

 Zuletzt geändert: 2021-11-25	Technical Note	Seite 1 von 8
	Hardware	TN0601d HUKO
	Schlüsselwörter: CadnaA, CadnaR, CadnaB, Hardware, Prozessor, CPU, GPU, Arbeitsspeicher, RAM, Betriebssystem, Windows, 32-bit, 64-bit, OpenGL, Grafikkarte, CUDA, Prozessorgruppen	V23

1 Übersicht

Dieses Dokument informiert über benötigte und sinnvolle Hardwareausstattung zur Nutzung von **CadnaA**, **CadnaR** und **CadnaB**. Hierbei werden u.a. Fragen zum Arbeitsspeicher, zur Grafikkarte und zu möglichen Betriebssystemen beantwortet. Weiterhin werden verschiedene sinnvolle Hardwarekonfigurationen genannt.

2 Wichtiger Hinweis

Sämtliche Hardware-Empfehlungen und Preisangaben sind unverbindlich und beschreiben lediglich die Situation zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments unter Verwendung der derzeitigen Programmversionen **CadnaA 2022**, **CadnaR 2022** und **CadnaB 2022**. Es werden keinerlei Aussagen darüber getätigt, ob eine bestimmte Hardware mit dem Rest eines Systems kompatibel ist oder nicht. Zur Klärung dieser Fragen wenden Sie sich bitte an die jeweiligen Hardware-Hersteller bzw. an Ihr Systemhaus.

3 Haftungsausschuss

Die Firma DataKustik GmbH übernimmt keinerlei Haftung für eingesetzte Hardware oder dadurch verursachte Schäden und leistet abgesehen von der Hilfestellung in Form dieses Dokuments auch keinen weiteren Support zu Hardware-Fragen. Es liegt in der Eigenverantwortung des Anwenders, einen geeigneten Computer zur Nutzung mit **CadnaA**, **CadnaR** oder **CadnaB** bereitzustellen.

4 FAQ zur Hardware

Frage:

Wie viel Arbeitsspeicher wird für **CadnaA**, **CadnaR** und **CadnaB** benötigt?

Antwort:

CadnaA 32-bit läuft prinzipiell schon auf Rechnern mit nur 2 GB RAM. Generell ist aber eine Ausstattung mit mindestens 4 GB RAM sinnvoll, um dem Programm die für 32-bit Anwendungen maximal nutzbare Speichermenge von 2 GB als freien Speicher zusichern zu können.

Die 64-bit Versionen von **CadnaA** (benötigt Option PRO), **CadnaR** und **CadnaB** unterliegen nicht den obigen Beschränkungen, da native 64-bit Anwendungen von einem 64-bit Windows-Betriebssystem einen Speicherbereich zugeteilt bekommen, der größer ist als der derzeit mögliche maximale Speicherausbau in einer Workstation. Somit können **CadnaA** 64-bit, **CadnaR** 64-bit und **CadnaB** 64-bit den gesamten freien Speicher eines Rechners verwenden.

Generell hängt der Speicherbedarf von der Größe der zu bearbeitenden Projekte ab und kann durch speicherintensive Berechnungen, 3D-Visualisierungen oder der gleichzeitigen Verwendung mehrerer Programminstanzen noch weiter ansteigen.

CadnaA 64-bit, **CadnaR** 64-bit und **CadnaB** 64-bit benötigen mindestens 4 GB RAM, wir empfehlen jedoch eine Ausstattung mit mindestens 8 – 16 GB RAM für die Arbeit mit größeren Projekten.

Frage:

Welche Betriebssysteme sind für **CadnaA**, **CadnaR** und **CadnaB** geeignet?

Antwort:

CadnaA 32-bit läuft auf den folgenden Microsoft-Betriebssystemen: Windows 10 ab Version 20H2 (32-bit/64-bit) und Windows 11 ab Version 21H2 (64-bit). Bei Verwendung eines 64-bit Betriebssystems gelten natürlich weiterhin die Beschränkungen für 32-bit Anwendungen.

CadnaA 64-bit, **CadnaR** 64-bit und **CadnaB** 64-bit laufen auf den folgenden 64-bit Microsoft-Betriebssystemen: Windows 10 ab Version 20H2 (64-bit) und Windows 11 ab Version 21H2 (64-bit).

