



It's a match: Software und Nachhaltigkeit

Torsten Stiller

Developer Lead

Microsoft Deutschland GmbH - Azure BG

- 
- 1 Einführung**
 - 2 Auswirkungen von Software auf die Umwelt und Gesellschaft**
 - 3 Herausforderungen und Chancen**
 - 4 Best Practices und Beispiele aus der Praxis**
 - 5 Fazit**
 - 6 Weiterführende Ressourcen**

Einführung



NACHHALTIGE SOFTWAREENTWICKLUNG

WAS BEDEUTET DAS?

Definition

Nachhaltige Softwareentwicklung bezieht sich auf den Prozess der Entwicklung, Nutzung und Entsorgung von Software, der auf ökologische, soziale und wirtschaftliche Nachhaltigkeit ausgerichtet ist.

Unterscheidung

- Ökologische Nachhaltigkeit
- Soziale Nachhaltigkeit
- Wirtschaftliche Nachhaltigkeit

Ziele

1. Entwicklung, Nutzung und Entsorgung von Software nachhaltig gestalten
2. Langfristige Ausrichtung auf eine nachhaltige Zukunft



NACHHALTIGE SOFTWAREENTWICKLUNG

DIE 8 PRINZIPIEN

Kohlendioxid

Entwickeln Sie Anwendungen, die CO₂-effizient sind!

Elektrizität

Entwickeln Sie Anwendungen, die energieeffizient sind!

CO₂-Intensität (gCO₂eq/kWh)

Nutzen Sie Strom mit der niedrigsten CO₂-Intensität!

Graue Energie

Entwickeln Sie Anwendungen, die hardwareeffizient sind!

Energieproportionalität

Maximieren Sie die Energieeffizienz von Hardware!

Netzwerk

Verringern Sie die Menge der versendeten Daten und die Entfernung, die diese im Netzwerk zurücklegen müssen!

Anpassung des Bedarfs

Entwickeln Sie klimabewusste Anwendungen!

Optimierung

Konzentrieren Sie sich auf sukzessive Optimierungen, die die gesamte CO₂-Effizienz verbessern!



Definition "Green software"

Green Software bezieht sich auf Softwareanwendungen, die umweltfreundlicher entwickelt und betrieben werden, um ihre Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren.

Ziele der GSF

- Verringerung der Umweltauswirkungen von Software
- Förderung von Tools, Methoden und Best Practices für umweltfreundliche Softwareentwicklung
- Entwicklung von Standards, Zertifizierungen und Richtlinien für umweltfreundliche Softwareentwicklung
- Softwareindustrie in eine nachhaltigere Zukunft führen
- Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandels

