

25. Jan. 22.22.47

RES061_High_Performance_Computing

Ich bin Holger Klein.

Willkommen zum Forschungspodcast der Helmholtz-Gemeinschaft.

Ich bin mal wieder nach Jülich gefahren, ans Forschungszentrum Jülich und treffe Bernd Mohr.

Der ist Wissenschaftler am Jülicher Supercomputing Center und zwar seit 20 Jahren.

Hallo Herr Mohr.

Guten Morgen.

Das erste, was ich gelernt habe, man sagt nicht mehr Supercomputer.

Stimmt das?

Wieso?

Ich dachte, High Performance, irgendwie.

Ja, sagen wir mal so, der Begriff Supercomputer gibt es eigentlich schon immer und er drückt eigentlich nur aus.

Das ist im derzeitigen Moment die leistungsstärkste Klasse von Computern.

Das heißt, ein Supercomputer vor zehn Jahren ist heute kein Supercomputer mehr, weil inzwischen es heute leistungsstärkere Geräte gibt.

Also nicht wie in der Werbung, wo man dann, ja, es gibt den Mecha-Effekt und Hyper-Hyper, sondern Supercomputer ist immer automatisch angepasst.

Das Supercomputing konzentriert sich ein bisschen zu viel auf das reine Rechnen, aber Supercomputing ist natürlich mehr.

Man muss die Daten visualisieren und so weiter.

Deswegen wird häufig der Begriff High Performance Computing benutzt, der ein bisschen ausdrücken soll.

Es ist nicht nur die Maschine.

Die Maschine, aber das ist eine hohe Leistungsklasse auch, aber es wird auch darunter verstanden, dieses Drumherum, man muss die Daten speichern, man muss große Datenmengen in den Rechner und herausbringen, man muss sie öffentlich visualisieren und dieses Gesamte nennt man dann auch, witzigerweise, High Performance Computing, also da steckt auch wieder das Wort Computing drin, aber das ist so der gängige Begriff, was heutzutage verwendet wird.

Können Sie für Dove, also für mich, erklären, was ein Computer ist?

Es ist tatsächlich so, ein Computer ist ein Kasten, den schalte ich ein und damit mache ich Sachen.

Aber was der macht, habe ich noch nie verstanden.

Und ich glaube, das geht den meisten Menschen so.

Also interessanterweise ist in diesem Fall mal das deutsche Wort Computing oder Computer, sagt man in Deutschland Datenverarbeitung.

Und das drückt das eigentlich viel besser aus, weil mit Computer, die Leute

immer Rechnen verbinden und so weiter.

Und klar, Rechenoperationen sind wichtig, aber dieser Datenaspekt und das Verarbeiten von Daten kann man eigentlich unterschlagen.

Und ein Computer ist eigentlich nichts anderes als eine Maschine zur Datenverarbeitung.

Man hat gewisse Daten, die man in einer gewissen Art bearbeiten, analysieren, verändern will.

Die steckt man in die Maschine rein und hinten kommt dann die veränderten Daten, typischerweise reduziert auf gewisse Resultate oder Ergebnisse raus.

Und der Unterschied zu einer normalen Maschine, also einem Bohrer, einem Staubsauger, der gebaut wird, um genau einen Zweck zu machen, ist ein Computer natürlich auch zu diesem einen Zweck gebaut, Daten zu verarbeiten.

Aber weil die Daten so vielfältig sind und die Arten, wie man Daten ändert, so vielfältig sind, wird das so gemacht, dass der flexibel ist und programmierbar.

Also ein großer Aspekt von einem Computer ist die Programmierbarkeit, dass ich ohne jetzt die Maschine selbst, also die Hardware, wie wir dann sagen, zu ändern, die Maschine anpassen kann an neue Aufgaben, indem ich die programmiere.

Und das ist dann die Software zum Unterschied.

Das sind also Abfolgen von Anweisungen, die natürlich in einer sehr präzisen Form eingegeben werden müssen, weil ein Computer an sich erst mal dumm ist.

Er versteht einfach nur eine gewisse Art von 100 bis 200 Grundbefehlen.

Und ich muss ihm dann genau sagen, als Abfolge von diesen Grundbefehlen, was

er jetzt mit Daten machen soll, wie er die verändern soll und so weiter.

Was für Grundbefehle sind das?

Also wie heißen die?

Also im Prinzip belade ein Datenelement in den Speicher.

Wenn das Datenelement größer als ein Wert ist, mache ich da weiter, ansonsten mache ich hier weiter.

Oder dann halt die Rechenbefehle eben, nehmen zwei Zahlen, die dann hier und hier gespeichert sind, addiere zusammen, multipliziere die und so weiter.

Und so kommt dann das, was wir hier gerade reden, auf die Speicherkarte in dem Gerät, das ist das Aufzeichnen, was ja letztlich auch ein Computer ist.

Im Prinzip wahrscheinlich auch, ja.

Aber wie macht das das?

Also da ist irgendwas drin, was unsere akustischen, also unsere Mikrofone machen aus unseren akustischen Signalen elektrische Signale.

Und dann in dem schwarzen Kasten hier, da ist ja dann nochmal was drin, was aus den elektrischen Signalen, Digitale Signale macht.

Also der eine Unterschied ist auch, also früher gab es auch analoge und digitale Computer, aber jetzt gibt es eigentlich nur noch analoge Computer.

Die dann halt auch über Stromstärken und so weiter, also ich weiß nicht, ob Sie es noch kennen, früher gab es diese Rechenschieber, das ist im Prinzip ein analoger Computer, weil man kann das also kontinuierlich verschieben und ablesen.

Während digital heißt, ich glaube das kommt vom lateinischen digit, der Finger, dass man es abzählen kann, dass es halt einzelne Elemente sind.

Das heißt, man redet von einzelnen Werten.

Und jetzt die Digital-Technik bedeutet anders, dass zum Beispiel hier in diesem Aufnahmegerät die analogen Signale reinkommen und dann durch einen gewissen physikalischen Prozess, Magie, die berühmte Hardware, das halt in einzelne Werte zerlegt wird und der tut halt typischerweise, also digitalisieren sagt, okay, ich tue halt jetzt jede hundertstel Sekunde genau den Wert messen und speichere dann die Abfolge dieser Messungen.

Und man hat dann so eine Abtastrate im Prinzip, wie häufig ich das mache.

Und je feiner ich das mache, praktisch, wenn ich statt hundertstel, jede tausendstel oder zehntausend Sekunde mehr den Wert abfrage, dann kann ich dann diesen analogen Ablauf mit den Zahlenwerten noch genauer beschreiben, aber ich kriege natürlich dann mehr Datenmengen.

Und das ist das grundsätzliche Problem dieser ganzen Computertechnik und so weiter.

Man möchte alles immer möglichst noch genauer machen.

Sobald man es aber genauer macht, hat man mit mehr Daten zu tun, die man dann bearbeiten muss und das dauert dann entsprechend länger.

Und ja, und irgendwann erstickt man auch dann in den Daten.

Das heißt dann Big Data und alle Journalisten finden es toll.

Ja gut, aber in diese Richtung geht es.

Die Idee ist halt auch der grundsätzliche Glaube, wenn ich mehr Daten habe, muss auch mehr Erkenntnis drin stecken.

Das heißt, es ist grundsätzlich gut, sehr viel zu haben.

Je mehr ich habe, umso mehr Möglichkeiten habe ich potenziell da drin, was zu entdecken und was zu finden.

Man merkt aber ziemlich schnell, dass halt, wie gesagt, diese Datenmengen sehr viel schneller wachsen, als man die dann bearbeiten kann.

Und man hat dann immer diesen Konflikt, praktisch, wie viele sammle ich, damit ich genug Daten habe, um das gewünschte Ergebnis oder gewünschte Ergebnisse zu finden?

Aber dass ich das halt noch in einer vernünftigen Zeit schaffe.

Aber das müssen Sie dann ja vorher wissen.

Sie müssen ja vorher schon wissen, was ist eigentlich genug.

Ja, das ist genau das Problem.

Man tut sich halt eben da so langsam ranarbeiten, dass man sagt, okay, mit den Daten kann man dann nur durch Ausprobieren rausfinden.

Dass man das halt jetzt wirklich dann programmiert, aufzeichnet und kommt dann die gewünschten Ergebnisse raus oder nicht.

Und dann muss ich mir überlegen, nein, ich habe nicht genügend Daten.

Wie kriege ich noch mehr Daten oder noch bessere Daten in diesen Prozess rein?

Oder, wo wir jetzt langsam in Supercomputing, High-Performance-Computing

gehen, es geht nicht schnell genug.

Also, ich komme dann in Bereiche, wo Sie dann an Daten rumrechnen, wo das dann Wochen, Monate oder Jahre dauern würde, bis man endlich ein Ergebnis hat.

Was wären das für Rechnungen?

Diese Klimarechnungen oder auch so Astronomie.

Alles, wo sehr viel...

Also es sind einfach zu viele Daten da.

Wir haben zu viele Messpunkte, als dass wir zügig diese Messpunkte irgendwie in Bezug zueinander setzen können.

Das Typische, wo man es sehr gut erklären kann, ist zum Beispiel die Wettervorhersage.

Da kommt also genau dieser Digitalisierungsfaktor wieder her, der sagt, okay, ich weiß natürlich jetzt nicht von jedem Punkt auf der Erde, was da jetzt für Temperatur und Druck und Windgeschwindigkeit ist, sondern ich teile praktisch die Erde in Gitter auf.

Ich messe jetzt alle 10 Kilometer in Nord und Süd und Ost und West Richtung und dann immer dieser Gitterpunkt, der steht dann praktisch für die nächsten 10 Kilometer als Durchschnitt.

Und das mache ich jetzt über ganz Deutschland, ganz Europa, über ganze Erde verteilt und natürlich auch noch in die Luft.

Also man hat in drei Dimensionen, dann typischerweise was in die Luft hoch, was nicht so viel hat, dann macht man es dann jeden Kilometer.

Und dann wird man halt jetzt eben, dann weiß ich, durch Wetterstationen, durch andere Satelliten, Auswertungen und so weiter, durch jetzt eben die derzeitigen Zustand von jedem dieser Punkte, 10 Kilometer Abstand berechnen.

Und dann weiß ich jetzt, okay, wenn der Druck jetzt eben sich verändert, dann hat der Auswirkungen auf den nächsten Punkt oder der Wind bläst, dann heißt die Temperatur bewegt sich in die Richtung und so weiter.

Das heißt, über Jahre haben die Wetterforscher und die Meteorologen herausgefunden, wie die Zusammenhänge sind, also praktisch wenn der Druck sich ändert, Temperatur ändert, wird sich in dieser Weise weiterentwickeln.

Dann benutze ich den Computer, der die ganzen Messpunkte nimmt, diese Formeln anwendet auf diese Punkte und sagt, okay, jetzt eine Millisekunde später ist jetzt die Temperatur so verändert und so weiter.

Und dann machen sie das und immer wieder, bis sie dann halt, sagen wir mal, für den nächsten Tag dann gerechnet haben, was jetzt am nächsten Tag rauskäme.

So, das Interessante ist jetzt natürlich bei einer Wettervorhersage, die hilft einem nur, wenn ich jetzt das, also im Voraus weiß, wenn jetzt das Berechnen der Wettervorhersage zwei Tage dauern würde, wäre es ja nutzlos.

Ein bisschen, ja.

Und hier hat man dann genau dieses typische Problem, wie viel Daten kann ich jetzt reinnehmen?

Das heißt, je mehr Daten, ich sage mal, ich mache nicht alle 10 Kilometer, sondern nur jeden Kilometer oder jede 100 Meter, umso genauer kann ich ja praktisch die derzeitigen Wetterzustände machen.

Aber schaffe ich das dann noch eben in, typischerweise wollen sie das in zwei,

drei Stunden rechnen, weil sie mehrere Rechnungen machen und immer wieder aktualisieren, um dann immer noch ein Resultat zu kriegen, weil ich muss ja einen Tag berechnen.

Und das ist eben diese Geschichte.

Und hier kommen dann eben Supercomputer ins Spiel.

Man hat also früher, ja, kennt jeder, hat man also einen Rechner gehabt, der hat also, ja, grob weiß jeder, wie so ein Rechner funktioniert.

Man hat innen drin einen Prozessor und den hat man auch CPU, Central Processing Unit.

Das sind also diese Dinger, die man kennt von Intel, ja, also diese Intel 86.

Das ist das, was diese 100 Grundbefehle kann, ne?

Oder 200 usw.

Ja, oder 500.

Paarhundert.

Ich bin eigentlich auch eher ein Programmierer, also ein Softwaremanager mit Hardware, wenn es dann um die Einzelheiten geht.

Vor allen Dingen existieren sie hier in Größenordnung, wo das, glaube ich, egal ist, oder?

Ja, nee, es ist schon wichtig, dass die richtigen Grundbefehle sind und alles Wichtige da ist.

Aber die Idee ist halt, da hat man eine Recheneinheit, dann hat man halt

Speicher, wo man die Daten ablegen kann, dann die Hauptdaten, die man dann auch aufheben will, die werden in so einer Festplatte gespeichert.

Der normale Hauptspeicher, der kann nur Daten speichern, solange Strom ist.

Das heißt, sobald ich den Rechner ausschalte, sind die Daten weg.

Das heißt, ich muss irgendwie noch zwischen den Rechnungen, wenn ich den Rechner ausschalte, das merken.

Deswegen speichere ich das magnetisch auf diesen Festplatten.

Ja, und dann hat man halt die Tastatur zur eigenen Ausgabe.

So.

Eine Zeit lang war das so, das war also in den 90er Jahren, dass Intel und andere Hersteller geschafft haben, Prozessoren immer schneller zu machen.

Das waren diese berühmten Megahertz.

Ja, ja.

Und dann irgendwann ein Gigahertz.

Und dann hieß es, jetzt läuft er mit 500 Megahertz, und jetzt mit einem Gigahertz, und dann mit zwei Gigahertz.

Und das war natürlich toll, weil dann hat man einfach nur alle drei Jahre den neuesten Chip gekauft.

Und mein Programm war automatisch doppelt so schnell.

Weil diese Hertz heißt ja nichts anderes, wie viele Befehle pro Sekunde, Hertz

heißt ja 1/Sekunde, wie viele Befehle pro Sekunde kann ich abarbeiten.

Das Problem ist einfach nur, das haben die geschafft, indem diese Rechen, also der Chip besteht aus ganz feinen, kleinen Leiterbahnen und kleinen Rechenoperationen, die da in Hardware ausgeführt werden.

Moment, da sind Rechenoperationen drin?

Also sie haben dann im Prinzip durch gewisse elektrische Schaltkreise, bilden sie nach, dass sie dann mit Strom rechnen.

Das heißt, sie haben zwei, also unsere digitale Werte haben, und ein Rechner arbeitet dann mit Zahlen.

Damit es einfach wird, rechnet man nur im Binärsystem.

Also Binärsystem heißt nur mit zwei Zahlen, 0 und 1, also nicht wie im normalen Leben, im Zehnersystem, im Dezimalsystem, wo wir dann die Zahlen haben von 0 bis 9.

Um das einfach zu halten, rechnet man dann nur mit zwei Zahlen, 0 und 1.

Natürlich werden die Zahlen dann länger, aber im Prinzip ist das ja nur eine Zahlendarstellung, die Werte sind ja das Gleiche. 0 und 1 kann ich ziemlich einfach jetzt immer wieder repräsentieren, zum Beispiel auf einer Speicherplatte, in dem ist halt, ist da ein magnetischer Wert oder ist keiner.

Beim Strom, fließt Strom oder nicht?

Und dadurch kann ich immer das 0 und 1 im Prinzip darstellen.

Und dann kann man halt jetzt rechnen, 0 und 0 ist 0, 0 und 1 ist 1, 1 und 0 ist auch 1 und 1 und 1 ist 2, aber weil man ja 2 nicht hat, ist das dann 1, 0.

Genau wie Sie jetzt von, ja.

Aber wie, wie, wie mache ich das in Hardware?

Ja, da wird entsprechend Hardware gebaut, die halt dann guckt, ist Strom und nicht Strom und entsprechend, wenn halt Strom an beiden ist, dann wird halt dieses Signal erzeugt oder wenn nur aufs eine ist, dann wird...