Generell wird die Verwendung der jeweils aktuellen Betriebssystemversion inklusive aller von Microsoft bereitgestellten Servicepacks und Sicherheitsupdates vorausgesetzt. Ältere Betriebssysteme und Betriebssystemversionen, bei denen das von Microsoft kommunizierte Supportende erreicht wurde, werden nicht mehr unterstützt.

Der Einsatz von **CadnaA**, **CadnaR** und **CadnaB** auf einem Server-Betriebssystem wie Windows Server 2016 oder Windows Server 2019 ist zwar prinzipiell möglich, wird aber nicht offiziell unterstützt. Wegen der prinzipiellen Nutzungsmöglichkeit als Terminal-Server können nur Lizenzen von Netzwerk-Dongles genutzt werden, lokale Dongles funktionieren nicht.

Frage:

Welche Grafikkarten sind für **CadnaA**, **CadnaR** und **CadnaB** am besten geeignet?

Antwort:

Wenn größere 3D-Modelle angezeigt und sogar animiert werden sollen, ist die Verwendung einer schnellen OpenGL-fähigen Grafikkarte mit mindestens 2 GB RAM sinnvoll. Dabei empfehlen sich vor allem aktuelle (spieletaugliche) Modelle mit Grafikchips von nVIDIA und AMD, da in diesem Bereich sehr hohe Leistungen in den Bereichen Geometrie und Texturierung vorausgesetzt werden.

Vermeiden sollte man Modelle ohne eigenes RAM (shared memory, vor allem in Notebooks verbreitet) bzw. einer Mischlösung mit einer geringen Menge lokalem Speicher (nVIDIA: TurboCache, AMD: HyperMemory). Diese Grafikkarten haben nicht nur einen sehr geringen Speicherdurchsatz, sondern sind meist mit langsamen Grafikchips bestückt, so dass die Performance sehr schlecht ist.

Zur Nutzung der hardwarebeschleunigten 3D-Ansicht in **CadnaA** und **CadnaB** muss die Grafikkarte zu OpenGL 3.3 oder neuer kompatibel sein. Ältere Karten können nicht verwendet werden - in diesem Fall wird die Szene stattdessen auf der CPU gerendert, wodurch die Performance stark limitiert wird.

CadnaR hat diese Anforderung nicht, allerdings muss für die beschleunigte Berechnung des Teilchenmodells mit **CUDA** zwingend eine nVIDIA-Grafikkarte mit mindestens Compute Capability 5.0 (Maxwell-Architektur oder neuer) vorhanden sein. Da im CUDA-Bereich die Verbesserungen einer neuen Architektur meist mit deutlichen Leistungssprüngen einhergehen, empfehlen wir für **CadnaR** grundsätzlich die Nutzung einer leistungsfähigen nVIDIA-Grafikkarte der aktuellen oder vorigen Generation (Ampere- oder Turing-Architektur). Die folgenden allgemeinen Empfehlungen in dieser Technical Note sind entsprechend auf die nVIDIA-Grafikkarten eingeschränkt zu verstehen.

Einen guten Kompromiss stellen die jeweils aktuellen Einsteiger-Modelle dar. Dazu gehören derzeit unter anderem die Grafikchipserien AMD Radeon RX 5500 XT sowie nVIDIA GeForce GTX 1050 Ti, GTX 1650 und GTX 1650 SUPER. Diese Grafikkarten liegen im unteren Preisbereich, bieten dafür meist 4 GB Grafikspeicher und einen recht flotten Grafikchip. Außerdem liegt der Stromverbrauch dieser Karten noch in moderaten Bereichen, so dass meist keine besonderen Voraussetzungen bzgl. Stromversorgung und Kühlung für deren Verwendung erfüllt werden müssen.

Mehr Leistung bieten aktuelle Mittelklasse-Modelle. Hier werden momentan vor allem die Grafikchipserien AMD Radeon RX 5600 XT und RX 580 sowie nVIDIA GeForce GTX 1660, GTX 1660 SUPER, GTX 1660 Ti und RTX 2060 SUPER verbaut. Diese Grafikkarten liegen im mittleren Preisbereich, bieten dafür 6 GB – 8 GB schnellen Grafikspeicher und einen schnellen Grafikchip. Hier werden allerdings auch schon höhere Anforderungen an Stromversorgung und Kühlung gestellt.

