

## Die Intel® Neuromorphic Research Community (INRC)

Im Jahr 2018 rief Intel® die [Intel® Neuromorphic Research Community](#) ins Leben. Im Rahmen dieser globalen Community arbeiten heute mehr als [100 Teams](#) aus Lehre, Forschung und Wirtschaft gemeinsam an den Grundlagen des [Neuromorphic Computing](#) (NC). Unter den [Mitgliedern](#) finden sich neben Intel namhafte Unternehmen und Institutionen, beispielsweise Accenture\*, AIRBUS\*, Hitachi\* und Logitech\* sowie die Technische Universität München\*, die ETH Zürich\*, die National University of Singapore\*, das King's College London\* und die Berkeley Universität\*. Sie alle betreiben eigene Forschungsprojekte auf Basis neuer, speziell für Neuromorphic Computing entwickelter Intel® Hard- und Software. Dabei verfolgen sie das Ziel, Wissen um die Potenziale und Erfordernisse des Neuromorphic Computing auszubauen und die Entwicklung weiter voranzutreiben.



## Neuromorphic Computing als radikal neuer Ansatz



Unter Neuromorphic Computing versteht man einen alternativen Computing-Ansatz, bei dem die Abläufe und Strukturen im Gehirn kopiert und auf Siliziumebene übertragen werden. Auf diese Weise entsteht eine vollkommen neue Architektur, die sich signifikant vom klassischen Modell unterscheidet: Moderne Computer funktionieren auf Basis einer klaren Trennung zwischen Speicher und Prozessor und führen dabei eine feste Abfolge von Instruktionen aus. Im Gegensatz dazu, bilden künstliche Synapsen und Neuronen eine einheitliche Grundlage für den Speicher und die Verarbeitung von Signalen und Messwerten. Neuromorphe Systeme reagieren somit dynamisch auf wichtige Ereignisse und können zeitgleich Impulse bearbeiten und autonom lernen – [ähnlich einem biologischen Gehirn](#).

*„Neuromorphic Computing wirft prinzipiell alles über Bord, was wir über Prozessoren und das Computing im Allgemeinen zu wissen glauben. Der Fokus liegt hier auf den Funktionsweisen eines biologischen Gehirns.“*

*- Yulia Sandamirskaya, Applications Research Lead, Neuromorphic Computing Lab, Intel Labs in München*

Dieser neue Ansatz erscheint durch seine Energieeffizienz, Dynamik und Lernfähigkeit gerade in [Anwendungsbereichen](#) vielversprechend, in denen ein System mit einer unvorhersehbaren Umwelt interagieren muss. Darunter fallen beispielsweise die Robotik und die autonome (Fort-)Bewegung. Auch bei massiv

parallel ablaufenden Such- und Optimierungsanwendungen in der Cloud haben neuromorphe Rechner Vorteile, besonders mit Blick auf ihre Energieeffizienz. Bevor die neue Technologie aber flächendeckend zum Einsatz kommen kann, ist eine umfassende Prüfung und gegebenenfalls die Neudefinition heutiger Standards notwendig, darunter verbreitete Algorithmen und Datenformate. Genau diesem Ziel widmen sich die Forscher:innen der INRC auf Basis des Forschungschips [Intel® Loihi](#).

## Intel® Loihi: Die skalierbare Grundlage der NC-Forschung

Loihi bildet die technische Basis aller INRC-Projekte. 2017 vorgestellt, umfasst der speziell für Neuromorphic Computing entwickelte Forschungschip 128 Kerne, mehr als 130.000 Neuronen und 130 Millionen Synapsen. Loihi ist bis zu 1.000 Mal schneller und 10.000 Mal effizienter als eine herkömmliche CPU. Einzelne Chips können zudem in größeren Systemen skaliert werden, die neben Loihi auch klassische Hardwarekomponenten wie x86-Prozessoren und FPGAs umfassen.