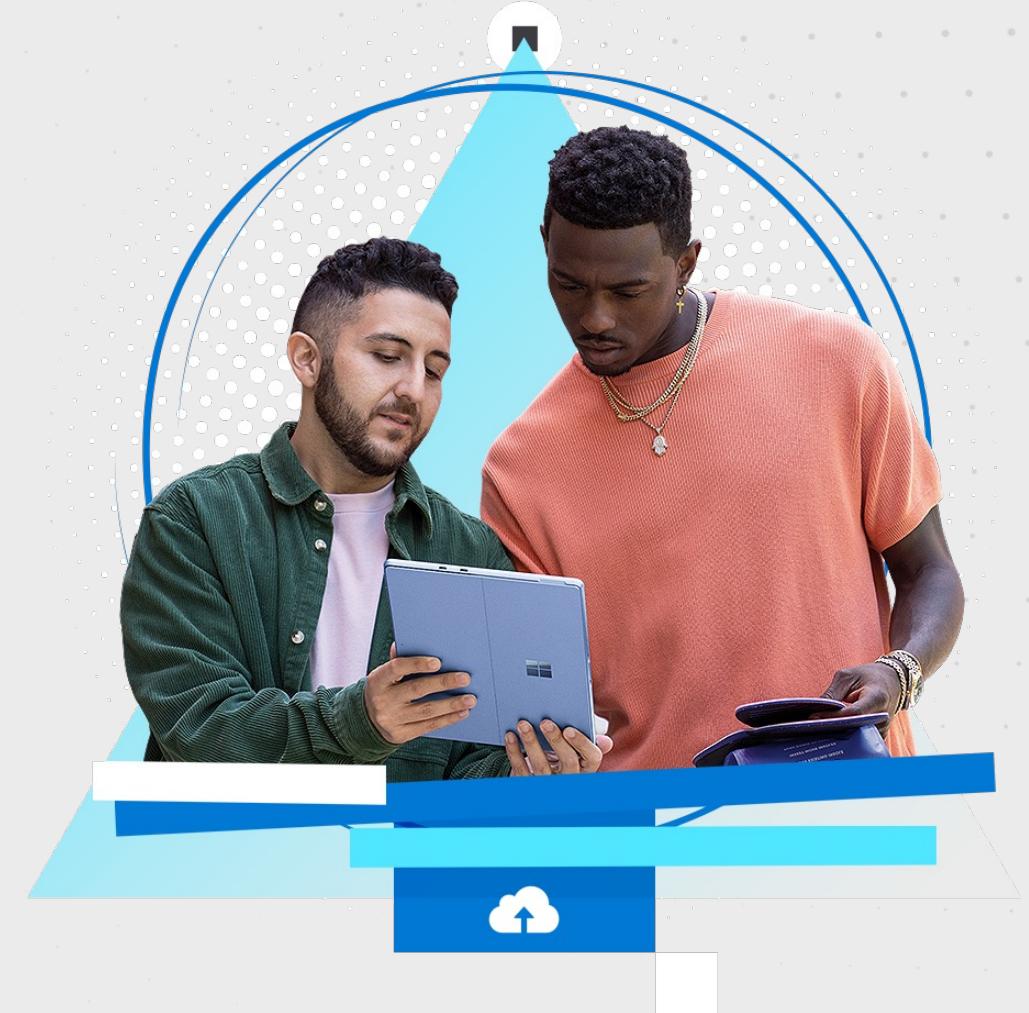


- **Kohlenstoff-Effizienz**
Die geringstmögliche Menge an Kohlenstoff ausstoßen.
- **Energie-Effizienz**
Verwenden Sie so wenig Energie wie möglich.
- **Kohlenstoff-Bewusstsein**
Mehr tun, wenn der Strom sauberer ist + weniger tun, wenn der Strom schmutziger ist.
- **Hardware-Effizienz**
Verwenden Sie die geringstmögliche Menge an „enthaltenem“ Kohlenstoff.
- **Messen**
Was man nicht messen kann, kann man nicht verbessern.
- **Klimaverpflichtungen**
Verstehen Sie den genauen Mechanismus der Reduzierung.



Green Software Foundation

Auswirkungen von Software auf die Umwelt und Gesellschaft



NACHHALTIGE SOFTWAREENTWICKLUNG

UMWELTAUSWIRKUNGEN VON SOFTWARE

- Energieverbrauch durch den Betrieb von Rechenzentren, Servern und Endgeräten
- Elektroschrott durch veraltete Hardware und Geräte, die nicht wiederverwendet oder recycelt werden
- Treibhausgasemissionen durch die Energieproduktion für den Betrieb von IT-Infrastruktur
- Ausbeutung von Rohstoffen für die Herstellung von Elektronikkomponenten
- Auswirkungen auf die Biodiversität durch den Abbau von seltenen Erden und anderen Rohstoffen für die Elektronikproduktion.