Das heißt, ich baue mir, im Grunde baue ich mir eine große Matrix und habe an den Knotenpunkten dann...

Ja, so groß ist die nicht, sie ist ja nur 2 mal 2.

Sie haben ja immer nur 0, 1 mal 0, 1.

Aber ich muss ja auch die Zahl 1000 darstellen können.

Ja gut.

Weiter raus nach rechts.

Ja, aber die Recheninformationen müssen sich ja nur auf diesen Werten, deswegen macht man immer nur 0 und 1, damit es eben einfach bleibt.

Ja.

Das heißt, Sie müssen nur die Multiplikation in Hardware ausdrücken für 0 und 1 und für Multiplikation, Division, für alle Rechenbefehle.

So, und dann, genau, wenn ich jetzt eben halt, jetzt im Dezimalsystem habe ich ja mehrere Stellen, dann tue ich jetzt eben dann mehrere von denen zusammennehmen, die dann halt das für die verschiedenen Stellen rechnen.

Ja, und das können Sie einmal eins nach dem anderen machen.

Das ist halt, wie man das früher in der Schule gelernt hat, also die 1-er Stelle und 10-er Stelle.

Oder mit ein bisschen besseren Mathematik kann man das auf einmal machen.

Und weil, wenn man auf eine Übergangswahrnehmung ein bisschen aufpasst, dann ist mehr oder weniger fast alles gleichzeitig.

Und eine so eine Speicherstelle, das ist jetzt dieses berühmte Bit.

Ja.

Also ich kann da 0 oder 1 speichern, also ein Binary Digit.

Und wenn ich dann jetzt eben 10 davon speichere, hätte ich 10 Bit.

Und im Rechnerbereich tut man lustigerweise immer mit Zweierpotenzen arbeiten, also 8, 32, 64.

Und die heutigen Rechner arbeiten eigentlich immer mit Zahlen oder Speicherstellen, die 64-Bit-Rechner sind.

Also man kennt das noch, so ältere Rechner von ein paar Jahren, da war das noch so 32-Bit-Prozessoren und 22-Bit-Rechnen.

Auf den Neuen funktionierte dann die alte Software nicht mehr so.

Ja, man versucht das, das nennt man so rückwärtskompatibel, zu halten, dass also auch die alten Sachen auf den Neuen noch geht.

Aber irgendwann braucht man halt wirklich mal was Neues.

Mit wie viel Bit rechnen Sie hier?

Auch 64 Bit.

Auch 64 Bit?

Also wir haben hier die gleichen Prozessoren, die auch in jedem PC drinstecken, also von Intel, von IBM und so weiter.

Da war ich ja gerade dabei zu erklären, wie wir da hingekommen sind.

Also wie gesagt, irgendwann war das so, dass das halt immer automatisch schneller wurde.

Man hat das im Prinzip dadurch geschafft, indem man diese grundlegende Hardware, die dann diese Rechnen macht, immer kleiner gemacht hat und auch die Speicherstellen für das Bit immer kleiner gemacht hat.

Das heißt, man hat immer mehr zusammen auf so einen Chip gebracht.

Das heißt, ich habe jetzt einfach anstatt eben 32, 64 Bit, und davon konnte ich 1000, dann konnte ich eine Million Werte davon speichern und so weiter.

Das Problem ist, wenn Sie jetzt so eine Berechnung wie jede Maschine, die wird ja durch die Benutzung heiß.

Wenn Sie rumlaufen, wird Ihnen ja auch warm.

Das Problem ist jetzt nur, wenn Sie jetzt immer mehr und mehr auf einem immer kleineren Chip zusammenbringen.

Wenn Sie dann dieselbe Menge Strom reinbringen, muss es wärmer werden.

Dann wird das immer wärmer.

Und irgendwann war es dann so, dass man sagt, wenn man jetzt statt 3, 6 oder 9 Gigahertz genommen hätte, wäre das Ding, selbst mit Kühlmethoden und so weiter, so heiß geworden, dass das einfach weggeschmolzen wäre.

Das heißt, das war so Anfang 2000, 2003.

Da ging das so los, dass man sagt, es ging nicht mehr.

Man konnte einfach nicht mehr das immer schneller machen, weil das nur durch diese Verkleinerung geht, weil man dann eben an diese Hitzewand anstößt.

Man hat aber dann trotzdem geschafft, da immer noch mehr auf die Chips draufzukriegen.

Aber man ist dann halt bei diesen 2, 3 Gigahertz geblieben.

Das heißt, Sie hätten jetzt dann, weil die Rechenentwicklung weitergegangen ist, trotzdem noch entsprechende Anzahl Elemente auf so einen Chip untergebracht.

Aber man hat jetzt viel, viel mehr.

Was macht man jetzt damit?

Irgendwann hat man so viele gehabt, dass viele davon, in dem Sinne, überflüssig waren.

Und dann sagt man, okay, wie kann ich da sonst noch irgendwas rausholen?

Und das ist genauso wie im normalen Leben.

Wenn einer nicht genug schafft, dann sagen Sie, okay, dann hole ich mir einen zweiten dazu.

Und mache Arbeitsteilung.

Darum habe ich dann einen Prozessor und einen Grafikprozessor zum Beispiel.

Ist das der Trick?

Oder was man gemacht hat, man hat 2 Prozessoren drauf gemacht.

Und das ist dann entweder im deutschen Rechenkern oder im englischen Core.

Dann kommt dieses her, dieses Dual-Core.

Dual-Core, Quad-Core, das heißt nichts anderes.

Quad-Core heißt, es sind 4 Rechenkerne statt einer.

Aber da muss doch dann auch irgendjemand verwalten, welcher dieser Kerne welche Berechnung durchführt.

Oder Teile, die sich das ...

Ja, und das lässt man dann dem Programmierer entscheiden.

Der Programmierer muss ja sowieso bestimmen, in welcher Abfolge welche Arbeiten zu erledigen sind.

Und jetzt muss er halt nicht einem Rechenkern sagen, was er zu tun hat, sondern er muss halt 2 oder 4 oder 8 Rechenkernen sagen, was sie zu tun haben.

Und da sieht man schon das Problem, dass das Programmieren dadurch komplizierter geworden ist.

Das ist genauso, wenn Sie sagen, ich spreche mich jetzt mit einem Kumpel ab, wie wir jetzt an eine gewisse Aufgabe rumgehen.

Oder Sie haben ein Team von 10 Leuten.

Oder 100, 1.000 und so weiter.

Und um das gleich mal vorwegzunehmen, wir sind inzwischen hier in Jülich auf der Stelle, dass wir der größte Rechner, den wir haben, hat 1,8 Millionen Recheneinheiten, die ich zur gleichen Zeit benutzen kann.

1,8 Millionen.

Das heißt, wer auch immer dafür eine Software schreibt, muss sich überlegen, die Anforderungen, die ich habe, über 1,8 Millionen Einheiten verteilen?

Genau.

Vermutlich ist es leistbar, sonst würden hier die Türen längst verschlossen sein.

Aber wie ist das leistbar?

Wie behalte ich den Überblick über 1,8 Millionen?

Das ist ja hochkomplexes Projektmanagement, was da eigentlich passieren muss.

Ganz genau.

Solche Programme sind nur noch im Team zu machen.

Und man macht das eigentlich auch wie im richtigen Leben.

Sobald das eine gewisse Größe hat, wird man eine Hierarchie einführen.

Wenn ich jetzt eben 10 Leute mache, dann mache ich eine Gruppensitzung und spreche die Leute ab, was ich zu tun habe.

Wenn ich jetzt bei 60, 80 bin, dann wird man halt in vier Teams.

Die vier Teams haben einen Teamleiter.

Die sprechen sich wieder ab.

Und dann wird das von oben nach unten immer wieder in kleinere Aufgaben aufgeteilt.

Aber man kann sich das wirklich so vorstellen.

So erzähle ich das immer unseren Besuchern hier.

Von heute auf morgen kommt ein Anwalt vorbei und sagt Ihnen, es gibt so einen Onkel, von dem wussten Sie nichts.

Von dem haben Sie jetzt eine Fabrik geerbt.

Und die Fabrik hat jetzt eben 1000 Leute.

Sie müssen jetzt sagen, was diese Leute zu tun haben.

Jetzt gehen Sie hin, machen sich schlau.

Aber Sie sind jetzt dann verantwortlich, dass diese 1000 Leute, wie jetzt die Arbeit eingeteilt wird.

Also diese 10 laden die Sachen aus.

Die anderen 20 bringen das jetzt an die Arbeitsstation.

Die große Menge arbeiten an den verschiedenen Teilen, wie so eine Maschine zusammengebaut werden muss.

Was man dabei im Prinzip erreichen muss, das irgendwie zum Funktionieren zu kriegen, ist schon schwierig, aber machbar.

Und da kommt jetzt wieder dieses High Performance rein.

Man möchte aber natürlich auch, wenn ich jetzt so was Großes habe und so viele Leute beschäftige, was ja dann auch teuer ist, dass das natürlich auch effektiv ist.

Das heißt, dass da keiner rumsitzt und nur Zeitung liest und Kaffee trinkt.

Das heißt, wie muss ich das jetzt einteilen, dass ich in den Zeiten was zu tun habe?

Und wenn ich zum Beispiel zu wenig Leute einstelle, die jetzt die Sachen ausladen, kann das sein, dass zu einem späteren Zeitpunkt Leute auf die neuen Teile warten und nicht weiterarbeiten können.

Und man muss im Prinzip, wenn man jetzt diese Aufgabe hat, sich überlegen, wie muss ich das jetzt verteilen, dass die verschiedenen Recheneinheiten, die die verschiedenen Rechenschritte machen, immer was zu tun haben.

Im einfachsten Fall ist das so, dass ich ein sehr, sehr großes Problem habe.

Nehmen wir zum Beispiel unsere Wetterdaten wieder her.

Wenn ich das jetzt auf die ganze Erde mache und alle 10 Kilometer, dann habe ich ja auch Millionen Messpunkte.

Und die sind erst mal grundsätzlich voneinander unabhängig.

Also kann ich bei jedem gucken, wie sind da die Nachbarn und kann da den neuen Wert für die nächste Sekunde ausrechnen.

Und deswegen kann dann jeder von diesen 1 Million oder 100.000 Einheiten, die ich da einsetze, da die Berechnungen machen.

Es gibt aber andere Probleme, wo das voneinander abhängig ist und wo sich das teilweise dann auch über die Zeit ändert.

Das heißt, je flexibler mein Problem ist oder je dynamischer mein Algorithmus, den ich da ausrechnen muss, umso schwieriger wird diese Programmierung.

Weil dann eben ich mir irgendwie noch was überlegen muss, wie kriege ich das erst mit, dass da nicht genügend Teile sind und dass ich jetzt dann Leute von der einen Station zu einem Einkauf schicken muss, um was zu holen.

Das muss man dann im Prinzip alles mit reinprogrammieren.

Das heißt, man muss nicht nur programmieren, die eigentliche Berechnung, sondern auch noch die Überwachung des Fortschritts und die Steuerung und dann entsprechend die Software.

Das ist das Schöne an so einer Software, die kann man ja ändern.

Das ist ja nichts... Das ist Knete.

Das heißt, das Programm kann sich dann selber ändern und kann sich dann selber anpassen, damit es jetzt an die neue Situation oder an die neuen Daten, die gerade rankommen, das kann ja auch datenabhängig sein, ob ich jetzt mehr oder weniger rechnen muss.

Das kann es selbst.

Sie sind in der Lage, eine Software zu schreiben, die sich auch selbst organisiert, die also merkt, wenn der LKW Verspätung hat und dann erst mal die Halle fliegt.

Wenn dann an den Daten andere Sachen gemacht werden muss, muss die Software das entsprechend dann anpassen.

Das heißt, ich berechne und dann habe ich eine Stunde lang gerechnet und dann haben die Daten jetzt andere Werte, die neue Sachen, neue Berechnungen erfordern, die dann länger dauern.

Das heißt, die Zeitverhältnisse haben geändert und dann muss ich die Verteilung, wer wie viel oder wer an welchen Teil Daten arbeitet, ändern und entsprechend das anpassen.

Und es wird halt, je flexibler alles ist, je größer das Problem ist, umso komplizierter wird das.

Und man nutzt dann Teams.

Es gibt dann Leute, die jetzt wirklich Informatiker sind, die eigentlich Programmeinteilungen machen.

Dann brauche ich natürlich immer Leute, die aus dem Fachbereich kommen, das ist jetzt zum Beispiel Meteorologen, Mediziner, Physiker, Chemiker, die dann die entsprechenden Fachformeln und so weiter reinbringen.

Dann haben wir Leute, die wissen, wie man besonders effizient Daten austauscht.

Und dann gibt es auch Leute, die dann halt nichts anderes machen als Qualitätstester oder Effizienzsteigerer.

Die werden dann eingesetzt, wenn zum Beispiel ein Wettermensch herkommt und sagt, okay, wir haben jetzt hier das ganz toll, wir können das Wetter jetzt noch viel besser ausrechnen, aber es dauert jetzt sechs Stunden, aber wir brauchen es in drei.

Wo kann ich jetzt Zeiten einsparen?

Wo kann ich jetzt noch die Berechnungen anders strukturieren?

Oder erst mal rausfinden, wo verliere ich jetzt diese drei Stunden?

Da kommen dann eben, das nennt sich dann Performance-Analyse-Personen, die kommen dann ran, die gucken das Programm an, zeichnen genau auf, was da passiert und haben dann auch wieder Analyseprogramme, die dann diese Rechnerprogramme analysieren, die Daten, die man aufgesammelt hat, um dann rauszufinden, wie man zum Beispiel so ein Programm schneller machen könnte.

Das ist also einer meiner persönlichen Fachgebiete, wo ich jetzt hier seit 20 Jahren dran arbeite.

Also mein Team ist praktisch dafür verantwortlich, wenn jetzt unsere Nutzer hier, die aus ganz Europa kommen können, bei uns hier rechnen, ein Problem haben.

Das heißt, sie haben ein Programm, das funktioniert, ist aber noch nicht schnell genug oder die Daten kommen nicht in der Rate, wie gewünscht.

Dann wird unser Team dazugezogen und wir gucken uns dann diese sehr komplizierten Programme an und versuchen rauszufinden, was geht da schief?

Ist da noch Optimierungspotenzial da?

Und was können die Leute verbessern, damit es jetzt eben schnell genug geht?

Wie machen Sie das?

Wonach gucken Sie?

Ich bin sicher, dass ich nicht genug Ahnung von Software habe, aber vielleicht...
Im Prinzip, was man erst mal macht, man muss erst mal verstehen, was eigentlich

abläuft.

Wenn wir bei unserem Fabrikbeispiel sind, da sind wir Fabrikbesitzer, dann sollten Sie einfach jetzt mal zehn Leute anheuern, die sich in die Fabrik stellen und dann genau aufzeichnen, wann kommen Daten rein, wie lange dauert das, wie viele sind das, wie lange dauert das, von hier das nach da zu bewegen, an welcher Stelle sitzen Leute da und können nicht arbeiten, weil sie auf welche Daten warten usw.

Und diese ganzen Daten sammeln Sie.

Und dann kann man das halt angucken.

Diese Datenmengen sind auch enorm.

Das ist doch eben... Das ist schon fast ohne Boden, was Sie da... Ja, das heißt, der Witz ist ja, wir haben einen Supercomputer, auf dem dieses Programm, das nicht so gut funktioniert, läuft.

Und wir sammeln dann die Daten auf diesem Supercomputer und wir nutzen dann einfach, weil die Daten ja schon an den Computers sind, den Supercomputer selber nochmal, um dann diese Daten zu analysieren.

Also das ist selber jetzt ein Supercomputer-Problem, um dann praktisch rauszufinden, was in so einem Programm dann schief geht.

Brauchen Sie dazu einen größeren Supercomputer oder einen kleineren Supercomputer?

Das Problem ist, wir haben keinen größeren Supercomputer.

Das heißt, idealerweise wäre es ein kleinerer, weil wir möchten ja nicht jedes Mal so einen riesen Computer machen.

Aber wir haben dann ziemlich festgestellt, am einfachsten ist, wir nehmen halt den Computer so, wie er ist.

Das Problem ist auch so, dass so ein Supercomputer, die Art, wie der betrieben wird, funktioniert ungefähr so.