Wenig Kompromisse muss man bei den aktuellen Oberklasse-Modellen eingehen, die im oberen Preisbereich liegen und 8 GB – 12 GB sehr schnellen Grafikspeicher bieten. Hier kommen derzeit die Grafikchipserien nVIDIA GeForce RTX 2070 SUPER, RTX 3060, RTX 3060 Ti und RTX 3070 sowie AMD Radeon RX 5700 und RX 5700 XT zum Einsatz. Abgesehen von hohen Anforderungen bzgl. Stromversorgung und Kühlung ist auch der Platzbedarf erheblich, so dass eine solche Grafikkarte nicht in jeden handelsüblichen Office-PC reinpasst.

Dies gilt umso mehr im High-End-Bereich. Solche Grafikkarten liegen im Preisbereich zwischen 1000 € und 2000 €, bieten dafür allerdings auch 8 GB – 16 GB sehr schnellen Grafikspeicher sowie einen hochgetakteten schnellen Grafikchip, z.B. AMD Radeon RX 6800, RX 6800 XT und RX 6900 XT sowie nVIDIA GeForce RTX 2080 SUPER, RTX 2080 Ti, RTX 3080 und RTX 3090. Aufgrund dieser Hochleistungschips sind besondere Voraussetzungen für deren Einsatz zu erfüllen, was Platzangebot, Stromversorgung und Kühlung des Rechners betrifft.

Zur Klärung von Kompatibilitätsfragen wenden Sie sich bitte an die jeweiligen Hardware-Hersteller.

Frage:

Welche Prozessoren sind für **CadnaA**, **CadnaR** und **CadnaB** am besten geeignet?

Antwort:

Generell empfehlen wir den Einsatz von aktuellen Mehrkern-Prozessoren von Intel (Core i7 oder Core i5) oder AMD (Ryzen 7 oder Ryzen 5) mit mindestens 4 echten Kernen und möglichst hohem Realtakt, da diese CPUs aufgrund ihrer jeweiligen Architektur besonders für die Anforderungen von **CadnaA**, **CadnaR** und **CadnaB** geeignet sind.

Eine noch höhere Rechenleistung auf der gleichen Plattform bieten Intels Core i9 Prozessoren mit derzeit 8 bis 10 echten Kernen sowie AMDs Ryzen 9 Prozessoren, die 12 bis 16 echte Kerne haben.

Insbesondere die zeitintensiven Simulationsberechnungen mit **CadnaA** und **CadnaR** profitieren nochmals deutlich von der Verwendung von performanteren Prozessoren mit einer höheren Kernzahl.

Für kompromisslose Workstations mit maximaler Performance (und entsprechend hohem Preis) bieten sich Intels Core i9 Prozessoren mit bis zu 18 echten Kernen sowie AMDs Threadripper Prozessoren an, die sogar bis zu 64 echte Kerne auf einem Prozessor vereinen (bei Verwendung von mehr als 32 echten bzw. 64 logischen Kernen bitte die nachfolgenden Hinweise beachten).

Falls Geld keine Rolle spielt, lässt sich dies noch durch Verwendung von Workstations mit Server-Hardware (Dual-Prozessor-Mainboards, Intel Xeon oder AMD EPYC Prozessoren) auf die Spitze treiben.

Bei der Verwendung spezieller Workstation- oder Server-Hardware mit mehreren Prozessoren und/oder mehr als 64 logischen Prozessorkernen sollten die folgenden Hinweise beachtet werden:

- Falls eine NUMA-Architektur (Non-Uniform Memory Access) zum Einsatz kommt, können Speicherzugriffe von verschiedenen Prozessorkernen unterschiedliche Latenzen haben. Dies kann sich negativ auf die Gesamtperformance auswirken.
- Windows verwendet auf Systemen mit *mehr als* 64 logischen Prozessorkernen sogenannte Prozessorgruppen zur internen Verwaltung. Jeder Kern wird genau einer Prozessorgruppe (mit jeweils maximal 64 Kernen) zugeordnet. Falls möglich, werden die Kerne eines Prozessors der gleichen Prozessorgruppe zugeordnet. Es können sowohl unvollständig gefüllte als auch ungleichmäßig gefüllte Prozessorgruppen entstehen (Beispiel: 4 Prozessoren mit je 20 logischen Kernen werden standardmäßig aufgeteilt in Gruppe 0 mit 60 Kernen und Gruppe 1 mit 20 Kernen).
- Eine normale Windows-Anwendung kann nur die Kerne der Prozessorgruppe verwenden, der sie zugeordnet wurde. Somit können *maximal* 64 Prozessorkerne gleichzeitig verwendet werden. Je nach Gruppenaufteilung und Zuordnung der Anwendung können es aber auch *deutlich weniger* sein (im vorigen Beispiel entweder 60 oder 20 Kerne).
- Bei Verwendung von bis zu 64 logischen Prozessorkernen werden keine Prozessorgruppen verwendet, so dass alle Kerne von einer Windows-Anwendung genutzt werden können.

Bei Verwendung von Intel Prozessoren mit Hyper-Threading oder AMD Prozessoren mit SMT (Simultaneous Multi-Threading) lässt sich unter Umständen eine weitere Leistungssteigerung erzielen. Zusätzlich zu den echten n Prozessorkernen können weitere n virtuelle Prozessorkerne genutzt werden. Bei diesen sind nur Teile der Architektur in der Hardware doppelt vorhanden, die anderen Teile müssen mit dem jeweiligen echten Kern gemeinsam genutzt werden. Hierdurch soll eine bessere Auslastung der vorhandenen Recheneinheiten auf dem Prozessor erreicht werden. Virtuelle Kerne sind aber bei weitem nicht so leistungsfähig wie echte Kerne.

Natürlich können nach wie vor auch ältere SingleCore- oder DualCore-Prozessoren noch verwendet werden, allerdings ist deren Performance aufgrund der geringeren Kernzahl, dem oft niedrigeren Reakt und der älteren Prozessorarchitektur deutlich niedriger.

Die derzeit beste Performance bzgl. Rechengeschwindigkeit und Stromverbrauch liefern AMD Ryzen 9, Ryzen 7 und Ryzen 5 Prozessoren der 4. Generation (Zen 3

Architektur mit 7 nm Strukturbreite) sowie Intel Core i9 und Core i7 Prozessoren der 11. Generation (Rocket Lake Architektur mit 14 nm Strukturbreite).

Generell gilt:

- je mehr (echte) Prozessorkerne, desto besser
- je höher der Realtakt, desto besser
- je neuer die Prozessorarchitektur, desto besser
- je kleiner die Strukturbreite, desto besser

Frage:

Was ist bei Prozessoren wichtiger, mehr Kerne oder ein höherer CPU-Takt?

Antwort:

Das kommt ganz darauf an, welche Aufgaben man damit erledigen will. Generell gilt, dass ein höherer CPU-Takt die reinen Berechnungsvorgänge mit **CadnaA** und **CadnaR** (ohne Berücksichtigung von Datenträgerzugriffen etc.) praktisch linear beschleunigt. Eine (ansonsten identische) CPU mit doppelt so hohem Takt würde eine Berechnung also in etwa der halben Zeit erledigen können, wenn keine anderen Faktoren eine Rolle spielen.

Bei Mehrkern-Prozessoren wird eine Beschleunigung durch Parallelisierung erreicht. Hierbei sind allerdings ein paar Dinge zu beachten:

- manche Berechnungen und Vorgänge sind nicht parallelisierbar
- auch parallelisierbare Berechnungen lassen sich nicht auf beliebig viele Kerne sinnvoll verteilen
- die Parallelisierung einer Berechnung bedeutet zusätzlichen Rechenaufwand für die Verteilung der Teilaufgaben und für das Zusammenführen der Ergebnisse
- je mehr Kerne gleichzeitig an einer Berechnung arbeiten, desto mehr „Reibungsverluste“ treten auf

CadnaA kann Multithreading zum Beispiel bei der Berechnung von Rastern, Immissionspunkten und Hausbeurteilungspunkten verwenden, aber nicht bei der Verwendung des AUSTAL-Moduls.