Global trends in digital and energy indicators, 2015-2021

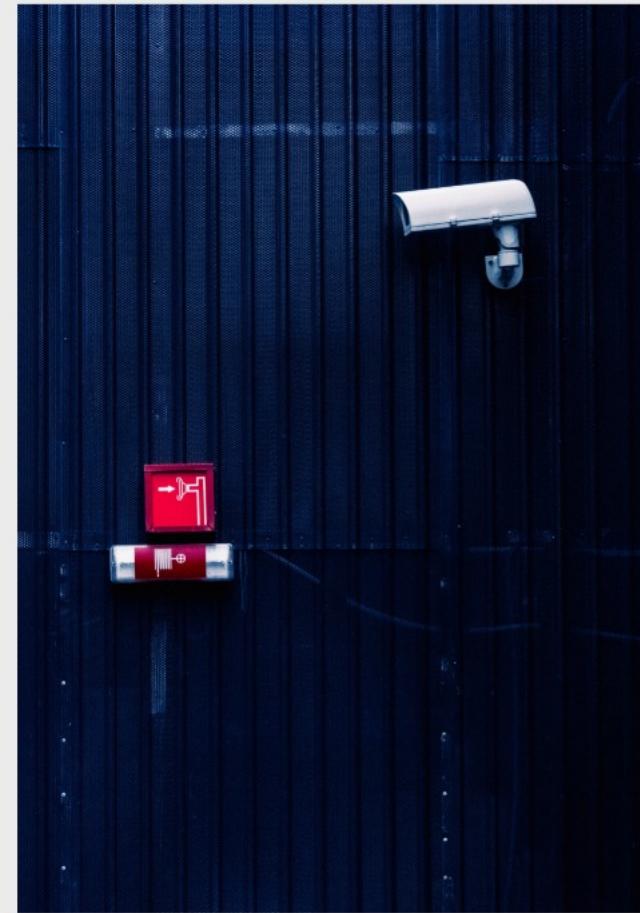
	2015	2021	Change
Internet users	3 billion	4.9 billion	+60%
Internet traffic	0.6 ZB	3.4 ZB	+440%
Data centre workloads	180 million	650 million	+260%
Data centre energy use (excluding crypto)	200 TWh	220-320 TWh	+10-60%
Crypto mining energy use	4 TWh	100-140 TWh	+2 300-3 300%
Data transmission network energy use	220 TWh	260-340 TWh	+20-60%

Sources: Internet users [[ITU \(2022\)](#)]; internet traffic [IEA analysis based on [Cisco \(2015\)](#); [TeleGeography \(2022\)](#); Cisco (2019), Cisco Visual Networking Index]; data centre workloads [Cisco (2018), Cisco Global Cloud Index]; data centre energy use [IEA analysis based on [Malmodin & Lundén \(2018\)](#); [ITU \(2020\)](#); [Masanet et al. \(2020\)](#); [Malmodin \(2020\)](#); [Hintemann & Hinterholzer \(2022\)](#)]; cryptocurrency mining energy use [IEA analysis based on [Cambridge Centre for Alternative Finance \(2022\)](#); [Gallersdörfer, Klaassen and Stoll \(2020\)](#); [McDonald \(2022\)](#)]; data transmission network energy use [[Malmodin & Lundén \(2018\)](#); [Malmodin \(2020\)](#); [ITU \(2020\)](#); [Coroama \(2021\)](#); [GSMA \(2022\)](#)].