Also die Leute schreiben diese Abfolge von Instruktionen, was zu berechnen ist, das nennt man ein Programm.

Das wird also genommen und dann wird das Prinzip dann auf den Computer geladen.

Wird das im Programmieren schon auf die 1,8 Millionen Kerne verteilt oder wird erst mal nur die Abfolge von Befehlen genommen und dann geguckt, wie verteilen wir die idealerweise?

Das ist so, man schreibt im Prinzip ein Programm und das gleiche Programm wird auf jeden dieser 1,8 Millionen Kerne geladen.

Und das Programm muss jetzt aber so geschrieben sein, dass das als Erstes rausfindet, welcher dieser 1,8 Millionen bin ich.

Und abhängig davon mache ich dann das, das und das.

Und ich weiß, ich muss dann eben mit Rechenkern 527.928 reden, wenn ich jetzt in die Ostrichtung Daten bearbeiten will und so weiter.

Aber anders geht es nicht.

Man schafft das sonst irgendwie, sich das nicht mehr vorzustellen.

Das heißt, man schreibt an ein Programm und dieses Programm läuft überall ab, aber weil man weiß, wer man ist von diesen 1,8 Millionen, ist dann einprogrammiert, was ich dann zu tun habe, wenn ich der So-und-so-Vielte bin.

Das heißt, es sind meistens sehr reguläre Strukturen.

Das heißt, wenn man gerade sein, das ist jetzt wieder ein Wetterbeispiel, man teilt die Deutschlandkarte dann in Streifen und Blöcke ein.

Und dann weiß man genau, man fängt oben links an, der erste Prozessor kriegt die linke Oberecke, dann der nächste Prozessor eins daneben und so weiter.

Das heißt, Sie haben also praktisch eine Repräsentation der Karte der Bundesrepublik in Prozessoren.

Also wie so eine Pixel-Grafik.

Ich habe ja mein Gitter, wo meine Messpunkte sind, meine 10 Kilometer oder 1 Kilometer Messpunkte.

Und jeder Prozessor berechnet einen?

Das kommt drauf an, wie viel Berechnung ich pro Punkt habe, wie viele Prozessoren ich zur Verfügung habe.

Also typischerweise so, so einen Messpunkt, da habe ich so 10 Formeln zu berechnen.

Da ist ja ein Rechenkern unterfüttert.

Das heißt, typischerweise wird dann ein Rechenkern ein gewisses Gebiet ausrechnen.

Und dann muss man halt einmal festlegen, wer ist für welches Gebiet zuständig.

Was sehr häufig ist, das ist bei vielen physikalischen Problemen so, das Wetter ist natürlich jetzt stärker abhängig von was neben mir passiert, als was jetzt in

Russland passiert.

Da gibt es zwar auch einen Einfluss, aber der ist erheblich kleiner.

Das heißt, ich versuche das dann so auf den Rechner zu laden, dass mein Nachbarprozessor an Daten arbeitet, die natürlich jetzt auch in dem Rechenproblem, also beispielsweise bei Wetterproblemen nahe dran sind.

Wenn Sie jetzt in der Chemie arbeiten, da tun Sie so Moleküleigenschaften berechnen.

Das heißt, da tun Sie das Ganze in Elektronen und Atome aufladen.

Dann tun Sie auch die verschiedenen Berechnungen für die verschiedenen Atome auf die Rechenkerne verteilen.

Und dann müssen Sie auch gucken, dass eben die, wo häufig miteinander zu reden haben, dass die nahe zusammen sind.

Das sind mehrere Probleme.

Erst muss ich das Problem zerlegen.

Dann muss ich mir überlegen, wie tue ich das jetzt in Einzelstelle aufteilen?

Wann brauche ich Daten von meinen Nachbarn?

Und wann braucht der von mir welche?

Hier sind Daten, hier komme ich, hier warte ich auf Daten.

Und wenn man das dann alles hat, muss man noch überlegen, wie tue ich das jetzt noch möglichst gut auf den Rechner übertragen, damit das halt alles noch irgendwie schön funktioniert und flutscht.

Ich schreibe gelegentlich Leistungsverzeichnisse, mein Hirn schreit gerade Hilfe.

Ich sehe das unge- ...

Also ich sehe, das ist halt auch die Faszination.

Man muss das praktisch jetzt nicht als ein Riesenproblem sehen, sondern als eine Riesenherausforderung.

Ist das ein Spiel?

Ist das Spielen auch?

Ich weiß nicht, ob es Spielen ist, aber es ist auf jeden Fall ein furchtbar kreativer Prozess.

Das Schöne am Programmieren ist, anders als bei allen anderen Sachen, wo ich mit realen Dingen zu tun habe.

Reale Dinge haben physikalische, chemische, was auch immer, Einschränkungen.

Ich kann ein Metall nur so und so weit biegen oder ich kann das nur so und so heiß machen.

Software bin ich erstmal relativ unbeschränkt.

Das ist wie ein leeres Blatt.

Ich kann alles auf ein leeres Blatt draufmalen.

Ich bin da nicht ...

Es bin nur ich durch die Größe des Blatts beschränkt, wie viel ich da draufkriege.

Du kannst ja auch Kleiner schreiben.

Ja, irgendwann geht es halt jetzt nicht mehr.

Dann nehme ich noch ein Blatt.

Genau.

Zwei kleine.

Genau.

Und so ähnlich ist es beim Programmieren.

Ich bin erstmal, wie ich an die Lösung rangehe ...

Es gibt gewisse Vorgaben, wie man dann eben so ein Programm, diese Grundbefehle von so einem Prozessor, die Reihenfolge ausführt.

Aber ansonsten, wie ich grundsätzlich an die Sache gehe oder wie ich zum Beispiel jetzt eben Luftdruck repräsentiere in meinem Programm und so weiter oder andere Sachen, bin ich erstmal frei.

Und deswegen gibt es eine alte Streitfrage praktisch in der Programmentwicklung.

Da gibt es den Ausdruck Software Engineering.

Genau wie im Ingenieurwesen, jetzt Bau oder sonst was, es im Prinzip gewisse, ganz klare Regeln gibt, wie man diese Software zu bauen hat.

Und das hat man immer wieder versucht und merkt dann aber, weil eben Software so flexibel ist, es ist zum gewissen Teil, klar, wenn die Software sehr

kompliziert wird und sehr groß, halte ich mich besser an gewisse Regeln, damit ich nicht den Überblick verliere und so weiter.

Aber auf der anderen Seite ist immer eine gewisse Kreativität da und Freiheit.

Ich glaube, man nennt das, wenn man mit physikalischen, also wenn man mit der realen Welt unmittelbar interagiert, Kunsthandwerk.

Kann das sein?

Der Ausdruck kommt ganz gut.

Also eben diese Mischung, es ist eine gewisse Ingenieurgeschichte und Handwerk.

Ich muss mein Handwerk lernen, ich muss Programmieren lernen, wie kann ich Daten effizient speichern, wie kann ich komplizieren, das lernt man als im Informatikstudium.

Und dann kommt aber dieser Kunstanteil oder der kreative Anteil, wie durch ein gewisses Problem, Formen, und da bin ich eben relativ frei.

Das ist wahrscheinlich auch genau der Effekt, der dann auch Seiteneinsteiger gute Software schreiben lässt.

Es gibt Leute, die, das Ganze ist furchtbar abstrakt.

Es gibt nichts, man redet ja auch, wenn man es lernt, vom Begreifen.

Ich bin jetzt kein Sprachforscher, aber ich stelle mir so vor, dass ich mir da wirklich hinlangen kann und das anfassen kann.

Ich habe das begriffen.

Und deswegen denke ich, haben auch viele Leute Probleme mit Mathematik oder so, weil das jetzt einfach nur in der Vorstellungskraft existiert, diese Zahlen und Formen.

Da ist unheimlich viel Struktur da.

Aber das zu begreifen, weil man sich das nur im Kopf, im Gehirn vorstellen muss, ist schwieriger, als wenn ich das vor mir sehe.

Und das ist genauso mit dem Programmieren.

Das heißt, es gibt einfach manche Leute, die haben ein Händchen dafür.

Die müssen nicht darüber nachdenken, auch von der Mathematik her.

Für die ist das irgendwie so ein lockerer Rhythmus.

Für die ist das vollkommen logisch.

Das sagt meine Frau immer, du mit deiner Logik.

Ich kenne auch so, ist doch klar, steht doch da.

Und denke ich, das braucht man.

Ich kann es nicht erklären, was es genau ist.

Aber für mich ist, wenn ich so ein Programm sehe, und ich sehe dann eben diese Abfolge von Instruktionen und dann die entsprechenden Datenstrukturen, um Daten zu speichern, für mich sind die, die kann ich vor meinem geistigen Auge sehen.

Die sind also, klar, sind nicht real.

Aber ich kann, wenn ich so ein Problem habe, dann stelle ich mir das auch vor.

Wie könnte man das machen?

Ich müsste hier dann einen Vektor, dann verknüpfe ich die beide mit so einer Operation.

Und vor meinen Augen baue ich mir das Programm so zusammen.

Und dann muss ich mich nur noch hinsetzen und muss dann dieses Bild, das ich da habe, dann in diese Recheninstruktionen übersetzen.

Aber das ist eigentlich nur noch der kleinste Schritt, ein mehr mechanischer Schritt.

Das ist, als würden Sie aus einer Fremdsprache übersetzen?

Oder ist es eher, als würden Sie ein Bild beschreiben mit einer bestimmten Sprache?

Ich denke, dass es eher, dass man die Informatik, eine Möglichkeit gefunden hat, Strukturen, die nur abstrakt da sind, durch eine Sprache zu beschreiben.

Man sagt ja auch Programmiersprache.

Das liest sich fast, man möchte es ja fast ein bisschen in Englisch machen.

Wenn das so ist, dann nehme ich diese Zahl und ansonsten gehe ich wieder dahin, dann mache ich diese Schleife.

Das ist ja so eine Sprache.

Aber es ist eben eine Struktur.

Man könnte ein Bild sagen, aber es ist eigentlich mehr so eine nicht fassbare Struktur, in Sprachbefehle umzusetzen.

Kann man das lernen?

Kann das grundsätzlich jeder?

Ich denke schon, zu einem gewissen Teilpunkt.

Weil natürlich genau wie der Mathematik es immer wieder auf grundlegende Operationen zurückgeht.

Ich kann nur so und so viele Sachen mit Daten machen.

Ich habe eine Menge von Daten, die kann ich sortieren.

Ich kann einen Wert in so einer Menge suchen.

Ich kann mit jedem der Datenelemente, die verändern, alle verdoppeln.

Und da gibt es eben, ich weiß nicht wie viel, ob das schon jemals gezählt hat, aber es gibt ein paar Dutzend Grundoperationen.

Was ich beim Programmieren nicht alle lerne, ist, was sind diese Grundoperationen und wie führe ich die am besten aus?

Und der zweite Element ist eben die Daten.

Da teile ich in Datentypen ein.

Es gibt Zahlen, Texte.

Bei den Zahlen unterscheidet man ganze Zahlen.

Und diese Kommazahlen, die werden leicht anders berechnet.

Und dann habe ich dann Sammlungen von Daten.

Dann haben wir also Listen, Vektoren, Matrizen.

Und Sachen, wo man im Telefonbuch nachschlägt.

Ich habe eine Telefonnummer.

Und unter der Telefonnummer ist dann der Name und die Adresse gespeichert.

Das ist eine Datenstruktur, praktisch die zwei Datenelemente verknüpft.

Ich habe einen Schlüssel, in den ich nachgucke, und einen Wert, der zu dem Schlüssel gespeichert ist.

Das hat man immer wieder.

Und dann muss man dann auch noch die Daten, die man dann noch nicht hat, dafür nachlesen.

Und wie speichere ich das ab?

Und wenn man das mal gelernt hat, dann muss man dann einfach nur noch lernen, okay, ich habe ein gewisses Problem.

Das sind halt dann die Programmierkurse.

Sie wollen jetzt das und das berechnen, ihre Steuern.

Wie zerlege ich das jetzt in diese Teile?

Welche Daten habe ich?

Wie speichere ich die ab?

Welche Schritte sind notwendig?

Aha, das ist eine Suchoration.

Also nehme ich jetzt diesen Suchbefehl.

Und so setzt man das Ganze zusammen.

Das ist ein ganz wichtiger Teil.

Und den kann jeder lernen.

Wie effektiv das jetzt ist.

Und wie...

Das ist die Abstraktionsfähigkeit überhaupt.

Das Problem vor seinem geistigen Auge hinreichend erscheinen zu lassen.

Ja, das kann man vielleicht auch so.

Viele Sachen auch zum Beispiel zu Hause.

Ich meine, ich schaffe es selber auch noch.

Ich habe eigentlich zwei linke Hände, aber ich kann Dübel in die Wand machen, kann ein Bild aufhängen.

Ich kann auch einen einfachen Tisch, eine Platte rechteckig versägen und dann irgendwie versuchen, da vier Speine anzuschrauben.

Aber manche Leute haben ein Händchen dafür und die schaffen das genauer abzusägen und so weiter.

Und die schaffen das dann auch nicht nur einen Tisch, sondern eine ganze Möbelausstattung machen.

Und das ist das Genauso.

Einen gewissen Teil kann man das auch lernen.

Man kriegt das hin.

Und man kann das auch benutzen.

Ich habe zu Hause mal so eine Nische mit zwei Schranktüren verkleidet.

Da war ich ganz stolz drauf.

Aber da hört es dann halt auf.

Jeder richtige Schrank oder so, da würden die Bretter innen runterfallen, weil die immer ein bisschen zu kurz sind.

Weil ich dann doch schaffe jetzt irgendwie.

So dreimal abgeschnitten und trotzdem zu kurz.

Und so ähnlich ist es auch beim Programmieren.

Ich meine, manche Leute haben bessere Abstraktionsmöglichkeiten und die schaffen das.

Das ist auch Schnelligkeit.

Manche brauchen dann einen Tag, um das Programm zusammen zu kriegen.

Und andere sagen, hier im Kopf alles schon fertig und schreiben das in zwei Stunden runter.

Sind dann nur durch ihre eigene Schreibgeschwindigkeit beschränkt.

Manche sind genauso schnell, aber der eine baut dann fünf Fehler ein und der andere schafft es beim ersten Mal schon richtig hinzuschreiben.

Da gibt es halt noch Qualitätsunterschiede.

Und es gibt ja tausend Arten, Sachen zu machen.

Und da kommt es halt wieder beim Supercomputing her.

Bei uns ist immer High Performance, weil wir nie genügend Rechenleistung haben für diese Riesenprobleme.

Das heißt, bei uns ist immer der Zwang da, ja das funktioniert, aber nicht schnell genug oder nicht effizient genug.

Und dass ich mit möglichst viel oder mit möglichst wenig möglichst schnell was rechnen kann.

Weil so ein Rechenwerk ja sehr teuer ist.

Wir reden hier von mehreren 10 Millionen Euro, was so eine Großrechenanlage hier kostet.

1,8 Millionen Prozessoren und deren Peripherie.

Da müssen ja auch noch Kabel hin.

Der Witz ist, wir haben das mal ausgerechnet.

Wir müssen das ja auch, wir sind eine öffentliche Einrichtung.

Wir kriegen ja Steuermittel für das Ganze, alles bezahlt.

Und wir müssen ja auch abrechnen.

Das stimmt.

Das heißt, das wird einfach dann ausgerechnet.

Wenn wir einen neuen Rechner haben, den wir anderen zur Verfügung stellen, wird jetzt gekostet.

Was kostet das jetzt?

Und wir rechnen meistens dann halt, was ein Rechenknoten, also so ein Quad-Core oder Acht-Core oder was auch immer, was das für eine Stunde kostet.

Da wird aber alles reingerechnet.

Was kostet der Rechner?

Was kosten die ganzen, den Strom, den ich dafür brauche, für die Kühlung für den Rechner, das Gebäude, Leute wie ich, die dann Ihnen helfen, den Rechner zu programmieren.

Für fünf Jahre wird das geplant.

Und dann kann man ja ausrechnen, der Rechner hat so und so viel gekostet, die Software kostet so und so viel, Strom kostet so und so viel usw.

Dann rechnet man das alles zusammen.

Dann kann ich ja ausrechnen, wenn ich jetzt rund um die Uhr den Rechner benutze, wie viele Milliarden Stunden ich den Rechner benutzen könnte.