- [Kapoho Bay](#): Das kleinste neuromorphe System von Intel besteht aus zwei Loihi-Chips mit insgesamt 262.000 Neuronen. Es wird via USB-Anschluss direkt an der Peripherie eingesetzt.
- [Nahuku Bay](#): Die nächstgrößere Einheit umfasst 32 Loihi-Chips und erhöht die Anzahl der Neuronen auf 4 Millionen. Wie alle größeren Systeme steht sie INRC-Mitgliedern über die [Intel® Neuromorphic Research Cloud-Plattform](#) und, bei dringendem Bedarf, auch on-site zur Verfügung.
- [Pohoiki Beach](#): Ein 64 Loihi-Chips umfassendes System mit 8 Millionen Neuronen, welches seit 2019 die technische Grundlage für viele INRC-Forschungserfolge lieferte.
- [Pohoiki Springs](#): Intels bislang größtes NC-System umfasst 768 Loihi-Chips. Es wurde 2020 vorgestellt und erreicht mit 100 Millionen Neuronen die Kapazität des Gehirns eines kleinen Säugetiers. Zum Vergleich: Das menschliche Gehirn verfügt über 100 Milliarden Neuronen. Pohoiki Springs arbeitet mit weniger als 300W Energiebedarf und verbraucht somit weniger als ein üblicher Rechenzentrumsserver mit einer einzelnen CPU.



Im Herbst 2021 stellte Intel die [zweite Generation des Forschungschips Loihi](#) sowie das [Open Source Software Framework Lava](#) zur Entwicklung neuro-inspirierter Anwendungen vor. [Loihi 2](#) wird bereits unter Einsatz von EUV (Extreme Ultraviolet) Lithographie in einer Vorproduktionsvariante des [Intel 4 Prozesses](#) hergestellt. Der Chip umfasst bis zu eine Million Neuronen und ermöglicht eine schnellere Datenverarbeitung bei verbesserter Energieeffizienz. Loihi 2 bietet dabei weiterentwickelte Systeme basierend auf bisherigen Forschungsergebnissen:

- **Oheo Gulch**: Ein Ein-Chip-System für Labortests, bestehend aus einem Loihi-2-Chip mit einem Sockel, der für die Fehleridentifizierung trainiert wurde. Größere Systeme sind in der Entwicklung.
- **Kapoho Point**: Die Weiterentwicklung von Kapoho Bay ist ein kompaktes, stapelbares Acht-Chip-System, das sich ideal in tragbaren Projekten einsetzen lässt. Es verfügt über GPIO-Pins (General Purpose Input/Output) und standardmäßige synchrone und asynchrone Schnittstellen für die Integration mit Sensoren und Aktoren in Edge- und Robotik-Anwendungen.

Neben dem Zugriff auf die Hardware-Systeme, bietet Intel INRC-Mitgliedern mit dem Toolkit NxSDK ein speziell auf NC-Anforderungen abgestimmtes Software-Framework an. Zusätzlich erhalten engagierte Mitglieder der INRC weitere Unterstützung, darunter [akademische Stipendien, einen frühen Zugang zu neuen Forschungsergebnissen und Community-Workshops](#).

## Zielsetzung und Ausblick

Innerhalb von nur 2 Jahren hat sich die INRC zu einer [sehr aktiven, globalen Community entwickelt](#), deren Forscher:innen regelmäßig neue [Ergebnisse](#) aus dem Bereich Neuromorphic Computing veröffentlichen – und der Technologie großes Potenzial in [verschiedensten Anwendungsbereichen](#) bescheinigen. Bevor sie ihr volles Potenzial entfalten kann, ist aber noch weitere Grundlagenforschung notwendig. Erst danach ist die flächendeckende Einführung der Technologie sinnvoll und kann gezielt dabei helfen, die [weltweit steigende Nachfrage nach intelligenten Geräten zu bedienen](#). Die ersten kommerziellen Anwendungen werden voraussichtlich am Edge sowie in hochintegrierten Sensoren und Robotersystemen zu finden sein.

Stand: Dezember 2021

### Über Intel

Intel (Nasdaq: INTC) ist eines der führenden Unternehmen in der Entwicklung zukunftsweisender Technologien, von denen Menschen auf der ganzen Welt profitieren. Inspiriert durch das Mooresche Gesetz arbeiten wir ständig an der Weiterentwicklung unserer Halbleiter-Produkte, um Kunden bei der Bewältigung ihrer größten Herausforderungen bestmöglich zu unterstützen. Wir implementieren intelligente Technologien und Lösungen in der Cloud, im Netzwerk und in allen Geräten dazwischen. Dadurch nutzen wir das volle Potenzial von Daten, die Unternehmen und Gesellschaft verbessern. Mehr Informationen zu Intels Innovationen finden Sie unter [www.newsroom.intel.de](http://www.newsroom.intel.de) und [www.intel.de](http://www.intel.de).

© Intel Corporation. Intel, das Intel Logo und andere Intel Produkte sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften.

\* Andere Marken oder Produktnamen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.