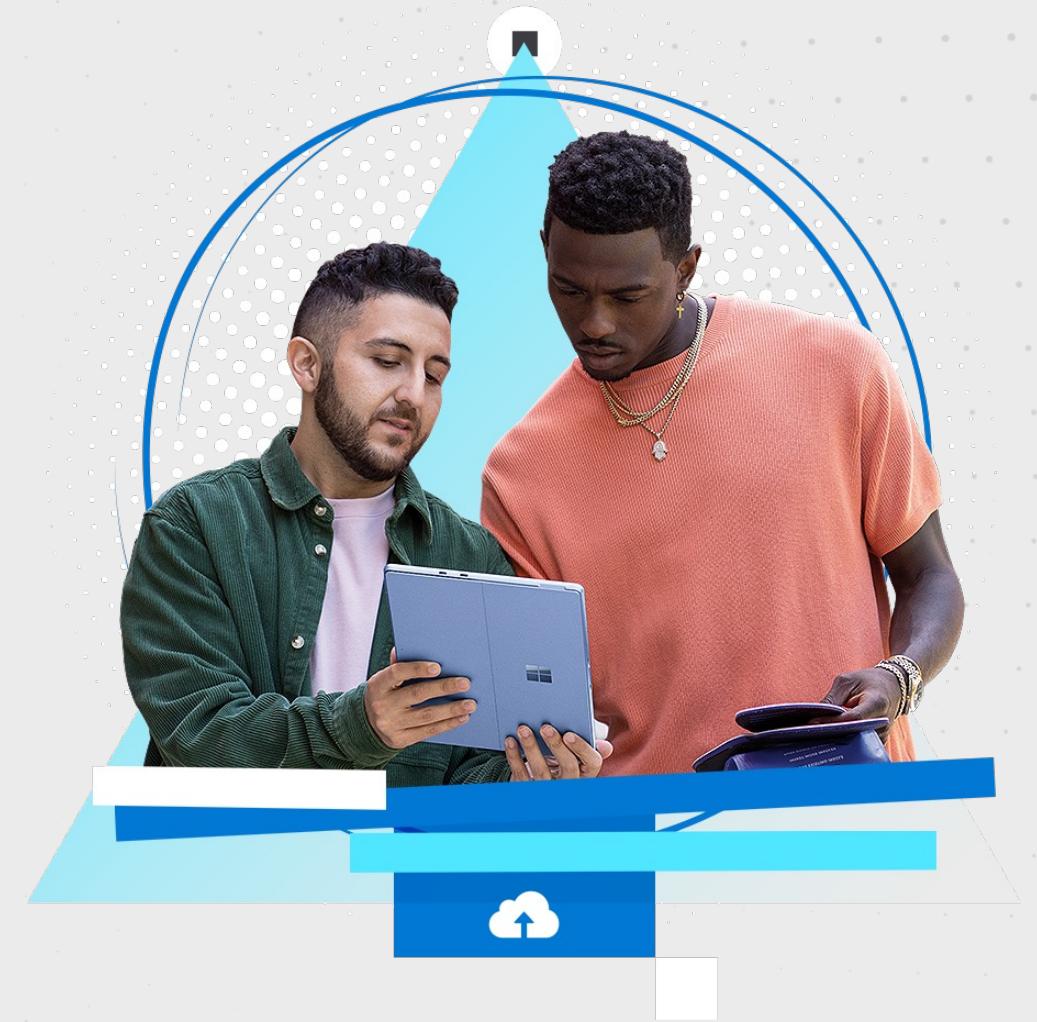
NACHHALTIGE SOFTWAREENTWICKLUNG

SOZIALE AUSWIRKUNGEN VON SOFTWARE

- Software beeinflusst Kommunikation, Arbeit und Leben
- Software-Entwicklung hat soziale Auswirkungen
- Schaffung von Arbeitsplätzen
- Verringerung der digitalen Kluft
- Nachhaltige Softwareentwicklung berücksichtigt Auswirkungen auf Gesellschaft und Privatsphäre
- Gerechtere Verteilung von Ressourcen und Chancen



Herausforderungen und Chancen



NACHHALTIGE SOFTWAREENTWICKLUNG

HERAUSFORDERUNGEN

- **Komplexität**

Nachhaltige Softwareentwicklung kann eine komplexe Aufgabe sein, die sowohl technisches als auch soziales Wissen erfordert.

- **Kosten**

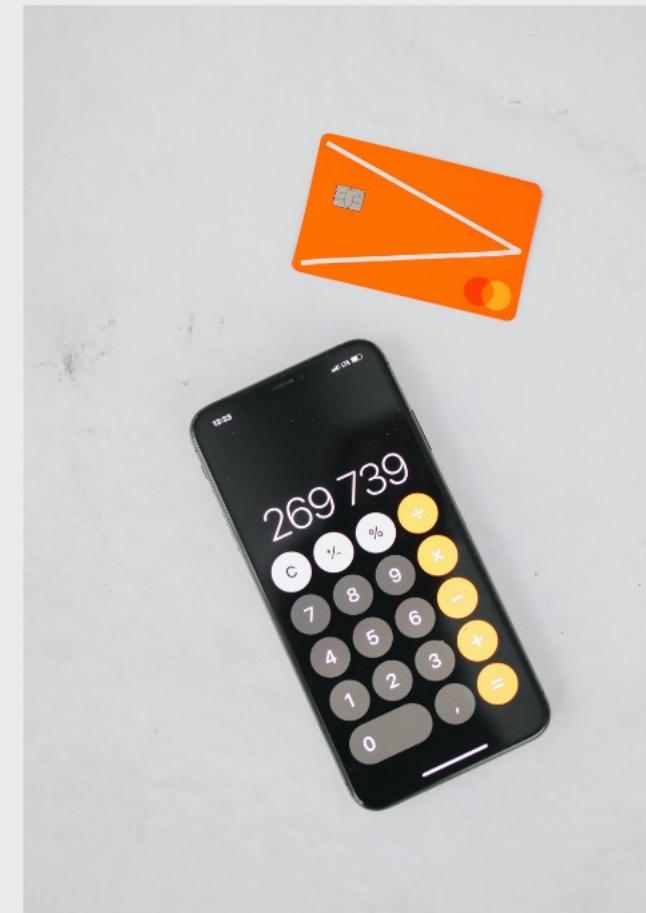
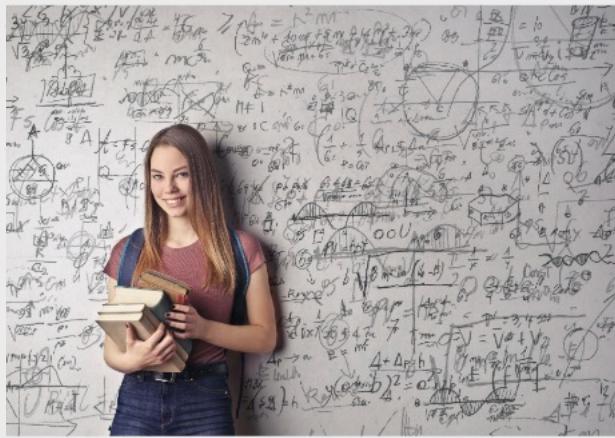
Die Umstellung auf nachhaltige Softwareentwicklung kann mit Kosten verbunden sein, insbesondere wenn neue Technologien oder Ressourcen erforderlich sind.