Und dann kann man ausrechnen, wie viel kostet es jetzt, mit einer Recheneinheit eine Stunde lang zu rechnen.

Und da sind wir, ich habe jetzt nicht die ganzen aktuellen Zahlen von dem allerletzten Rechner da, aber von dem, was wir davor hatten, das war so 2010/11, da weiß ich noch, da waren das vier Cent.

Pro Stunde pro Prozessor?

Ja, das war ein Quadcore, das heißt, wir können vier Sachen gleichzeitig machen für eine Stunde und das war vier Cent.

Und da war alles dabei.

Das ist eigentlich nicht viel.

Wenn Sie sagen, ich habe zu Hause einen PC, Sie können nie einen PC, da ist ja alles, da ist ja der Strom für die Platten, da ist ja alles dabei.

Das heißt, Sie können umrechnen, was Sie jetzt für einen PC hinlegen.

Und dann aber, und das ist das Hauptproblem zu Hause, wie viele Minuten haben Sie denn am Tag eigentlich an?

Meistens ist es nachts aus und tagsüber ist man auch nicht immer zu.

Wenn man dann ausrechnet, was Sie jetzt wirklich, in drei, vier Jahren, was Sie am Rechner haben oder am Laptop, wie viel Sie, da ist die Stunde.

Wie viele Betriebsstunden der überhaupt hat.

Dann denke ich, wir sind nicht ganz so effektiv wie wir.

Sie laufen rund um die Uhr, Sie rechnen rund um die Uhr mit 100%.

Wir laufen rund um die Uhr, ja.

Das heißt, wir sind in Jülich, sind wir natürlich erst mal ein Rechenzentrum hier für die Wissenschaftler auf dem Gelände.

Wir haben über 5.500 Leute, die hier arbeiten in Jülich, an verschiedenen Gebieten.

Und zu einem Teil wird natürlich die Rechenleistung, die wir zur Verfügung stellen, den Wissenschaftlern hier auf dem Gelände zur Verfügung gestellt.

Dann sind wir aber auch deutsches nationales Rechenzentrum.

Davon gibt es drei.

Das Höchstleistungsrechenzentrum in Stuttgart, das Leibniz-Rechenzentrum in München und eben Jülich.

Das heißt, Wissenschaftler aus ganz Deutschland und auch Industrie, wenn sie möchten, können bei uns einen Antrag stellen.

Und wenn der dann eben gut genug ist, das wird von einem unabhängigen Gremium begutachtet, was die rechnen wollen, macht das Sinn, haben sie sich das ungefähr gut überlegt.

Aber die beurteilen wahrscheinlich nur das Ergebnis, oder?

Wir wollen wissen, ob es morgen regnet.

Ja, man muss natürlich schon nachweisen, dass man das kann.

Ja, gut, klar.

Und dass es ein Erfolg hat und dass man das auch effizient macht.

Und dann werden eben die Besten ausgewählt.

Der Witz ist, dass wir typischerweise dreimal mehr Anträge auf Rechenzeit kriegen, als wir den Leuten geben können.

Weil der Rechner ist halt nur so und so groß und es gibt nur so und so viele Stunden im Jahr.

Und die Anträge sind alle gut genug, theoretisch?

Ja, ich würde sagen, für jeden.

Wenn wir dreimal so viele Rechner hätten, würden wir auch tatsächlich dreimal so viele Aufträge vergeben können?

Ja, also wenn der Rechner dreimal so groß wäre, könnten wir dreimal so viel rechnen, wenn wir wollten.

Ich würde sagen, ich würde sagen...

Klar sind viele Anträge nicht.

Das machen auch Leute außerhalb des Zentrums.

Das soll ja gerade sein, dass wir jetzt hier nicht jemanden Kumpel verurteilen.

Das ist wirklich unabhängige Komposition.

Aber ich denke doch schon, dass da mal ein Großteil davon schon seine Berechtigung hat.

Und deswegen wollen wir natürlich versuchen, wenn wir sowieso schon einen Kapazitätsengpass haben, das heißt wir können nicht genügend herausgeben, dass wir es dann wirklich rund um die Uhr laufen lassen, um halt möglichst viel dann für das Geld anderen Leuten zur Verfügung zu verstellen.

Haben Sie auch so etwas wie, weiß ich nicht, Deputatrechenzeit?

Also dass Sie selber rechnen können?

Ich weiß nur, bei manchen Observatorien haben das zum Beispiel, dass die Institutsleiter der Observatorien pro Jahr drei Stunden freihand bestimmen können, wo das Observatorium jetzt hinliegt.

Okay, wir haben also so einen, ich weiß gar nicht, wo da jetzt der Prozentsatz ist, einen kleineren Prozentsatz, einen einstelligen Prozentsatz.

Der ist natürlich für eigene Arbeiten gut.

Wir brauchen das, um den Rechner ab und zu zu testen, neue Software einzuspielen, neue Versionen, Fehler zu verbessern.

Oder auch mal so eine Wattung, wie beim Auto.

Eine Wattung, ja, macht praktisch alle paar Wochen, wird mal eine Wattung am Rechner durchgeführt, damit das halt immer wieder schön rund läuft.

Wird denn runtergefahren für alle anderen Operationen?

Teilweise, manchmal ist das notwendig.

Wir versuchen das nicht zu vermeiden, weil das wirklich dann den ganzen Tag dann wegfällt.

Aber manchmal ist das halt nicht anders, wenn elektrische Arbeiten durchzuführen sind oder gerade an der Kühlung, wo halt Wasser, da muss alles abgestellt werden.

Ich meine nicht, dass praktisch der Installateur dahin geht und dann die Maschine abmacht.

Das muss ja alles gemacht werden.

Aber das ist eigentlich, also wie gesagt, deswegen läuft das rund um die Uhr.

Es gibt auch hier bei uns einen Notdienst, der dann also wirklich so Rufbereitschaft, der dann halt notfalls nachts um zwei aus dem Bett geklingelt wird.

Da ist was kaputt, da muss was repariert werden.

Das gibt es also bei uns auch.

Aber das erzeugt eigentlich wieder eine neue Schwierigkeit, ist, wie hält man so eine komplizierte Maschine rund um die Uhr am Laufen?

Es kann sich ja jeder an zwei Fingern zusammenreimen.

Je mehr Teile ich habe, umso größere die Chance, dass einer dieser Teile irgendwann kaputt geht.

Sie brauchen Monitoring.

Das auch, ja.

Aber ich meine, das Problem ist auch, wenn ich jetzt eben 1,8 Millionen Rechenhallen habe, dann ist das halt 1,8 Millionen mal häufiger, dass da was kaputt geht.

Und zu Hause weiß man das ja auch.

Jeder hat das schon mal gehabt, dass eine Rechenhalle kaputt gegangen ist oder sowas.

Wenn wir jetzt hier 7.000 bis 10.000 Platten haben, dann gehen, kann man sich ja statistisch ausrechnen, in der Woche zwei Platten kaputt.

Wie schaffe ich das jetzt, dass ich keine Daten verliere?

Redundanz.

Genau.

Das heißt, die Daten werden so gespeichert.

Das heißt, wir benutzen, soweit ich das derzeit weiß, so ein RAID-5-System.

Das heißt nichts anderes.

Man benutzt eigentlich, um die Sachen von fünf Platten zu speichern, speichert man das auf sechs.

Und dann wird man die in einem sehr trickigen Verfahren so verteilen, dass über diese sechs Platten das alles verteilt ist.

Wenn eine davon kaputt geht, ist genügend Redundanz in den anderen fünf, dass man keinerlei Daten verliert.

Das heißt, was passiert ist, da geht halt dann so ein Lämpchen an, technisch

sagt, oh, da ist eine Platte kaputt.

Der zieht dann die Platte raus, schiebt eine neue Platte rein.

Das dauert zehn Minuten.

Der entsprechende Rechner, das ist ja auch im Prinzip ein Rechner, so ein Datenelement, der wird dann die Daten wiederherstellen und dann läuft das im Betrieb weiter.

Was natürlich jetzt passieren kann, ist, dass jetzt manchmal zwei Schränke in so einer Sechsergruppe, zwei Platten in so einer Sechsergruppe gleichzeitig kaputt gehen.

Kommt nicht sehr häufig vor, aber kann passieren.

Dann macht man das.

Man macht im Prinzip dann, wir machen noch mal, das macht ja jeder auch und sollte auch jeder zu Hause machen, ein Backup.

Also eine Kopie auf eine andere Platte.

Oder wir haben so viele Daten, wir benutzen entsprechende Magnetbänder.

Da wird also dann jede Nacht von allen wichtigen Daten eine Kopie gezogen.

Das heißt, wenn dann was kaputt geht, dann haben wir wenigstens die Daten von der letzten Nacht.

Dauert aber auch entsprechend lange, das von Magnetband wieder einzuspielen.

Das dauert entsprechend länger, bis wir es dann durch das Haltert wieder machen.

Und dann für besonders wichtige Daten, wir sind also hier in Jülich sind ungefähr 35 Kilometer von Aachen weg.

Wir haben eine spezielle Netzwerkverbindung mit Aachen.

Und wir tauschen dann jede Nacht die allerwichtigsten Daten aus.

Das heißt, also wenn hier mal wirklich eine Riesen...

Mit wem jetzt?

Mit der RWTH?

Mit der RWTH.

Die haben natürlich nur eine kleinere Menge.

Und die sagen, okay, jetzt die allerwichtigsten Daten von Aachen.

Ach so, Sie sind das Backup.

Verstehe, Sie sind das Backup für die RWTH.

Und die RWTH ist das Backup für uns.

Also für die besonders wichtigen Daten.

Das heißt, es könnte passieren, ein Jumbojet stürzt ab und fällt genau auf unsere Rechnerhalle.

Dann wären wenigstens die allerwichtigsten Daten noch in Kopie nochmal in Aachen.

Was dann nicht heißt, dass wir noch nie Datenverlust gehabt haben.

Also es gibt dann solche Fälle.

Es gibt so Fälle, das kann ich mich erinnern, das war so vor zehn Jahren mal.

Da wurden also diese Backups gemacht.

Und dann war dieses Bandgerät, was diese Bänder beschrieben hat, das hatte eine Macke.

Und das ist aber nicht aufgefallen.

Weil die üblichen Mechanismen, die geguckt haben, ob das alles geklappt hat, irgendwie nicht gegriffen haben.

Und dann ist irgendwann mal so eine Platte kaputt gegangen.

Und die Daten auf dieser Platte waren genau auf den Bändern von diesem fehlerhaften Gerät.

Und dann muss unser Direktor am Wissenschaft anrufen und sagen, ja, Sie haben jetzt zwei Jahre umsonst gerechnet.

Das ist ja schade.

Das kommt aber ganz, ganz selten vor.

Aber man kann natürlich nichts hundertprozentig sicher machen.

Das war jetzt der Speicherausfall.

Was ist, wenn Ihnen ein Prozessor abbraucht?

Das ist ganz schlimm.

Das ganz Schlimme ist nämlich so, was soll das Programm machen?

Sie haben jetzt Ihre 100.000 am Laufen.

Jetzt sagt dann einer, oder einer ist plötzlich weg.

Jetzt könnte man natürlich sagen, okay, man muss jetzt dem Programmierenden einfach auch noch voraussehen.

Das heißt, er muss neben diesen ganzen anderen komplizierten Sachen, dass das alles gut verteilt ist, schnell genug gerechnet wird, noch genau das macht, was es soll, in der richtigen Richtung, muss er sich auch noch praktisch das Programm so schreiben.

Wenn das ausfällt, wird das jetzt auch noch verteilt.

Versuchen manche Leute für besonders kritische Bereiche, also wahrscheinlich nicht bei uns, aber ich denke, manche Leute versuchen es auch.

Und das ist natürlich auch eine Frage, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, wenn man sich das so anschaut, dann kommt man auf so einen Stand ab, wie weit sie gekommen sind.

Und falls dann was kaputt geht, dann fängt man halt wieder da an, im schlimmsten Fall vom letzten Tag und rechnet das nochmal neu.

Das ist billiger als jetzt dieser Extraaufwand, das zu machen.

Auf der anderen Seite versucht man natürlich schon noch, die Wahrscheinlichkeit, dass so ein Ding kaputt geht, klein zu halten.

Und man benutzt dann ein relativ sinniges Verfahren, also bei diesem Großrechner, der von der Firma IBM ist, der hat über die Jahre IBM geschafft, indem sie den Rechner immer wieder beobachtet und da gewisse Daten aufzeichnet, Merkmale zu finden, die einen erlauben, mit sehr großer Wahrscheinlichkeit zu sagen, dieses Ding geht morgen oder in der nächsten Woche kaputt.

Also man weiß es nicht, ob es kaputt geht, aber die Wahrscheinlichkeit ist sehr hoch.

So ein einzelner Prozessor, der kostet ja eigentlich jetzt fast nichts mehr.

Was man dann also macht, ist, es wird durch das laufende Beobachten der Maschine festgestellt, jetzt im Schrank 25, siebter Einschub, der dritte Prozessor, der geht nächste Woche kaputt.

Also wird der markiert, wenn der Rechenshop, der derzeit auf diesem Teil der Maschine steht, wenn der fertig ist, wird das praktisch so gemacht, dass die Software die Jobs auf den Rechner verteilt, auf diesen Abschnitt des Rechners keinen neuen Job lädt.

Dann geht der Techniker rein, öffnet diesen Teil der Maschine, tut die Schublade raus, tut den Chip austauschen, steckt einen neuen rein, das dauert sieben Minuten, und dann ist der Rechenshop kaputt.

Dann gibt das dann frei, sagt ausgetauscht, und dann kann der im nächsten Schritt praktisch wieder von der Neuberechnung benutzt werden.

Das heißt, indem man immer an ...

Wir haben ja immer mehrere Jobs gleichzeitig laufen, das heißt, man kann immer so ein Teil, wo gerade mal kurz nicht benutzt wird, eben da schnell mal eine Mini-Reparatur machen.

Sie tauschen Verschleißteile aus im laufenden Betrieb.

Im laufenden Betrieb, ja.

Und auf diesem Teil, das ist ja auch ein ganzes Projekt, das ist ja auch ein ganzes Projekt, das ist ja auch ein ganzes Projekt, das ist ja auch ein laufender Betrieb.

Und auf diese Weise schafft man das, dass halt, sagen wir mal, wir haben dann trotzdem noch halt, weil diese Vorhersage nicht jetzt hundertprozentig ist, oder halt irgendwas auch mal einen anderen Teil kaputt geht, aber auf diese Weise schafft man das, doch relativ einen stabilen Betrieb hinzukriegen.

Ja, das ist wie bei meinem Fahrrad.

Ich tausche die Bremsklötze ja auch aus, bevor sie ganz runtergefahren sind.

Das Problem ist, um beim Auto zu bleiben, dass man halt hinget und dass dann der Automechaniker seine Software anschließt und sagt, ja, Ihre Kupplung geht in den nächsten zwei Wochen kaputt, die tauschen wir jetzt lieber aus.

So weit ist man leider, glaube ich, in der Automobiltechnik noch nicht.

Und wenn, dann ist das nicht ehrlich gemeint.

Dann geht es darum, eine Kupplung zu verkaufen.

Und ich denke, ich weiß nicht, wie hoch da die Fehlerrate ist.

Dass man das falsch vorhersagt.

Aber weil die Teile eben, wir haben ja sowieso Millionen davon, und bei 100.000, also bei 1.000, die man dann immer wieder austauscht, ist das halt auch machbar.

Das war dann der Speicher, die Recheneinheiten selber, und dann haben wir noch das Netzwerk.

Und da ist das witzigerweise schwieriger.

Da ist also vor allem, das ist hauptsächlich alles die Verkabelung von diesen ganzen Schränken.

Und dann eben, wo dann das Kabel in den Schrank reingeht.

Das gibt halt Steckverbindungen, die sind immer schwierig.

Und da ist es halt so, dass wenn da was kaputt geht, da muss dann wirklich der Steckverbindungen und auch das Kabel ausgetauscht werden.

Und da kann man das nicht vorhersagen.

Deswegen macht man das dann typischerweise so, dass man dann hier die Redundanz hat.

Und wir haben also typischerweise immer mindestens zwei, wenn nicht sogar mehr, redundante Verbindungen.