Als groben Anhaltspunkt kann man bei Rasterberechnungen sagen, dass die Verdoppelung von 1 auf 2 Kerne bis zu 90 % Mehrleistung bringen kann, während weitere Verdoppelungen von 2 auf 4 Kerne vielleicht noch 80 % und von 4 auf 8 Kerne gar nur noch 60 % Mehrleistung bringen können. Dies ist auch stark von der jeweiligen Berechnung abhängig und kann sowohl nach oben als auch nach unten variieren.

Nichtsdestotrotz ist ein OctaCore-Rechner mit 8 Kernen immer noch deutlich schneller als ein QuadCore-Rechner mit 4 Kernen, was gerade bei zeitkritischen Rasterberechnungen die erheblichen Mehrausgaben rechtfertigen kann.

Frage:

Wie sollte ein preiswerter und schneller Arbeitsrechner für **CadnaA**, **CadnaR** und **CadnaB** sinnvollerweise ausgestattet sein?

Antwort:

Prozessor: AMD Ryzen 7 5800X (3.8 GHz, 8 Cores, 16 Threads)
oder AMD Ryzen 5 5600X (3.7 GHz, 6 Cores, 12 Threads)
oder Intel Core i7-11700K (3.6 GHz, 8 Cores, 16 Threads)
oder Intel Core i5-11600K (3.9 GHz, 6 Cores, 12 Threads)
Arbeitsspeicher: 8 - 16 GB RAM
Grafikkarte: nVIDIA GeForce GTX 1660 SUPER
oder nVIDIA GeForce GTX 1650 SUPER
oder AMD Radeon RX 5500 XT
Betriebssystem: Microsoft Windows 10 (64-bit)

Frage:

Wie sollte ein möglichst schneller Arbeitsrechner für **CadnaA** und **CadnaR** (ohne Rücksicht auf das Preis-Leistungs-Verhältnis) optimalerweise ausgestattet sein?

Antwort:

Prozessor: AMD Ryzen 9 5900X (3.7 GHz, 12 Cores, 24 Threads)
oder AMD Ryzen 9 5950X (3.4 GHz, 16 Cores, 32 Threads)
oder Intel Core i9-11900K (3.5 GHz, 8 Cores, 16 Threads)
oder AMD Threadripper 3960X (3.8 GHz, 24 Cores, 48 Threads)
oder AMD Threadripper 3970X (3.7 GHz, 32 Cores, 64 Threads)
oder Intel Core i9-10980XE (3.0 GHz, 18 Cores, 36 Threads)
Arbeitsspeicher: 32 - 64 GB RAM
Grafikkarte: nVIDIA GeForce RTX 3080
oder nVIDIA GeForce RTX 3070
oder nVIDIA GeForce RTX 2080 SUPER
oder AMD Radeon RX 6800
Betriebssystem: Microsoft Windows 10 (64-bit)

Frage:

Wie sollte ein Cluster-Rechner für **CadnaA** CALC sinnvollerweise ausgestattet sein?

Antwort:

Arbeitsspeicher:

- 4 – 8 GB RAM (für 32-Bit Version)
- 8 – 32 GB RAM (für 64-Bit Version, je nach Projektgröße)

Grafikkarte:

- Egal (da keine 3D-Darstellung auf Cluster-Rechnern benötigt wird)

Betriebssystem:

- Windows 10 64-bit

Prozessor:

- Variante 1 (Preis-Leistung):
 - AMD Ryzen 7 5800X (3.8 GHz, 8 Cores, 16 Threads)
 - AMD Ryzen 5 5600X (3.7 GHz, 6 Cores, 12 Threads)
 - Intel Core i7-11700K (3.6 GHz, 8 Cores, 16 Threads)
 - Intel Core i5-11600K (3.9 GHz, 6 Cores, 12 Threads)
- Variante 2 (hohe Geschwindigkeit):
 - AMD Ryzen 9 5900X (3.7 GHz, 12 Cores, 24 Threads)
 - AMD Ryzen 9 5950X (3.4 GHz, 16 Cores, 32 Threads)
 - Intel Core i9-11900K (3.5 GHz, 8 Cores, 16 Threads)
 - AMD Threadripper 3960X (3.8 GHz, 24 Cores, 48 Threads)
 - AMD Threadripper 3970X (3.7 GHz, 32 Cores, 64 Threads)
 - Intel Core i9-10980XE (3.0 GHz, 18 Cores, 36 Threads)