- **Mindshift / Veränderung der Einstellung**

Die Einführung von nachhaltiger Softwareentwicklung erfordert möglicherweise eine Änderung der Einstellung und des Bewusstseins bei Entwicklern und Nutzern.

- **Mitstreiter finden**

Um einen richtigen Einfluss auf die Nachhaltigkeit in der Softwareentwicklung zu haben, sollte man sich mit Gleichgesinnten zusammentun und in sich in Communities engagieren bzw. sie gründen.



NACHHALTIGE SOFTWAREENTWICKLUNG

CHANCEN

- **Verbesserung der Umwelt**

Nachhaltige Softwareentwicklung kann dazu beitragen, den Energieverbrauch, den CO₂-Ausstoß und den Ressourcenverbrauch zu reduzieren.

- **Steigerung der Effizienz**

Nachhaltige Softwareentwicklung kann dazu beitragen, effizientere und bessere Software-Systeme zu entwickeln, die weniger Abfall produzieren und eine höhere Leistung erbringen.

- **Verbesserung der Gesellschaft**

Nachhaltige Softwareentwicklung kann dazu beitragen, soziale Ungleichheiten zu verringern, indem sie den Zugang zu Technologie und Informationen verbessert.

- **Wettbewerbsvorteil**

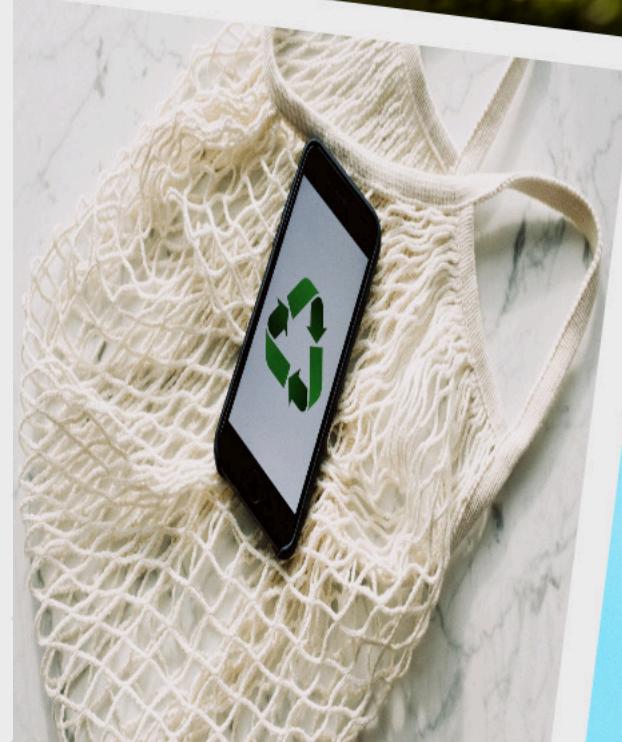
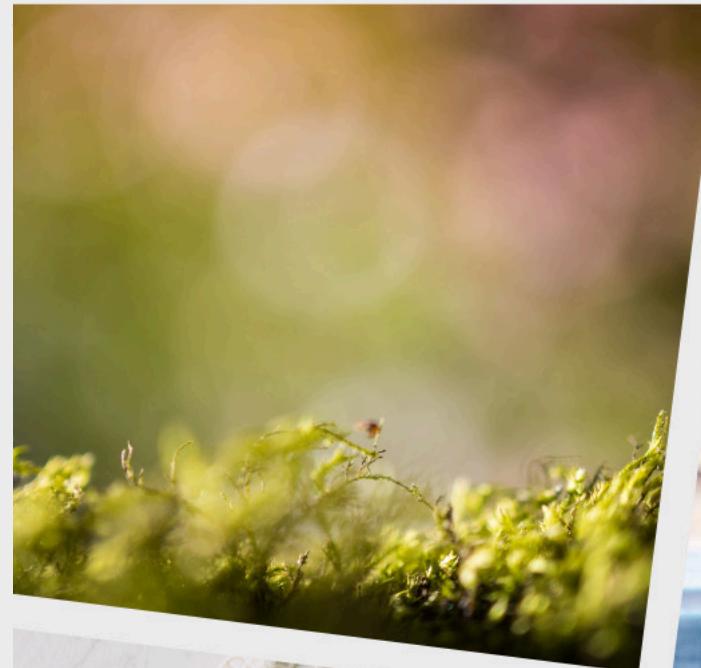
Nachhaltige Softwareentwicklung kann ein Wettbewerbsvorteil sein und Unternehmen helfen, ihr Image und ihre Reputation zu verbessern.