Das heißt, wenn während eines Programmberechnungen das kaputt geht, dann habe ich halt nur noch die halbe Netzwerkleistung.

Das heißt, ich kann auch fertig rechnen, die Daten werden natürlich schnell ausgetauscht, aber ich komme typischerweise fertig.

Und dann hat man halt alle paar Monate, muss dann halt dann wirklich das

ausgeschaltet werden, neue Netzkabel gezogen werden oder mal halt größere Rechner.

Wo da jetzt laufen, die Prozessionen kaputt gehen, da ist wahrscheinlich irgendwas in dem Einschub.

Dann tauscht man mal den ganzen Einschub aus.

Und da muss natürlich dann der ganze Rechner mal runtergefahren werden.

Aber das ist zwei, dreimal im Jahr oder so.

Warum wollen Sie alle fünf Jahre einen neuen Rechner haben?

Weil der Rechner fünf Jahre hauptlos veraltet ist.

Die Rechnerentwicklung, das sieht man ja auch, wenn man sich PC's anguckt oder Handys oder so, wo ja auch Prozessoren drin stecken.

Nach drei, vier Jahren gibt das einfach praktisch für den gleichen Preis irgendwas, was halt mindestens drei, vier, fünfmal besser ist.

Und halt wenn man auch sagt, auch wenn das jetzt nochmal Aufwand kostet, das auszutauschen, aber wir wollen ja mehr Leuten noch mehr Rechenmöglichkeiten für das gleiche Geld geben, dann wird sich einfach schon aus rein finanziellen Gründen sich das bieten, dass ja ich bin immer auf dem neuesten Stand, damit ich für das Geld, was jetzt jedes Jahr vom Steuerzahler kriege, auch die maximale Leistung habe.

Und weil die Rechenentwicklung halt mal so furchtbar schnell ist, heißt das halt alle drei, idealerweise meistens wird es vier oder fünf Jahre, wird so ein Rechner dann ausgetauscht.

Welche Teile genau tauschen Sie dann aus?

Komplett.

Inklusive Schrank und allem, was da so rumsteht?

Manchmal, also es kommt drauf an, also diese wirklich höchstleistungsrechner, jetzt hier auf dem nationalen Niveau oder so, das sind Einzelstücke.

Das muss man komplett austauschen.

Was passiert dann mit den alten Geräten?

Verschrottet, nehme ich an.

Also teilweise benutzt das die Firma wieder, um halt andere Rechner, die noch bei anderen Kunden stehen, als Ersatzteillager wird das teilweise benutzt.

Aber oft ist das halt wirklich, das will keiner mehr haben.

Und das kann man nicht auch mal einfach so, okay, dann geben wir halt so ein paar Schränke an die Universität oder so.

Sie brauchen eine typische Wasserkühlung, der Strombedarf ist ziemlich hoch.

So ein Schrank wiegt dann gleich mal zwei Tonnen oder so.

Nicht jeder hat so eine Halle oder so.

Das kann man sich nicht einfach in die Garage stellen oder so.

Das wäre toll, ich habe so einen super Computerschrank zu Hause.

Statt Heizung.

Ja, den könnte man prima zum Heizen benutzen.

Aber der hat ja Starkstromanschluss und die sind wassergekühlt, weil sonst schaffen sie es gar nicht mehr, so einen Großrechner die Hitze abzuführen und so weiter.

Wo genau läuft die Wasserkühlung lang?

Welche Teile werden dann gekühlt?

Also es ist unterschiedlich.

In den mehr Standardsystemen, was also auch in der Bank oder in so einem großen Web-Hoster oder in einem großen Rechenzentrum steht, macht man das meistens so.

Der Rechner wird gekühlt, indem diese Lüfter sind.

Das macht ja meistens einen Haufen Krach, weil das ein großer Lüfter ist.

Und um das zu unterstützen, wird man in der Tür dieses Schrankes im Prinzip eine Wasserkühlung einbauen.

Das heißt, die Luft wird eingesaugt und während die praktisch durch die Tür durchströmt, fließt die an kalten Röhren vorbei mit kaltem Wasser und wird dadurch dann auch noch, indem es sich kühlt.

Also eigentlich eine Kaltluftkühlung, wenn man so will.

Also eine Wasserluftkühlung.

Das heißt, die Luft wird gekühlt, indem man Wasser nutzt und so weiter.

Das heißt, man braucht aber entsprechend dann halt nebenan oder wir uns dann

unten drunter im Keller, entsprechende Kaltwasseranlagen.

Und das war mir auch nie so bewusst.

Es ist anscheinend unheimlich schwierig, Hochqualitäts-Kaltwasser herzustellen.

Der Witz ist, damit das halt effektiv...

Muss doch nur kalt sein, dachte ich.

Ja, das hatte ich auch immer gedacht.

Wie schwierig kann das sein?

Das Problem ist aber, damit das Ganze halt vernünftig läuft, weil das ja so eine Rückkopplung ist, und das nicht überhitzt und so weiter, darf der Druck nur in ganz gewissem Bereich sein und die Temperatur halt auch nur vielleicht ein Grad abweichen.

Und um praktisch jetzt Wasser, das halt durchfließt, immer zu einem sehr engen Temperaturbereich mit einem ganz gewissen Druck zu erzeugen, das ist halt die Schwierigkeit.

Das sieht man schon zu Hause, wenn man sagt, ja okay, ich will jetzt einfach nur, dass meine Dusche immer genauso schön 37 Grad hat.

Sie haben auch einen Durchlauferhitzer.

Ja, genau.

Und sagen, ach hier spüle ich, und schaltet unten die...

Macht das Wasserhahn auf, um die Spülwasser abzuleiten, und ich stehe da rum, ja, im Kaltwasser.

Gut, das hat man hier natürlich, da versucht man solche Effekte zu minimieren, aber es ist halt anscheinend unheimlich schwierig.

Und deswegen ist gerade dieser ganze Kühlaufwand sehr aufwendig.

Es gibt noch einen zweiten Aspekt, ist, je aufwendiger dieser Kühleffekt ist, umso mehr Strom brauchen Sie für diese ganze Geschichte, um zu kühlen.

Der Durchlauferhitzer hat, glaube ich, 27 kW.

Wie viel hat Ihrer hier in Jülich?

Das weiß ich jetzt gar nicht.

Aber das Problem ist natürlich, Strom ist teuer.

Wie viel Strom brauchen Sie?

Wir haben hier, unsere Rechnerhalle hat derzeit für alle Rechner, alle Platten, alle Kühlungen zusammen, 6 Megawatt.

Das kann sich mal keiner vorstellen.

Das ist aber nicht die Dauerleistung, 6 Megawatt.

6 Megawatt, ja.

Das kann sich nicht mal schwer vorstellen.

Und das denke ich, wie ich mir das einfach vorstellen kann, ich glaube, das hilft den meisten Leuten, wenn man einen Großkundenrabatt hat, bezahlt man trotzdem für einen Megawatt, typischerweise in Deutschland, eine Million Euro im Jahr.

Das heißt, wir haben allein Stromkosten für die Rechner von 6 Millionen Euro.

Und davon, wenn man sagt, okay, ein Drittel brauche ich typischerweise für die Kühlung, dann bezahle ich jetzt 2 Millionen nur für die Kühlung und habe dann noch nichts erreicht.

Ich habe noch nichts gerechnet und habe keine Resultate.

Das heißt, ein Großteil der Forschung heutzutage geht auch, das nennt sich das Green Computing und so weiter.

Wie schaffe ich das, ohne Kühlung oder mit weniger Kühlung auszukommen?

Oder wie schaffe ich halt, Rechner zu bauen, die halt nicht so heiß werden und so weiter?

Und weil man halt, ja, wenn man das eben halt, sagen wir mal, doppelt so gut schafft, hat man schon die Hälfte des Geldes gespart.

Und da kann ich dann wieder in bessere Hardware oder mehr Hardware stecken.

Und das ist ein großes Problem.

Wir können nicht sagen, okay, ja, wir kaufen jetzt einen tollen neuen Rechner, gut, aber sonst hat es 6 Megawatt, hat es halt auch noch 8 oder 10.

Weil wir haben, wenn ich dann zu unserer Verwaltung gehe, ich sage, wir brauchen jetzt, unsere Stromrechnung sind mal 4 Millionen Euro mehr, das macht euch doch nichts aus oder so.

Oder vor allem, man muss ja erstmal diese 4 Megawatt erst mal ans Gebäude ran kriegen.

Das ist ja nicht so, dass man einfach mal hier so eine Verlängerungs-Steckdose aus dem Warmheid reinsteckt.

Das sind ja abenddicke Kabel, Starkstrom, da muss also hier, ja, Kraftwerkstechniker ankommen und das ist eine Riesenaktion.

Sie haben auch kein eigenes Kraftwerk, Sie nehmen den aus dem Netz, den Strom?

Also wir hatten eine Zeit lang mal welches, aber heute ist es einfach günstiger, einfach ganz normal.

Einfach schon so einen Großkundenrabatt kriegen wir das rein.

Das ist eine große Herausforderung.

Aber aus einem anderen Bereich.

Das Problem ist, es gibt ja selbst im öffentlichen Netz immer das Problem, dass auch mal ein Stromausfall passieren kann.

Sie haben keinen USV?

Das kann man nicht, das ist eine 6 Megawatt USV.

Ja, wir bräuchten so viele Batterien, das geht nicht.

Das heißt, was wir haben, ist im Prinzip, wir haben eine kleinere Anlage, die im Prinzip hauptsächlich die Platten schafft.

Das waren nicht die Platten, die Daten wollen wir nicht verloren.

Die Daten sind das Wichtigste.

Wenn man einfach eine Platte ausschaltet, das kennt man jetzt auch, einfach Rechner ausschalten, können die Daten korrupt sein.

Das heißt, wir müssen genügend Daten haben, um unsere ganzen 9.000 oder 10.000 Platten geordnet runterzufahren.

Vielleicht noch ein paar wichtige Steuerrechner, aber einfach der Großrechner mit seinen eigenen 8,8 Millionen, den lässt man einfach, der fällt runter.

Damit man aber öffentlich da vielleicht ein bisschen unheimlicher ist, hat man mal die Idee, das hat man mal durchgerechnet, wenn man so ein kleines Blockkraftwerk sich herstellen würde, so ein Megawatt, dann könnte man auf die Dauer, weil man das erst mal selber produziert, da Geld sparen.

Diese einen Megawatt muss ich nicht einkaufen.

Und hätte dann aber auch dieses eine Megawatt, falls das öffentlich ins Netz ausfällt, dann praktisch als Puffer, als Stromversorgung.

Da gab es eine Studie, ich weiß nicht, ob das jetzt geplant ist, aber da wird langfristig drüber nachgedacht.

Wahrscheinlich jetzt in den nächsten paar Jahren, aber wenn hier wieder mal ein größerer Umbau ist, neue Rechnerhalle oder so.

In spätestens fünf Jahren?

Nee, da kam ja noch ein Rechner.

Ich glaube, die Rechnerhalle ist jetzt zehn Jahre alt, die wird schon noch zehn, 15 Jahre halten müssen.

Dann kann man so was nachdenken, dass dann so was passiert.

Wie viele Jobs pro Maschine haben Sie hier eigentlich gewöhnlich?

Es sind ja nicht alle 1,8 Millionen Prozessoren mit einer Aufgabe beschäftigt, oder?

Kommt das auch vor?

Es kommt manchmal vor.

Wir haben, ich würde sagen, in der Woche sind das mal drei, vier, fünf Jobs, die dann wirklich die ganze Maschine ausnutzen.

Was sind das dann für Jobs?

Es ist witzigerweise, hat man am Anfang gesagt, es können jetzt nur gewisse physikalische Programme machen oder nur Chemiker.

Weil das natürlich auch sehr interessant war, gab es verschiedene Untersuchungen darüber.

Und es zeigt sich eigentlich, dass es aus jedem Fachbereich Problemstellungen gibt, die sich sehr gut durch 1,8 oder 2 oder 5 Millionen mal teilen lassen und machen kann.

Das heißt, es gibt eine Unterscheidung innerhalb der Chemie.

Es gibt gewisse chemische Simulationen oder chemische Berechnungen, die können nicht skalieren.

Die können nur auf 1.000 oder nur 500 Rechenkern gemacht werden.

Und andere, da klappt das wieder wunderbar.

Das heißt, es gibt nicht sagen, wir wissen von Klima, von Ingenieurproblemen aus

der Medizin, Physik, Chemie, gibt es immer wieder Problemstellungen, die das dann ausnutzen können.

Da gibt es eben keinen Unterschied.

Aber der Standard ist eigentlich eher, auf dem Großrechner würde ich sagen, die benutzen dann einen Schrank.

Und der Schrank hat also 64.000 Recheneinheiten oder mal zwei, vier, acht Schränke.

Aber das sind ja auch schon mehrere Hunderttausend.

Das ist dann immer noch sehr groß.

Wir haben ungefähr 150 Benutzergruppen, die auf den verschiedenen Rechnern hier aus, also jetzt vom Rechenzentrum, vom Forschungszentrum von Deutschland, von Europa, die da bei uns rechnen.

Und die Gruppen sind unterschiedlich groß.

Es gibt so Kleinprojekte, wo zwei Leuten an so einem kleinen Programm arbeiten.

Und dann gibt es halt so große internationale Projekte, wo wirklich 50 Leute an so Riesensachen arbeiten.

Human Brain oder so was.

Oder andere wichtige, gerade im physikalischen und Chemiebereich.

Medizin haben wir, Human Brain.

Wir haben auch Schadstoffausbreitung im Boden, neue Materialien,

Medikamente.

Das ist sehr, sehr breit gefächert, was wir hier erarbeiten.

Und es ändert sich auch laufend, weil eben halt, wer einen Antrag stellt und halt da begutachtet wird und angenommen wird, der kann dann bei uns auch rechnen.

Es gibt dann Leute, die rechnen sehr viel, sehr lange.

Was heißt sehr lange?

Wie lange ist so eine Rechendauer?

Reden wir über Stunden, Tage, Wochen?

Also wir haben einfach, um den Datenverlust einzuschränken, zwingen wir die Leute, sie dürfen nicht länger als 24 Stunden rechnen.

Die müssen dann mindestens, weil wir nach einmal am Tag dann die Daten abspeichern und müssen dann praktisch einen zweiten Rechenshop losschicken, wenn sie nicht fertig sind, der dann auf diesen Datenaufsatzpunkt wieder aufbaut.

Das hat sich einfach so über die Jahre herausgestellt.

Typischerweise können wir garantieren, dass das halt am nächsten Tag läuft.

Und dann verlieren die Leute nicht so viel.

Und auf diese Weise, ja, manchmal brauchen die Leute, klar, man muss das wieder extra programmieren.

Aber wie speichere ich die Daten möglichst schnell, effizient ab?

Das ist ja auch nochmal ein Aufwand, das alles auch wieder auf die Platten zu speichern, was meistens nicht sehr schnell geht, weil Plattenspeicher langsam sind.

Und man möchte natürlich jetzt viele, nicht noch jetzt so Zeit verschwenden, wenn man sagt, ich habe so nur 24 Stunden, will ich ja da nicht jetzt acht Stunden davon jetzt Daten speichern und lesen.

Aber bei 24 Stunden ist halt das, kann man sagen, okay, das hat noch Verhältnis, dass sich das Ganze noch rentiert.

Und auf der anderen Seite verlieren die Leute, falls mal was passiert, nicht so viele Daten.

Aber wir wissen, Leute, die arbeiten, die wollen jetzt eine bestimmte Fragestellung lösen und die tun dann jetzt in 24-Stunden-Jobs ein halbes Jahr lang rechnen.

Und gut, die kommen nicht jetzt jeden Tag dran, aber sagen wir, jeden zweiten Tag.

Also die tun dann schon Millionen von Stunden verrechnen, um irgendwelche ganz wichtigen neuen physikalischen Erkenntnisse oder Materialien daraus zu finden.

Wenn jetzt irgendwelche Wissenschaftler von irgendwoher sagen, wir brauchen jetzt, keine Ahnung, drei Wochen Rechenzeit bei euch auf 100.000 Prozessoren, kommen die dann mit einem fertigen Programm, also kommen die mit einer fertigen Software oder kommen die zu Ihnen und sagen, Moir, ich wüsste gerne, wie sich der beste Witz der Welt in den westlichen Gesellschaften ausgebreitet hat, schreiben Sie mir doch mal ein Programm.

