA3MC4yLjEuMTcxMDg4NjQ5NC42MC4wLjA.&_ga=2.84290448.802054768.1710885525-239180946.1710775387)
- <https://magazin.velux.de/de-DE/artikel/indoor-generation-folgen#:~:text=Auch%20mit%20unseren%20Bemühungen%20und,Wahrnehmung%20und%20der%20tatsächlichen%20Realität>
- <https://www.dein-heizungsbauer.de/ratgeber/raumklima/co2-raumluft/>
- <https://www.ibisworld.com/de/branchenreporte/herstellung-mess-kontroll-pruefgeraeten/1043/>
- <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/223120/umfrage/investitionen-entwicklung-in-der-sensorik-und-messtechnik/>
- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheits/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft/infektioese-aerosole-in-innenraeumen#was-sind-aerosole>
- Chat GPT
- <https://www.test.de/CO2-Messgeraete-und-CO2-Ampeln-im-Test-5709239-tabelle/>

# CO2Flow



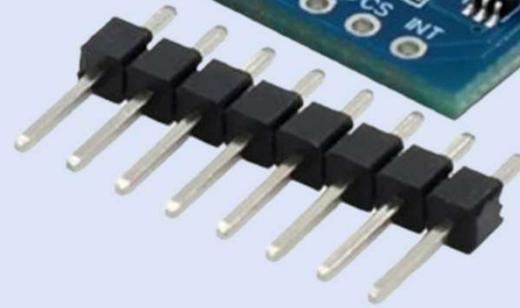
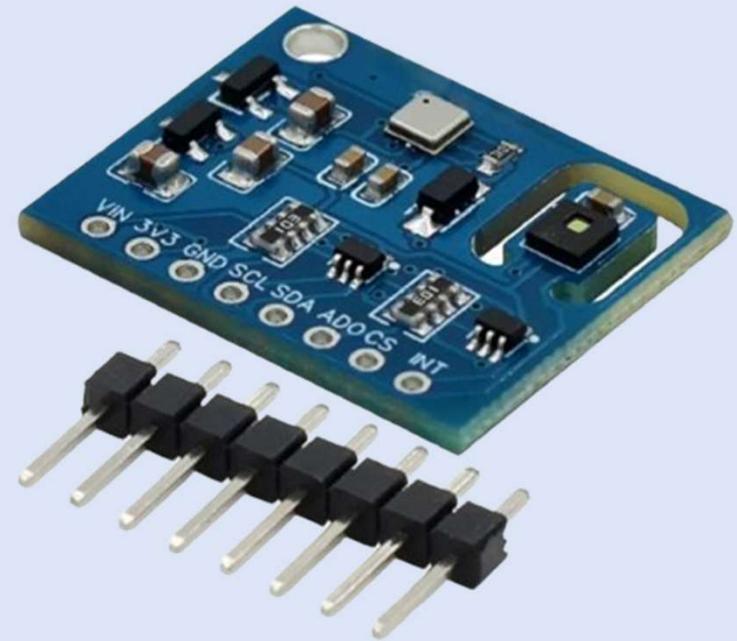
Gruppe 4