- **Kostensparnis**

Nachhaltige Softwareentwicklung kann zu Einsparungen bei Energiekosten, Ressourcen und Materialien führen.

- **Innovation**

Nachhaltige Softwareentwicklung kann auch zu Innovationen führen und neue Möglichkeiten für nachhaltige Geschäftsmodelle und Technologien eröffnen.



Best Practices und Beispiele aus der Praxis



Verwendung von Open-Source-Software

- Verwendung von Bibliotheken und Frameworks wie Bootstrap, React oder Angular
- Betriebssysteme, die Open-Source sind (e.g., CBL Mariner).



Reduzierung des Energiebedarfs

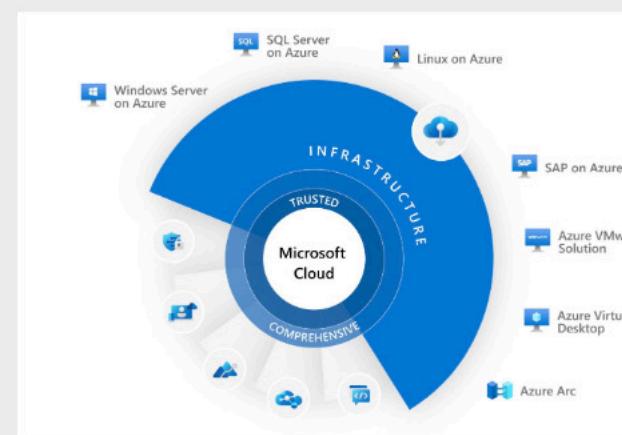
- Deaktivierung von Funktionen, wenn sie nicht verwendet werden.
- Verwendung von Algorithmen, die weniger Rechenleistung benötigen.

Minimierung des Speicherbedarfs

- Löschen von Daten, die nicht mehr benötigt werden.
- Verwendung von effizienteren Algorithmen.

Verwendung von Cloud Computing

- Verwendung von Cloud-basierten Anwendungen wie SharePoint Online, Office 365, GitHub Codespaces, etc.
- Verwendung von Cloud-basierten Hosting-Plattformen wie Microsoft Azure.



NACHHALTIGE SOFTWAREENTWICKLUNG

BEST PRACTICES UND BEISPIELE AUS DER PRAXIS

Design für Wartbarkeit

- Verwendung von Standards wie RESTful APIs und Micro-Services.
- Dokumentation des Codes und der Prozesse für eine einfache Wartung.

Verwendung von umweltfreundlichen Materialien

- Verwendung von recycelbaren oder biologisch abbaubaren Materialien in der Hardware-Produktion.
- Verwendung von Hardware-Produkten, die aus umweltfreundlichen Materialien hergestellt wurden bzw. energieeffizient sind

Verwendung von nachhaltigen Entwicklungsmethoden

- Verwendung von agilen Softwareentwicklungsmethoden.
- Verwendung von Design Thinking-Methoden.

Berücksichtigung von Sicherheits- und Datenschutzaspekten

- Implementierung von Sicherheits- und Datenschutzrichtlinien in der Softwareentwicklung.
- Verwendung von Verschlüsselungstechnologien, um die Sicherheit von Daten zu gewährleisten.