Also lösen Sie auch dieses Programmierproblem?

Nee, also auf dieser Ebene ist das eigentlich so, dass die Leute über Jahre schon, da muss man sich ja auch Expertise aufbauen, die haben also dann, was ist jetzt, eine typische Forschergruppe, die sagt, wir machen jetzt neue Effekte für Magnetplatten und tun da verschiedene Materialien, machen dann, bauen die sich ihren Programm zusammen und die tun das über Jahre pflegen.

Also wir sagen typischerweise, ein Rechner ist eben so nach vier, fünf Jahren veraltet, aber die, viele von den Rechenprogrammen, die bei uns noch eingesetzt werden, die sind teilweise 20 Jahre alt, die halt immer wieder an den neuesten Rechner angepasst wurde.

Aber da steckt so viel Wissen und so viel Erfahrung drin, das kann man nicht mal so schnell austauschen.

Gut, kommen immer wieder neue Leute, die sich da reinarbeiten, aber nicht auf diesen Großrechner.

Man fängt also klein an und arbeitet sich dann hoch.

Auf diesen Großrechnern, das sind also, wie gesagt, Code, die es schon lange gibt und auch Leute genau wissen und auch abschätzen können, wie lang die Berechnungen sind.

Wir helfen eben, wie gesagt, oft eher, es kommt jetzt eine neue Rechnergeneration und die hat halt leicht andere Eigenschaften und wir helfen dann den Leuten jetzt, ihr Programm an diese neue Rechner anzupassen.

Oder eben mein Team ist eben so verantwortlich, ja, ist es nicht schnell genug, wo ist jetzt das Problem und wie kann ich das noch schneller machen?

Kann man das eigentlich immer?

Also ist nicht, irgendwann ist doch eine physikalische Grenze erreicht, das geht ja

nicht immer schneller, oder?

Ja, klar, ja, also ich denke...

Also Sie haben Lichtgeschwindigkeit und Sie haben Widerstand auf der Leitung, das sind ja schon mal die Grenzen.

Aber das Algorithmische dürfen Sie nicht vergessen.

Es gibt eben hunderte von verschiedenen Arten, ein gewisses Problem zu lösen.

Und das muss natürlich auch ein bisschen auch an den Fähigkeiten des Rechners angepasst sein und so weiter.

Und manchmal, das ist halt das Schwierigste, dass man versucht natürlich erst mal zu sagen, okay, ich lasse das so wie es ist, ich tue dann so ein bisschen nur an den Stellschrauben.

Anstatt halt jetzt eben, mein Pickbeispiel wieder, anstatt zehn Leuten, die ausladen, den Bahneingang, nehme ich halt 20 und dadurch schaffe ich das und so weiter.

Manchmal kann ich das natürlich ein bisschen verschieben und anderen Einteilungen oder jetzt irgendwie was Neues einzuführen, dass die Pakete halt schnell von der Halle von hier nach da gebracht werden, bringen einen neuen Kran rein, dann geht es schneller.

Kann ich das Programm schnell genug machen?

Also so 10, 20 Prozent finden wir eigentlich in den meisten Fällen.

Wenn wir es optimiert haben, die nächste Stufe wird dann schwieriger.

Das ist die berühmte Ingenieurregel 10, 90, 20, 80.

Am Anfang braucht man 20 Prozent Aufwand, um 80 Prozent rauszuholen.

Das Pareto-Prinzip.

Und dann später irgendwie muss ich dann 80 Prozent reinstecken und dann nur noch 20 rausholen.

Man muss praktisch auch irgendwann wissen, jetzt bringt es nichts mehr.

Da muss man aufhören.

Das ist auch so ein Gefühl zu kriegen.

Und dann heißt es halt manchmal, okay, wenn die Stellschrauben nichts bringen, dann muss ich mir neue Verfahren ausdenken, das anders zu berechnen, auf andere Art, damit ich das halt wieder schneller werde.

Und da kommen dann unsere Algorithmiker ins Spree.

Also Algorithmus nennt man die Abläufe von diesen Rechenbefehlen, die so ein Programm ausführt.

Und Algorithmiker, die beschäftigen sich halt mit effizienten Algorithmen, um gewisse Fragestellungen oder neue Verfahren, um gewisse Fragestellungen zu berechnen.

Und da wird halt immer wieder überlegt, wenn ich jetzt die Daten vielleicht so speichere, dann könnte ich das und das schneller machen.

Wenn ich das jetzt nur, sagen wir mal, abproximiere, das ist aber gut genug, aber das ist dann doppelt so schnell, als wenn ich es genau ausrechne und so weiter.

Also da gibt es eben verschiedene Möglichkeiten, das zu machen.

Irgendwie geht es immer schneller.

Es ist immer die Frage, wie viel Aufwand will man das Ganze da stecken.

Aber je größer das Problem ist und je mehr zu berechnen ist, umso mehr, ja, also wenn Leute eben jahrelang rechnen, kann ich auch mal zwei, drei Wochen mehr Zeit nehmen, um zu versuchen, das zu verbessern oder eben noch länger.

Weil eben, wenn das mal da ist, dann können das ja nicht nur diese Gruppe, sondern das kann auch dann auf anderen Rechnern genauso eingesetzt werden.

Das ist immer so ein bisschen, da kommen wir in diesen Themenbereich rein, das kostet jetzt Millionen, allein ihr Strom kostet ja 6 Millionen, ist das das Ganze überhaupt wert?

Und da haben wir natürlich als Rechenzentrumsbetreiber oder überhaupt als Programmierer für High-Performance Computing das große Problem, dass wenn unser Rechner toll läuft, löst das überhaupt kein Problem.

Wir brauchen nur Strom und Zeit.

Stimmt.

Der Nutzen kommt durch die Leute, die uns benutzen.

Es ist so ein indirekter Effekt.

Also der Supercomputer ist toll, weil er dann hilft irgendwie, eine neue Behandlung gegen Alzheimer zu finden oder ein neues Medikament oder eine bessere Wettervorhersage.

Und das hat dann wieder einen sozialen Nutzen.

Aber es ist immer nur dieser indirekte Effekt.

Was halt aus unterschiedlichsten Gründen, man sieht halt nicht den direkten Effekt.

Ich stecke was rein, ich kriege das raus, super.

Was haben Sie denn eigentlich schon erfunden, Herr Mohr?

Ja, nix.

Und wir helfen halt nur, den anderen das zu machen.

Und das wird witzigerweise, das ich nie verstanden habe, irgendwie nur als nicht so toll angesehen.

Der Witz ist jetzt aber, wenn wir eine Verbesserung finden, dass alle unsere Anwender, also meistens allen Anwendern helfen, das hat einen Multiplikator-Effekt.

Das heißt, alles, was wir verbessern, hat nicht Auswirkungen, also zwar nicht eine direkte Auswirkung, aber es verbessert die direkte Auswirkung von zig anderen Leuten und von vielen.

Das heißt, wenn man sagt, wir haben den neuesten Rechner, wir haben genügend Leute, die die Rechner betreuen, das ist gut angelegtes Geld, weil man da eine Grundlage schafft.

Es ist wissenschaftliche Infrastruktur.

Und ich glaube, auch einem Normalbürger ist klar, dass es in einem Staat wichtig ist, gute Infrastruktur zu haben.

Da ist es doch auch so, alles darf teurer werden, nur der öffentliche Dienst nicht.

Die Leute geben immer mehr Geld für Autos aus, aber wehe, die Müllabfuhr wird teurer.

Ja, oder ich denke, bei Unterstüttung habe ich nur an die Autobahnen und Brücken gedacht.

Da ist so ein großer Sanierungsbedarf, aber irgendwie hat man da, obwohl einem klar ist, wenn jetzt die Autobahn gut läuft, würde der Warenverkehr doppelt so toll gehen.

Und das hätte einen Rieseneffekt.

Aber weil ich die Autobahn nicht verbessere, einfach nur eine verbesserte Autobahn habe, tun sich die Leute schwer damit.

Einfach diesen indirekten und man hilft nicht einen, sondern hilft diesen ganzen 100.000 Leuten, die über diesen Abschnitt fahren.

Und so ähnlich ist es mit unseren Rechnern.

Alles, was wir verbessern und verstecken, hilft im Prinzip anderen Leuten, aber immer nur indirekt.

Ist das frustrierend?

Ja, und dann kommt dann dieser andere Effekt dabei, dass durch diese Technologieentwicklung, dass nach fünf Jahren alles verantwortet ist.

Und wir nach fünf Jahren kommen und jetzt wollen wir wieder 50 Millionen.

Aber du hast doch schon einen Rechner gekauft.

Das kennt ihr zu Hause.

Brauchst du schon ein neues Handy?

Ja.

Sind Sie sich eigentlich im Klaren darüber, dass auf Ihrem Pulli das Hashtag #HPCmatters steht?

Das passt gerade sehr schön.

Ja, das ist Absicht.

Also ich bin auch beteiligt an der Organisation von großen Fachkonferenzen in unserem Bereich.

Und da gibt es also eine berühmte.

Das ist die berühmte in unserem Fachgebiet.

Das ist die Supercomputing, so nennt sich die.

Die gibt es seit über 25 Jahren.

Das ist immer in den USA.

Da treffen sich jedes Jahr 10.000 Fachleute, die mit solchen Systemen zu tun haben.

Wie leiten die das?

Ich werde die 2017 leiten.

Ich bin der General Chair und werde die das leiten.

Das Problem ist ja kein deutsches Problem.

Das gibt es weltweit.

In den USA gab es eine Zeit lang, weil in den USA die Konferenz ist, das Problem.

Da gab es halt wieder die üblichen Fälle, dass ein paar Regierungsangestellte von der Regierungsbehörde, die sind dann in so eine Konferenz nach Las Vegas gefahren und haben da irgendwie, natürlich auf Steuermittel, war eine Dienstreise, und dann ist rausgekommen, die haben dann abends irgendwelche wilden Partys gefeiert.

Und ich weiß nicht, was alles.

Und dann ist wie üblich, da haben ein paar Regierungsleute oder war Bundesangestellte über die Stränge geschlagen.

Also müssen alle Bundesangestellte jetzt durch eine Kandare gelegt werden.

Und so ähnlich war es dann auch.

Was den Effekt hatte, dass viele Leute nicht zu dieser Konferenz hinfahren konnten.

Und dann war die erste Idee, wir müssen einfach nochmal der Öffentlichkeit, in den USA ins Spezielle, aber inzwischen ist es auf einer anderen Ebene, klar machen, wie wichtig wir eigentlich sind.

Und dann eben, HPC, High Performance Computing, und dann ist die Idee dieser Kampagne geboren, HPC Matters.

Und seit zwei, drei Jahren haben wir da jetzt eine spezielle Gruppe, also das sind im Prinzip Kommunikationswissenschaftler, und wie sagt man, PR-Leute im Prinzip, die halt dann jetzt wirklich versuchen, in Verschiedensgelegenheiten, in

Fernsehsendungen, im Netz, in Zeitschriften usw.

Artikel zu machen, die einfach nochmal zeigen, wie wichtig heutzutage dieses Supercomputing ist für das tägliche Leben.

Und es gibt Beispiele eben, wenn man diese ganze Kette zusammennimmt, dann interessiert das eigentlich gar nicht.

Die freuen sich, dass sie nachgucken können, wie das Wetter morgen ist, aber wie das passiert, und dass da vielleicht ein Supercomputer ist, ja.

Aber letztendlich ist das halt das Problem, dass viele von diesen Sachen, die in dem Bereich Sachen sind, halt öffentliche Forschung sind, und halt auch Steuermittel sind.

Das heißt, der Normalbürger bezahlt dafür, und deswegen denkt man eigentlich, okay, dann müsste er sich eigentlich dafür interessieren, wie sein Geld ausgegeben wird.

Und ja, es gibt eben viele, viele Sachen, und jeder versucht, die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit für seinen Bereich zu kriegen usw.

Aber deswegen halt diese Kampagne "Hbc Matters".

Und das war eigentlich nur für ein Jahr gedacht, aber weil das eigentlich sehr gut ankam, haben wir das jetzt so als Grundidee der Konferenz genommen, und da gibt es jedes Jahr dann entsprechende begleitende Werbemaßnahmen usw., werden Videos gemacht usw.

Was bedeutet eine solche Konferenz zu leiten?

Was ist da der Job?

Also Sie sitzen da ja nicht und hauen mit dem Hämmerchen aufs Ding und sagen

"Ruhe, Ruhe!"

Ja gut, es muss halt wie üblich, wenn man so eine Konferenz organisiert, es muss das Programm ausgewählt werden, also ein interessantes Programm muss zusammengestellt werden, und es wird halt typischerweise wie in der Wissenschaft üblich, also Leute reichen Beiträge ein, und andere Kollegen bewerten das und werden dann ausgewählt, und das muss einfach organisiert werden.

Dann müssen eben Verträge gemacht werden mit dem Hotel, mit der Halle, wo das stattfindet usw.

Das Besondere an der Konferenz ist eigentlich, dass die Rechenleute selber organisieren, das sind also Freiwillige, das ist also nicht eine Firma, die das dann macht und als Service verkauft, sondern so im Großen und Ganzen findet sich jedes Jahr eine Gruppe von Leuten zusammen, die sagen "Okay, wir machen das jetzt eben nächstes Jahr oder in zwei Jahren."

Grassroots-Bewegung.

Ja, so ungefähr.

Und was eigentlich Gang und Gäbe ist im wissenschaftlichen Bereich, es wird immer Workshops, Symposia usw. gemacht, das Problem ist nur, wenn das mal ein bisschen ausufert.

Und bei SC sind 10.000 Teilnehmer, da kostet dann allein das Essen am Tag eine Million Dollar, um die ganzen Kaffeepausen und Mittagessen zu bezahlen usw.

Dann muss man halt Hotelbetten für diese 10.000 Leute organisieren, muss überhaupt einen Ort finden, der das Ganze in die Hand haben kann.

Und weil das ja die Leute eben freiwillig nebenbei machen, ist dieses Komitee, der da mithelfen, relativ groß.

Das sind also 500, 600 Leute, die jedes Jahr an so einer Sache arbeiten.

Das heißt, auch das ist wieder Programmierung auf eine gewisse Art und Weise.

Es ist im Prinzip Organisation, Kreativität, es passt eigentlich zusammen.

Und das Witzige ist, was manche Leute dann gar nicht, gut, ich gehe halt zu dieser Konferenz hin, und dass das Arbeit ist, das weiß auch jeder, weil da jeder schon mal einen Geburtstag organisiert hat, aber praktisch, was das wieder bedeutet, genau wie beim Supercomputing, ich weiß, was das für meinen Rechner bedeutet, aber was bedeutet das für 1,8 Millionen?

Ich habe schon mal ein Treffen mit 10 Leuten organisiert, was bedeutet das für 10.000?

Jeder weiß, es ist mehr, aber dass es ein ganzes Stück mehr ist und dass die Komplexität und die Schwierigkeit ansteigt mit der Zeit, ist vielen Leuten nicht klar.

Also ein witziges Nebengeschick zum Beispiel, wir haben ein halbes Jahr vorher noch mal das große Planungs- und Organisationstreffen.

Das heißt, da treffen sich also einen Großteil dieser Freiwilligen für eine Woche in einem Hotel, meistens an einem Veranstaltungsort, um halt das noch mal die letzten Sachen alles zu organisieren.

Und dann schon eine Konferenz in der Größenordnung.

Das sind wie gesagt für eine Woche 400 Leute.

Und wenn ich hier gucke, ich habe eine andere Fachkonferenz hier für kleinere Gebiete in Europa, da sind typischerweise 200-300 Leute gekommen.

Das heißt, unsere Planungstreffen sind größer als die Organisation des Planungstreffens.

Das ist schon so viel Aufwand, was andere Leute für ihre Konferenz haben.

Konferenz, Konferenz.

Ja, ja.

Und das ist einfach so faszinierend auch.

Ich bin einfach fasziniert von diesen großen, komplexen Problemen.

Also mir macht das Spaß, haben Sie auch mal gesagt, mit diesen riesengkomplizierten, teuren Maschinen rumzuspielen zu dürfen.

Und hier ist es halt auch wieder.

Das ist faszinierend, da mal jetzt ein Event zu organisieren für 10.000 Leute.