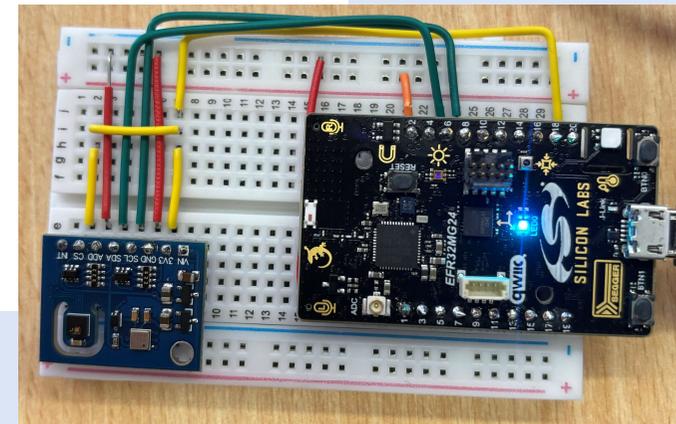
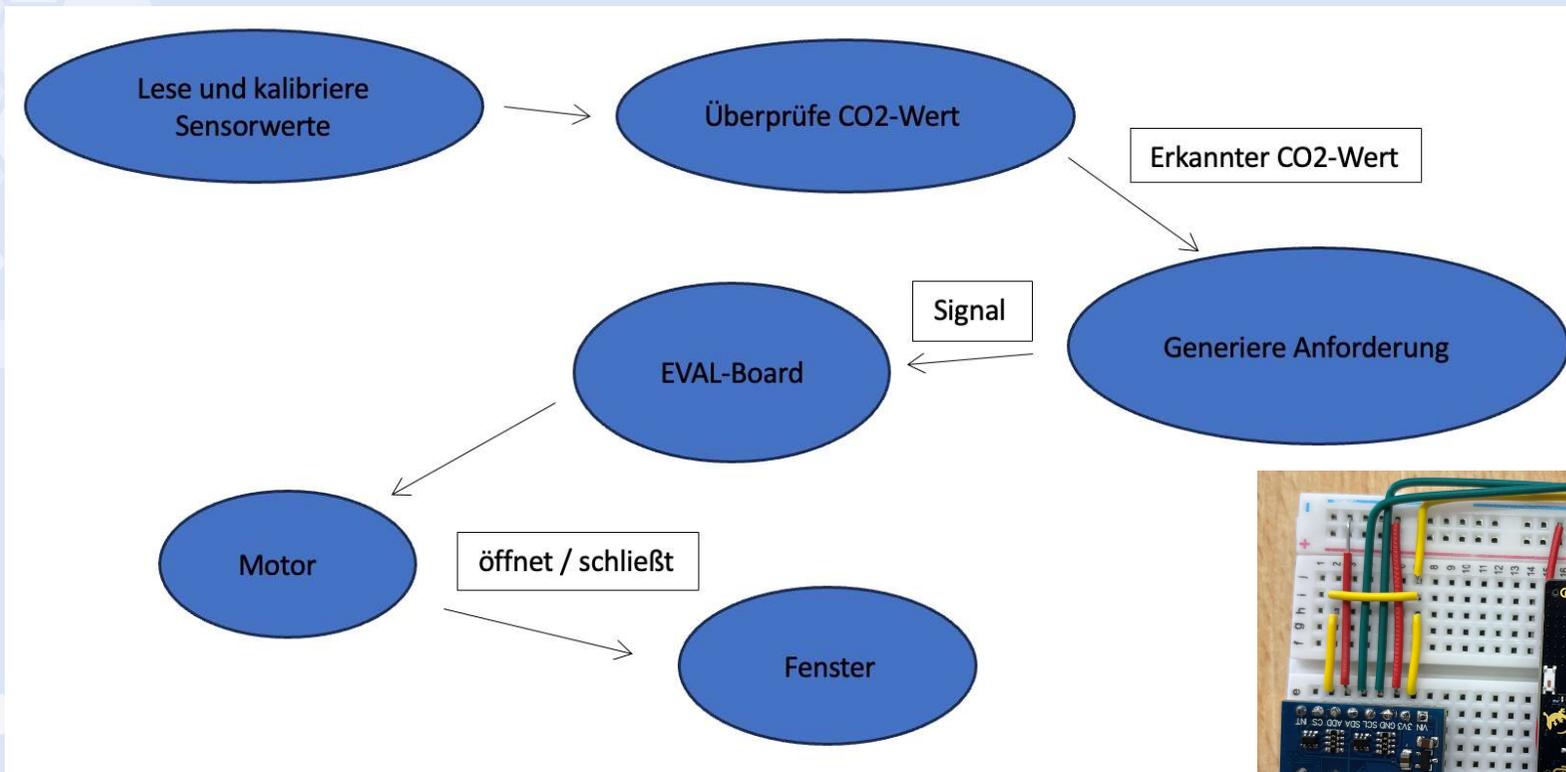
# Das Problem



# Die Lösung



# Funktionsweise



# Marktpotenzial

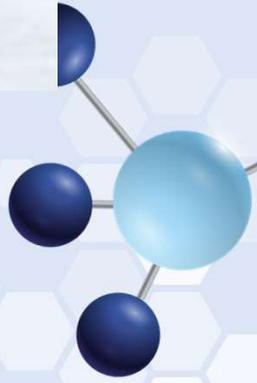
- 2024 Umsatz von 12,2 Mrd Euro im Markt „Komfort und Licht“ prognostiziert
- 2028 Umsatz auf 18,5 Mrd Euro geschätzt
- Jährliches Wachstum liegt bei 11,05%



# Kosten



# Ausblick



Danke!