NACHHALTIGE SOFTWAREENTWICKLUNG

MESSUNG DES IMPACTS VON NACHHALTIGER SOFTWARE

Energieverbrauch

- Einsatz von Energie-Tools oder Cloud-Service-Tools zur Analyse

CO2-Emissionen

- Berücksichtigung des CO2-Ausstoßes (Herstellung, Betrieb und Entsorgung)

Ressourcenverbrauch

- Einbezug von Hardware, Speicherplatz, Netzwerk- und Prozessorressourcen

Nutzerzufriedenheit

- Längere Nutzungsdauer und weniger Probleme führen zu höherer Nachhaltigkeit

Geschäftsziele

- Kostenreduktion, Effizienzsteigerung und Kundenbindung als Maße für Nachhaltigkeit

Generell

- Klare Ziele und geeigneter Messgrößen sind oberstes Gebot
- Vergleich mit ähnlichen Projekten zur besseren Einschätzung des Impacts



$$SCI = (E*I) + M$$

where: E = Energy

I = Carbon Emissions

M = Embodied Carbon

NACHHALTIGE SOFTWAREENTWICKLUNG

ANWENDUNGSEBENEN

1. UI/UX Design
2. Anwendungsarchitektur
3. Programmierung
4. Hosting-Plattform
5. Firmenkultur

```
18 if( !function_exists('hex2rgb') ) {
19   function hex2rgb($hex_str, $return_string = false, $separat
19   $hex_str = preg_replace('/[^0-9A-Fa-f]/', ' ', $hex_
19   if( strlen($hex_str) == array();
19   $color_val = hexdec($hex_str);
19   $rgb_array['r'] = 0xFF & ($color_val >> 0x10);
19   $rgb_array['g'] = 0xFF & ($color_val >> 0x8);
19   $rgb_array['b'] = 0xFF & $color_val;
19 } elseif( strlen($hex_str) == 3 ) {
19   $rgb_array['r'] = hexdec(str_repeat(substr($he
19   $rgb_array['g'] = hexdec(str_repeat(substr($he
19   $rgb_array['b'] = hexdec(str_repeat(substr($he
19 } else {
19   } return false;
19 } return $return_string ? implode($separator, $rgb_
19 }
```



Fazit



Zusammenfassung

- Verwendung von ressourcenschonenden Technologien und Architekturen
- Effiziente und energieeffiziente Programmierung
- Reduzierung von Abfall und unnötiger Komplexität im Code
- Verwendung von Open-Source-Software und Wiederverwendung von Code
- Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten und Datenschutz
- Barrierefreiheit und Zugänglichkeit für alle Nutzer
- Verwendung von automatisierten Tests und kontinuierlicher Integration und Bereitstellung
- Einbindung von Nutzern und Stakeholdern in den Entwicklungsprozess
- Nachhaltige Verwendung von Daten und Vermeidung von Datenverschwendungen
- Langfristige Planung und Wartung der Software zur Vermeidung von unnötigen Neuentwicklungen



Handlungsempfehlungen

- Setzen von klaren Nachhaltigkeitszielen und -kennzahlen
- Überprüfung und Optimierung des Energieverbrauchs von IT-Systemen und -Geräten
- Einsatz von energieeffizienten Hardware-Komponenten und Virtualisierungstechnologien
- Verwendung von ressourcenschonenden Cloud- und Rechenzentrumslösungen
- Implementierung von Green-IT-Richtlinien und -Maßnahmen
- Schulung und Sensibilisierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für nachhaltiges IT-Verhalten
- Förderung von Homeoffice und Videokonferenzlösungen zur Reduzierung von Reisen
- Verwendung von digitalen Lösungen zur Reduzierung von Papierverbrauch
- Förderung von Open-Source-Software und Wiederverwendung von Code
- Zusammenarbeit mit nachhaltigen Vendoren und Dienstleistern
- Regelmäßige Überprüfung und Verbesserung der Nachhaltigkeitsmaßnahmen.



Weiterführende Ressourcen



aka.ms/green-coding

A wide-angle photograph of a sunset over a landscape. The sky is a gradient from deep orange at the horizon to a lighter yellow and then a soft pinkish-purple at the top. In the foreground, there are dark, rolling hills and fields. In the background, a range of mountains is visible against the horizon.

Vielen Dank!