Was steckt da dahinter?

Haben Sie da keine Angst vor?

Nein.

Respekt.

Das ist, denke ich, halt einfach so dieser...

Weil ich Programmierer bin, wir haben ja schon darüber geredet.

Man ist jetzt nicht eingeschränkt.

Also wie groß das Problem sein kann...

Also es gibt zwar irgendwo Grenzen, aber die sind ziemlich weit weg.

Und ich kann im Prinzip beim Computer alles machen.

Und ich habe über 20 Jahre gelernt, klein angefangen, wie man Sachen strukturiert, organisiert.

Und wenn ich das mit 1,8 Millionen Rechnerkernen machen kann, dann kann ich das auch mit 500 Freiwilligen.

Und es gibt halt auch Erfahrungen.

Ich meine, das wird seit 20 Jahren gemacht.

Es ist ganz klar, was zu tun ist, an welcher Zeit.

Es gibt Ablaufpläne.

Und mein Hauptproblem derzeit ist eigentlich, ich versuche jetzt, ich fange jetzt an, meinen Komitee zusammenzusuchen.

Also ich suche mir jetzt jemanden, der ist verantwortlich für das Programm, einer für das Finanzen, einer für die lokale Organisation und so weiter.

Und die suchen sich dann wieder ihre Leute, die dann halt im Programm...

Der ist einer für die wissenschaftlichen Vorträge, einer für die Tutorials, einer für die Workshops und so weiter zuständig.

So baut man sich auch so eine Hierarchie auf.

Und der Witz für mich ist jetzt einfach, wenn ich meine richtigen zehn Leute

finde, die für mich die Teile machen, dann gucke ich nun zu, wie meine zehn Leute die Arbeit erledigen.

Und ich gebe dann noch, ja, hier, machen wir lieber so.

Und das Konferenz-T-Shirt, das nehmen wir lieber blau statt orange.

Also die ganzen wichtigen Entscheidungen.

Und ja, das heißt, wenn ich das richtig hinkriege, ist der Rest ein Kinderspiel.

Sie sagten gerade, man fängt ja klein an, organisiert mal einen Geburtstag und so.

Erinnern Sie sich noch dran, was Ihr erstes Programm war?

Ich kann mich noch erinnern an das erste Programm, das ich in meinem Programmierkurs an der Uni schreiben musste.

Das war, man hat einen Polygon vorgegeben, also das ist irgendwie Viertelgrad oder so.

Irgendwas mal x hoch drei plus was anderes mal x hoch zwei.

Dann sagt man, wie heißt der Faktor?

Und dann musste man für einen gewissen Wertebereich von hier nach da ausrechnen, was ist der Maximalwert.

Das heißt, man hat so eine Schleife, rechnet jedes Mal den Polygonwert aus, guckt nach, ist der größer als der vorher?

Und wenn ja, merke ich mir das und sage, das war der größte Wert.

Das war das erste Programm, was ich damals schreiben musste.

Das ist aber so lange her.

Wüssten Sie heute noch, wie man so etwas schreibt?

Ja, klar.

Ich programmiere immer noch.

Sie programmieren immer noch?

Das ist jetzt nicht, dass Sie aus der Produktion praktisch raus sind, nur noch verwalten, was die anderen tun?

Nein, ich bin jetzt nicht aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Ich bin jetzt aus der Produktion raus.

Wenn Sie diesen einen großen Rechner in einzelne Rechner aufteilen, also virtuelle Rechner sozusagen, könnten Sie nicht auch alle großen Rechner zusammenstecken und daraus einen Metarechner bauen?

Könnte man machen.

Wird auch immer wieder versucht.

Das Problem ist nur, je weiter die auseinanderstehen, umso länger dauert das Signal zur Kommunikation.

Ja.

Und wenn ich mal, sagen wir mal, jetzt ...

Also wir sind inzwischen schon in Geschwindigkeit, Also wir sind inzwischen schon in Geschwindigkeit, dass das halt was ausmacht.

Ob ich jetzt mit dem Schrank, der 40 Zentimeter nebendran steht, kommuniziere, oder mit dem nächsten Rechner in Aachen, der 30 Kilometer weg ist.

Die Verzögerung ist schon wieder so viel, dass sich das einfach nicht mehr lohnt.

Damit hätte ich jetzt nicht gerechnet.

Ja.

Und es kommt drauf an.

Also es gibt gewisse Probleme.

Das sieht man ja auch im Internet und in großen anderen Buchungssystemen oder so.

Die sind weltweit vernetzt, aber da kann man sich das leisten.

Aber bei so einem engen ...

Naja, wir sehen es ja zum Beispiel beim Börsenhandel, dass Rechner in die Börse gestellt werden, damit die Wege tatsächlich noch mal eine hundertstel Sekunde kürzer sind.

Zum Beispiel, das stimmt ja sehr recht.

Und dann muss man auch mal ein wenig, was auch jetzt immer irgendwie ...

Zum Beispiel, wenn ich jetzt sage, ich habe ein Internetsystem oder auch so ein Websystem, da laufen auch Millionen Anfragen.

Aber die haben nichts miteinander zu tun.

Ich muss einfach nur sehr viele abarbeiten.

Aber jeder für sich genommen ...

Das Problem ist, bei unseren Berechnungen, ich habe halt immer auch diese Millionen von Berechnungen, aber die haben miteinander zu tun.

Ich brauche, um hier weiterzukommen, die Werte von dem anderen.

Also dieser Taten Austausch und die Rate des Taten ist viel höher als bei anderen Problemen.

Und wir haben das.

Und deswegen ist die Kommunikation so wichtig.

Und witzigerweise würde ich auch sagen, von den Kosten her.

Also praktisch, wir haben ...

Also das Netzwerk ist genauso wichtig und kostet auch genauso viel wie der ganze Rest von Rechner.

Es geht sogar schon los, dass man ...

Das ist jetzt auch wieder so eine Energiegeschichte.

Weil man immer schneller rechnen wollte, hat man über Jahre hinweg spezielle Chips entwickelt, die halt noch schneller mit weniger Strom rechnen können.

Und hat ein bisschen so diese Daten aus den Augen verloren.

Und heutzutage geht also fast mehr Strom praktisch jetzt ...

Sie müssen ja praktisch so eine Zahl von der Platte einlesen in den Speicher, von dem Speicher ins Rechenwerk laden.

Und Sie brauchen jetzt inzwischen mehr Strom, um die Bits von so einer Speicherzelle in das Rechenwerk zu laden, als für das Rechnen selber.

Das kostet inzwischen zehnmal mehr.

Und wir reden jetzt hier von tausendsteln oder wahrscheinlich millionstellen Millimetern, wo Sie jetzt ein paar Stromeinheiten bewegen müssen.

Aber das kostet Ihnen mehr Energie, als jetzt damit zu rechnen.

Und deswegen, ich sagte, man muss immer kompakter werden.

Die Idee ist gut, und für einige Probleme wird das gehen, die eben sehr lose gekoppelt sind oder sehr unabhängig voneinander, wo ich einfach nur viel rechnen muss, aber die nicht viel miteinander zu tun haben.

Aber die meisten Probleme sind so eng gekoppelt, da kann ich mir das leider nicht leisten.

Und deswegen auch diese Zentralisierung in dieses Rechenzentrum.

Anstatt dass jede Uni da einen kleinen Rechner kauft, kauft man lieber einen großen, der dann auch große Probleme machen kann.

Aber auch 100 kleine gleichzeitig.

Aber ich kann halt beides.

Wenn ich jetzt 100 verteilte hätte, kann ich die nicht zusammenschalten.

Das geht halt nicht.

Und auch die Beziehungskosten werden halt niedriger, weil ich jetzt nicht 100 kleine Mannschaften an jeder Uni brauche, die sich um Kühlung und sonst was kümmern, sondern nur eine etwas größere Mannschaft, die sie aber halt dann macht.

Und deswegen wird es dann auch wieder effektiver.

Der Zugang zum Rechner passiert, also macht eigentlich jeder übers Internet.

Es ist nicht so, dass die Leute jetzt wie bei der Astronomie zu dem Fernglas da hinfahren müssen und dann durchgucken müssen, sondern die sitzen zu Hause im Büro und sich über das Internet an unseren Rechner einwählen und da die Programmentwicklung machen und das stattdessen.

Das geht halt wunderbar.

Wir geben auch Führungen und die Leute können in die Rechnerhalle gucken.

Aber es gibt eigentlich keinen Grund dafür.

Das könnte im schwarzen Keller stehen.

Man muss die nicht sehen oder so.

Einfach nur, weil die Leute erzählen wollen, für was ihr Geld ausgegeben wird.

Das ist manchmal ganz nett, wenn man sieht, wie groß das ist.

Aber dann ist es noch ein bisschen, die Leute sagen, wenn das so groß ist, dann muss das viel Geld kosten.

Aber es ist erstaunlich langweilig.

Es sind einfach große Metallschränke, die meistens dann auch wegen Kühlung verkleidet sind.

Das heißt, man sieht keine Kabel und sonst was.

Es sind einfach nur schwarze, blanke Schränke.

Man hat keine Lämpchen, die da rumblinken wie früher, weil die kosten ja nur wieder Strom.

Es sind einfach nur große, schwarze Schränke, die in der Halle rumstehen.

Und das ist es.

Es flog vor ein paar Monaten mal durchs Internet ein Foto von einem Rechenzentrum, ich glaube, es war von Google.

Könnten die im Prinzip dasselbe machen wie Sie hier?

Oder sind das andere Rechen oder andere Rechner?

Die machen dasselbe.

Das heißt, die tun auch möglichst viel.

Prozessoren im kleinen Raum zusammenbringen, die auch wieder möglichst wenig Strom brauchen.

Sie haben ein bisschen weniger, witzigerweise, wenn man denkt, da muss das ganze Internet dahin geschickt werden, die wir arbeiten, aber witzigerweise sind die Netzwerkansprüche geringer als bei uns.

Bei uns sind die Millionen alle miteinander Rechner und alle gleichzeitig.

Und hier sind einfach nur die einzelnen Anfragen, die dann rein und raus gehen.

Das heißt, sie haben mehr Netzwerkkapazität, um ins Zentrum und aus dem Zentrum rauszukommen.

Aber der eigentliche Rechner selber ist, also sind die Netzwerke meistens nicht ganz so leistungsfähig wie unsere.

Dafür sind ihre, also ich glaube, die haben wahrscheinlich, die geben keine Zahlen raus, aber man kann es auch so überschlagen.

Und wir wissen, dass zum Beispiel so ein Google-Rechenzentrum, das auch sehr energieeffizient ist, so um die 30 bis 60 Megawatt, so dass sie in diesem Bereich sind.

Das heißt, die brauchen, wenn wir sechs haben, brauchen die, sagen wir mal, fünfmal, achtmal, zehnmal mehr Strom wie wir.

Also wird der Rechner auch fünf bis achtmal größer sein.

Das heißt, die haben dann, wenn wir zwei Millionen haben, die sind dann bestimmt 18, 20 Millionen geschätzt.

Nur die Google-Leute wissen das oder Amazon oder Facebook.

Aber die Rechner sind noch ein bisschen größer.

Würden Sie da gerne mal dran rumspielen?

Lässt man Sie das tun?

Nein.

Auch nicht unter der Hand?

Nein.

Wir laden immer Google-Leute ein und erzählen ein bisschen auch, weil das grundsätzliche Problem, energieeffizient, wie durch so ein System monitoren und am Laufen halten, das sind die gleichen.

Dann tauscht man sich aus.

Kommen die zu Ihrer Konferenz?

Ja.

Und was wir halt noch mal machen möchten, also wir möchten mal gucken, wie

leistungstärker ist der Rechner.

Gut, die haben jetzt mehr Prozessoren, aber das Netzwerk ist nicht so leistungsfähig.

Das heißt, das wird nicht, also wenn die jetzt fünfmal mehr Prozessoren haben, heißt das nicht, dass der Rechner fünfmal leistungstärker ist.

Aber es könnte schon sein, dass der zwei- oder dreimal leistungstärker ist.

Und wir gehen natürlich gerne rum und sagen, wir sind das zehnstärkste Rechenzentrum der Welt, ist natürlich jetzt immer HPC.

Das heißt, wenn die Google-Leute uns mal lassen würden, das mal auszumessen, was natürlich... Das könnte eine Demütigung werden.

Ja, man kann nur schätzen.

Aber ich denke, die hätten wahrscheinlich das leistungstärkere Rechner als wir.

Der Witz ist aber, man muss es ja irgendwie messen.

Das heißt, es gibt da so ein Standard-Benchmark, das heißt, ein spezielles Programm, das man laufen lässt, das eine ganz spezielle Lösung von einem Problem löst.

Und das lässt dann jeder laufen und guckt, wie schnell kann ich das machen mit meinem Rechner.

Und dann kriegt man eben raus so und so viele Operationen pro Sekunde, nicht jetzt theoretisch, sondern mit diesem ganz speziellen Programm.

Und jeder benutzt das gleiche, das ist das berühmte LINPACK-Programm.

Und dann wird dann jeder, wenn er einen neuen Rechner hat, das LINPACK-Programm laufen, kriegt diese Zahl raus und dann wird alle halbe Jahre so eine Liste.

Das ist die berühmte Top-500-Liste, also wenigstens in unserem Bereich.

Und dann kann man halt sagen, in der Top-500-Liste derzeitige Ausgabe sind wir Platz Nummer 9.

Also wir sind halt, in Jülich haben wir den neunstärksten Rechner von dieser Liste und es gibt wahrscheinlich ein paar geheime Regierungsrechner oder so, aber in den Bekannten sind wir halt da drin.

Den aber laufen zu lassen auf der großen Ebene, heißt das typischerweise, das läuft da einen Tag oder eineinhalb.

Da muss man das ein paar Mal probieren, da muss man gucken, dass es auch optimal läuft.

Das heißt, um rauszufinden, wie stark, wenn man es wirklich ernst nimmt, dieser Google-Rechner wäre, müsste man den Rechenzentrum mal für fünf Tage lahmlegen.

Und da sagen die, ja, bloß um rauszufinden, dass wir zweimal so schnell sind wie ihr, tun wir nicht das Geschäft von fünf Tagen lahmlegen.

Ja, das ist, was ja da in den Jahren...

Deren Rechenzentren wahrscheinlich auch redundant zueinander sind.

Ja, aber gut, die sind auch ausgelastet, sonst würden sie es nicht haben.

Und wenn man sieht, wie viel Umsatz die mit Werbung und sonst was machen, da fällt also fünf Tage Ausfall schon dann...

Aber ich kann mir nicht vorstellen, dass die nicht wissen, wie schnell ihre Maschinen sind.

Man kann das eben sagen, okay, was kann der Rechner potenziell machen?

Das können wir auch.

Man kann wissen praktisch, der Rechner, das ist ein Projekt von Intel, die in die Version kann, pro Sekunde.

Wenn man das jetzt schaffen würde, genügend Daten reinzuschaffen, und die haben nichts miteinander zu tun, kann der so und so viel ausrechnen.

Das kann man immer.

Aber es ist sehr schwierig, dann zu gucken, wie fast ist die richtige Rechenleistung für richtige Probleme.

Und die ist eigentlich ein ganzes Stück geringer.

Also heutzutage schaffen wir nur im Normalfall 10 bis 15 Prozent der Rechenleistung abzurufen, was der Rechner könnte.

Das Problem ist, weil sie ja nicht nur rechnen, sondern auch die Daten lesen müssen, austauschen und so weiter.

Und das geht ihnen ja alles dann von der Rechenleistung ab.

Weil während ich ja irgendwann Daten lade, kann ich ja in dem Moment nicht rechnen.

Das Rechenwerk ist ja mit etwas anders beschäftigt.

Wir müssen uns schneller laden lernen.

Ja, oder das gleichzeitig machen und so weiter.

Das macht man auch teilweise, aber es geht halt nur so und so weiter.

Warum sagt Google nicht oder Amazon oder wer auch immer, was sie für Maschinen da stehen haben?

Was haben die für ein Problem damit?

Man möchte natürlich nicht seine Konkurrenz machen, wie viel Macht man hat oder wie viel Power.

Genau wie die geheime Regierungsoperation nicht sagt, wie groß ist der Rechner, der die Internet-Sachen beschnüffelt.

Weil dann könnte ja jemand ausrechnen, was die machen könnten mit der Leistung.

Verstehe, und man wüsste wie Gegenmaßnahmen, beziehungsweise wie mit dem Markt aufräumen.

Ja, und da ist es genauso.

Und wir wissen ja, wie viel kann Google und wie viel nicht.

Wie können die speichern, wo ist die Grenze?

Und das dürfen die Konkurrenten ja nicht wissen.

Wie gesagt, man kriegt das indirekt raus.

Es gibt so ein paar Zahlen, man weiß, wie viel so ein Rechenzentrum Strom

braucht und so weiter.

Aber zum Beispiel auch, man weiß ja, wie die NSA da den neuen Rechner gekriegt hat vor einem Jahr oder so.

Das Rechenzentrum hatte auch 60 oder 80 Megawatt.

Das ist schon mal eine Anzeige.

Wenn es um die nationale Sicherheit geht, dann legt man auch mal ein bisschen mehr Stromgeld hin, als jetzt für die Wissenschaft, die halt die ganze Gesellschaft voranbringen würde.

Aber das ist halt dann halt nur acht oder zehn oder 20 Millionen wert.

Woran rechnen Sie aktuell?

Ja, das ist, wie gesagt, breit gefächert.

Wir haben eben 150 Benutzergruppen.

Und das ist wirklich alles von Wetter, Klima, Biologie, Medizin, Physik, Chemie, Medizin, Schadstoffausbreitung im Boden.

Es ist also sehr, sehr weit gefächert.

Wir machen eigentlich fast alles.

Und was ist das Spannendste?

Geschmacksurteil, ich weiß.

Was finden Sie am Spannendsten?

Wovon glauben Sie, dass ich es am Spannendsten finde?

Welche Ihrer Kunden mögen Sie am liebsten?

Wir mögen alle genau so.

Ich ziehe meine Frage zurück.

Es gibt viele faszinierende Sachen.

Und mich erstaunt eigentlich immer wieder, also klar, vor langer Zeit war das natürlich sehr viel physikalische und chemische Grundlagen oder Materialien und so weiter.

Und was natürlich jetzt sehr spannend wird, ist diese, was auch ein bisschen leichter dann der Gesellschaft zu verkaufen ist, ist die Anwendungen in Lebenswissenschaften.

Biologie, Medizin und so weiter.

Da kommt dieses berühmte Human Brain Projekt zum Tragen, wo Jülich hier den Rechner für das Human Brain Projekt dann besser bauen soll und planen soll und so weiter.

Und das ist natürlich faszinierend.

Ich kann dann so eine Maschine nutzen, um mein Gehirn zu verstehen.

Wobei natürlich die alte psychologische Frage aufkommt, kann der Mensch eigentlich so weit sich selbst verstehen, dass er sich selbst versteht?

Ja, so ist es.

Und das ist natürlich schon sehr faszinierend, in dem Bereich da mitzuarbeiten.

Wir wissen, dass wir also um wenigstens die einfachste Simulation von einem menschlichen Gehirn zu machen, dass wir einen Rechner brauchen in diesem Extrascale-Bereich.

Deswegen wird das Human Brain Projekt auch noch mindestens ein paar Jahre dauern, weil die jetzt schon abschätzen können, wir können Mausgehirn inzwischen simulieren.

Das braucht so und so viel.

Um das Gesamtgehirn bräuchten wir einen Rechner, der nochmal eben Faktor 100 größer ist als jetzt oder Faktor 50.

Und entsprechend Strom verbraucht.

Ja, hoffentlich nicht.

Aber das wird natürlich dann schon interessant, weil ein Rechner bildet ja die Wirklichkeit nach.

Das heißt, ich mache gewisse Vereinfachungen, baue mir ein Modell zusammen, das in ein Programm umsetzen, lasse das laufen und das spielt im Prinzip der Wirklichkeit nach.

Das Wetter wird nachgespielt auf vereinfachter Form und ich kann gewisse Sachen auslesen.

Wenn ich jetzt was habe, und das ist das Interessante an dem Projekt, wenn ich jetzt was habe, was das Denken und das Gehirn simulieren kann und mir Ergebnisse liefert, die sagen, okay, ob ich das jetzt in gewisse Signale in ein richtiges Gehirn gebe und es passiert gewisse Entscheidungen und so weiter.

Und ich kann das jetzt auf dem Rechner nachbauen.

Dann könnte ich ja, ich mache jetzt komplett weitergesponnen, die Maschine ja dann zum Denken nutzen.

Das heißt, sie würde nicht nur das Gehirn simulieren, sondern wird ein Gehirn sein.

Und da gibt es ja die alte Frage, geht das überhaupt?

Vor allem bräuchten Sie hier ein neues Ethik-Institut.

Es ist vielleicht interessant zu erfahren, dass auch das in diesem Human Brain Projekt, das ist ja ein Riesenprojekt, es auch eine Fachgruppe gibt, Ethik, die von Anfang an das Projekt begleitet und dann halt auch guckt, tun sich alle Leute, die da mitarbeiten, mit den ethischen Fragen beschaffen.

Also ich muss mir auch dann fragen, wenn ich jetzt als Computermensch so was ermögliche, das hat ja Auswirkungen auf den Menschen und so weiter.

Oder wenn wir dann halt mal dann sagen können, okay, du wirst in fünf Jahren das und das Gehirnproblem haben.

Das hat ja alle furchtbar schlimme ethische Auswirkungen.

Und wenn ich da mithelfe, also muss ich über solche Sachen nachdenken.

Das finde ich auch wichtig, dass solche Sachen es.

Aber das kann man sich doch vorstellen, das ist natürlich sehr witzig, wenn wir dann unser jährliches Treffen haben, wo dann alle, das sind auch so 600, 700 Leute, die an dem Human Brain Project da mitarbeiten, zusammenkommen, einmal im Jahr für ein paar Tage.

Und dann ist dann eben der Hardware-Techniker mit dem Programmierer, mit

einem Mediziner, Ethikleuten, und die versuchen an einem Problem zu arbeiten und sich allein zu verstehen, was der andere überhaupt macht und so weiter.

Das ist also sehr faszinierend.

Was ist Ihr Anteil an diesem Human Brain Project?

Ja, also ich bin der Fachmann für Programmoptimierung.

Das heißt, wir optimieren derzeit die Gehirnsimulationssoftware, die teilweise hier in Jülich in der Medizin, aber auch am EPFL in Lausanne entwickelt wird.

Die hat zum Beispiel jetzt schon ein Maus-Gehirn simulieren.

Und die müssen entsprechend leistungsfähiger werden, damit das eben halt fürs Gehirn, oder gucken wir, wo dann habt es an denen eine Simulation, wie können wir die verbessern und so weiter.

Wir hatten also erst im Januar die Leute aus der Schweiz hier, und dann haben wir geschafft zum ersten Mal, dass ihr Hirn-Simulationsprogramm auf unserer kompletten Maschine läuft, also mit 1,8 Millionen Cores.

Sind die Ihnen dann dankbar, dass Sie deren Code glätten, sag ich mal, oder ärgern die sich eher?

Wir sagen ja nur, was derzeit nicht geht und wo Optimierungsbedarf ist.

Das heißt, ich bin eigentlich nur so der Hüte, da heißt aber was falsch.

Aber wie Sie das dann jetzt verbessern können, das müssen die dann selber herausfinden.

Weil das natürlich jetzt wieder problemabhängig ist, und kann ich das jetzt so machen oder anders machen, das wissen nur die.

Aber allein, wie gesagt, in diesem riesen Wust, ich meine, es hilft ja einem schon zu helfen, zu sagen, ja hier ist ein Fehler, guck da mal rein.

Das musst du ändern.

Diese anderen 100 Sachen sind prima, da brauchst du nichts zu verändern.

Das hilft ja schon mal.

Also meistens sind die Leute schon dankbar.

Wir haben ein paar Fälle, wo wir nicht öffentlich drüber reden dürfen, weil ich will natürlich dann auch eine wissenschaftliche Eröffnung machen.

Unsere Methoden haben toll gearbeitet, wir haben das herausgefunden.

Aber dann sagen die, ja, da käme dann aber raus, dass wir ja da ein schlechtes Programm hätten.

Und dann wollen die Leute eigentlich nicht, dass sie dabei Namen genannt werden.

Das kommt immer wieder mal vor.

Aber meistens eigentlich nicht.

Es ist ja oft eine Wissenschaft, und man will ja auch sich austauschen und dass andere Leute davon lernen.

Das heißt, die sagen natürlich, okay, wir haben unser Programm verbessert, und dann tun die in Zusammenarbeit mit uns eine Veröffentlichung machen, wo dann beschrieben wird, welche Sachen wir wie verbessert haben.

Und damit andere Leute das dann auch für sich anwenden können.

Das ist Wissenschaft, dass man austauscht und voneinander lernt.

Sie klingen so, als gäbe es in Ihrer Arbeit keine Rückschläge.

Kann das sein?

In welcher Form?

Es gibt natürlich immer Sachen, wo man sagt...

Zwei Jahre Arbeit für die Katz, Himmel nein!

Also es gibt immer wieder, wo wir dann natürlich, wir wollen da jemandem helfen, und es klappt nicht.

Die Rechner, an denen wir arbeiten, sind alles Einzelstücke.

Das heißt, es ist nicht so, dass wir sagen können, okay, was bei uns funktioniert, und jetzt fahre ich zu einem Kollegen nach Japan, das funktioniert da genauso toll.

Und dann eben jedes Software ist anders.

Der Rechner wird auch in Betracht gezogen, aber eigentlich gucken wir das Programm an.

Und da gibt es ja endlose Möglichkeiten, was zu machen.

Und wir müssen mit jedem Programm mehr oder weniger zurechtkommen.

Und an manchen Stellen, da probieren wir es halt, und dann suchen wir unsere Analyse-Software an, stecken und loslachen, und dann gibt es halt Fehler.

Das geht nicht.

Und manchmal sagen wir, okay, wir wissen auch nicht, wie wir jetzt drum herum arbeiten können.

Wir versuchen natürlich immer, weil wir lernen ja jedes Mal auch was daraus, wenn wir es jetzt wieder schaffen, das zu machen, dann können wir wieder zehn neue Kunden bearbeiten, und wir helfen.

Aber gut, es gibt schon so Sachen, da laufen wir immer wieder an der Wand, da kommen wir einfach nicht weiter.

Und wir haben halt das grundsätzliche Problem, dass ...

Wir bräuchten eigentlich jetzt nochmal einen doppelt so großen Rechner, um den Rechner zu machen, aber wir sind halt dann auch beschränkt.

Die Leute laufen schon auf dem größten Rechner, das heißt, wir können also maximal den nutzen, und wir haben dann halt noch zig tolle Ideen, was man machen könnte, wenn wir denn noch mehr Rechenpower hätten oder noch mehr Speicher.

Also meistens ist es ein Speicherproblem, man hat nicht genügend Daten.

Man muss ja auch das dann alles sich merken, was da abläuft im Programm, den muss ich irgendwo hinschreiben.

Weil das ja zur gleichen Zeit passiert, wo das eigentlich Programm läuft, fehlt das dann dem normalen Programm für seine Berechnungen, und irgendwann geht es dann nicht mehr.

Also es geht nie richtig schief, aber es ist auch nie hundertprozentig toll.

Ja, aber man muss das immer so sehen, es ist jedes Mal eine neue Herausforderung.

Also es ist nie so, dass man sagt, okay, das ist jetzt wie so ein "Ich geh zum Schuster, bestell das, nächster hol ich das ab", sondern wir fangen jedes Mal von vorne an.

Und es gibt wieder, man denkt, jetzt hat man alle Probleme, dann kommt der nächste her, und dann, naja, das gibt es ja auch noch.

Und es wird nie langweilig, was toll ist.

Und ich weiß auch gar nicht, was das für ein Problem ist.

Ich weiß auch ganz genau, was sich eben die Rechner weiterentwickeln, die Programmierung weiterentwickelt, was die Leute machen.

Ich habe praktisch einen krisensicheren Job.

Also ich weiß genau, bis ich pensioniert werde, da mache ich immer noch das Allergleiche, und das wird nicht langweilig werden, und ich werde noch genauso, also es wird immer gefordert sein.

Weil es eben eher teurer wird und nicht.

Und der Druck zu sparen und billiger wird immer größer.

Das heißt, immer mehr Leute kommen zu uns und fragen nach Hilfe.

Wenn Sie abends nach Hause kommen, haben Sie da noch Spaß an Computern?

Oder machen Sie was ganz anderes?

Laubsäge arbeiten?

Das Problem ist, das haben aber, glaube ich, viele Leute, die mehr nicht mit den Händen arbeiten, sondern mit dem Kopf, ist, heimzugehen und nicht mehr darüber nachzudenken.

Das geht nicht.

Ja, und es ist ja nicht so, dass ich das, ich glaube, man merkt das, ich mache das gerne.

Das ist faszinierend.

Aber es ist ein Spaß.

Und jetzt soll ich heimgehen und den Müll raustragen oder meiner Frau beim Abwasch helfen.

Und da war da dieses Menschheitsproblem, das gelöst werden muss.

Und das ist manchmal wirklich schwierig.

Man ist manchmal einfach, wenn man den ganzen Tag Meetings hatte, und man ist manchmal erschöpft, und man ist manchmal froh, einfach mal zu Hause zu machen.

Und da wirklich vom Rechner zu lassen, das ist schwierig.

Ich sitze dann zu Hause abends vom Fernsehen, Tablet auf dem Schoß, und mal gucken, hat das irgend...

Weil wenn ich ja Fernsehen gucke, da sind meine Kollegen in den USA wach.

Und das ist halt durch die Internationalität.

Das heißt, irgendeiner ist immer aktiv.

Und dann kann man ja schnell noch diese E-Mail bearbeiten.

Und das ist wirklich manchmal, ich glaube, es ist so ein...

Man muss sich selber zwingen da einfach mal.

Weil irgendwann bricht man halt mal zusammen.

Es geht halt nicht.

Man kann ja nicht 18 Stunden am Tag arbeiten.

Das geht nicht.

Schafft nicht jeder.

Oder wenigstens nicht die ganze Zeit.

Gibt es was, angenommen, irgendwer würde jetzt sagen, so, hier haben Sie mal einen Tag Rechenzeit auf der Maschine.

Machen Sie mal.

Gibt es irgendwas, was Sie gerne mal mit dem Ding spielen würden, was Sie aber garantiert nicht können?

Ja, eigentlich nicht.

Nee, also...

Der Witz ist ja...

Ich bin ja nicht die von den Leuten, die jetzt etwas gesellschaftlich Relevantes rechnen.

Ich bin ja nicht jetzt der Chemiker oder Physiker.

Man könnte ja sagen, dass Sie trotzdem irgendwelche Flausen im Kopf haben, für die man einen Supercomputer braucht.

Nee, nee, nee.

Also wir müssen natürlich unsere Sachen auch testen und ausprobieren.

Aber das ist genauso ein Entwicklungsprojekt jetzt wie die anderen.

Und wir müssen genau wie alle anderen, tun wir auch einen Antrag stellen über Rechenzeit, der dann von dieser Kommission begutachtet wird.

Und wir haben dann auch so und so viele Millionen Stunden und können dann halt auch den Rechner mal, wenn wir wollen, dann wirklich mal nutzen.

Deswegen gibt es eigentlich nicht so, wenn ich doch endlich mal jetzt den Rechner habe, ist eigentlich nicht so.

Und wie gesagt, weil viele Leute eigentlich, die sind ja froh, dass wir denen helfen.

Und es ist sogar so, dass wir nicht nur Rechenzeit hier haben, sondern wir kriegen meistens auch, auf den größten Rechnern in Japan, in den USA, auf die nicht geheimen, haben wir eigentlich überall Zugang.

Weil wir den Rechenleuten helfen wollen.

Das heißt, damit wir das schnell machen können, dass wir halt mit unserer Software auch schnell dahin können, haben wir meistens schon dann übers Netz

Zugang an diesen ganzen Rechnern.

Und also mein Team arbeitet dann immer, heute Morgen mal in Japan, morgen mal in den USA und so weiter.

Und muss halt auch entsprechend rumreisen, was auch sehr beliebt in meinem Team ist.

Man kommt halt schon ein bisschen rum.

Bernd Mohr, vielen Dank.

[Musik]