

Alles über CPUs

Was sind heterogene Multicore-CPU's? Was bedeuten Hyper- und Multi-Threading? Wie funktionieren Tri-Gate-Transistoren? Hier sind die Antworten.

Dieser Artikel erklärt, wie Prozessoren funktionieren, und was es mit neuen Prozesstechniken wie APU, Core Parking, Multi-Threading, GPU und Tri Gate auf sich hat.

Die Tabelle "Marktübersicht: Aktuelle CPUs für Desktop-Rechner" auf Seite 48 stellt die aktuellen Prozesstechnologien von AMD und Intel gegenüber. Der Kasten "Multicore-CPU's: Vier Kerne genügen" auf Seite 43 zeigt die Leistungsstärke von Vierkernprozessoren.

Was ist eine CPU?

Die Abkürzung CPU steht für Central Processing Unit, auf Deutsch Hauptprozessor. Der Hauptprozessor ist zentraler Bestandteil eines PCs. Er führt das Betriebssystem und alle Programme aus (Bild A).

Wie funktioniert ein Prozessor?

Ein Prozessor ist ein Befehlsempfänger. Er ist mit einer festgelegten Auswahl an Befehlen



CPU: Die Abkürzung steht für Central Processing Unit, auf Deutsch Hauptprozessor (Bild A)

vertraut. Diese Auswahl heisst Befehlssatz. Das Betriebssystem und die Programme greifen auf den Befehlssatz zurück, um den Prozessor zu steuern. Falls der Prozessor etwa zwei Zahlen addieren soll, dann muss ein Programm dem Prozessor den Befehl zur Addition erteilen.

Ist der Befehlssatz immer gleich?

Nein, der Befehlssatz hängt vom Prozesstyp ab. Prozessoren kennen in der Regel nicht nur einen, sondern mehrere Befehlssätze. Jede

neue Prozesstechnologien bringt meist auch neue Befehlssätze mit.

Verbreitete Befehlssätze sind zum Beispiel MMX, SSE oder 3DNow. 64-Bit-Prozessoren haben zudem einen auf 64 Bit ausgerichteten Befehlssatz.

Wie ist ein Prozessor aufgebaut?

Die wichtigsten Teile des Prozessors sind das Rechenwerk, das Steuerwerk und die Register. Sie bilden den Kern des Prozessors und sind auf dem Die untergebracht (Bild B). Das englische Wort Die wird "dai" ausgesprochen und bedeutet Würfel, passender ist aber Plättchen. Die bezeichnet in der Elektrotechnik den aus Silizium bestehenden Chip, auf dem sich die Schaltkreise des Prozessors befinden.

Das Steuerwerk übernimmt die Planung und Verteilung der anstehenden Aufgaben. Das Rechenwerk kümmert sich um die befohlenen Berechnungen. Die Register sind kleine Speichereinheiten, in denen die für die Berechnung benötigten Werte abgelegt sind. Aufgrund der Nähe zum Rechenwerk kann der Prozessor die Werte aus den Registern nahezu ohne Verzögerung lesen und schreiben.

Und wie verarbeitet er einen Befehl?

Wenn ein Programm dem Prozessor beispielsweise den Befehl erteilt, die Zahlen 5 und 3 zu addieren, dann werden der Befehl und die beiden Zahlen zunächst auf einem Ablagestapel im Arbeitsspeicher geparkt.

Das Steuerwerk nimmt die Arbeit auf und greift sich den ältesten Befehl des Ablagestapels. Die beiden für die Addition notwendigen Zahlen 5 und 3 überträgt das Steuerwerk nun ins Register des Prozessors. Anschliessend instruiert das Steuerwerk das Rechenwerk, dass es den Befehl zur Addition ausführen und die dafür im Register abgelegten Werte verwenden soll.

Die Summe der Addition wird ebenfalls im Register gespeichert. Das Steuerwerk überträgt dieses Ergebnis vom Register in den Arbeitsspeicher. Das Programm kann das Ergebnis dann weiterverwenden.

All das erfolgt im nicht wahrnehmbaren Bruchteil einer Sekunde.

Was ist eine Multicore-CPU?

Ein einfacher Prozessor hat nur einen Prozessorkern, bestehend aus Rechenwerk,



Die: Das silberne glänzende Rechteck in der Mitte ist der Die. Er besteht aus Silizium. Auf dem Die ist der Prozessorkern untergebracht (Bild B)

Steuerwerk und Register. Ein Multicore-Prozessor hat zwei, drei, vier oder mehr Prozessorkerne (Bild C). Rechenwerk, Steuerwerk und Register sind also mehrfach vorhanden. So kann ein Multicore-Prozessor mehrere Befehle simultan abarbeiten.

Ein Quad-Core-Prozessor beispielsweise ist in der Lage, vier Additionen gleichzeitig zu lösen. Ein Prozessor mit nur einem Kern und gleicher Taktfrequenz braucht dafür etwa viermal so lange, da er die vier Additionen nacheinander abarbeitet.

Je mehr Kerne, desto schneller also der Prozessor?

Nein. Wie schnell ein PC mit Multicore-Prozessor ist, hängt von vielen Faktoren ab. Dazu zählen die Taktfrequenz der einzelnen Kerne, die Taktfrequenz des Arbeitsspeichers, die Art der ausgeführten Anwendung und auch, ob die Anwendung Multi-Threading beherrscht.

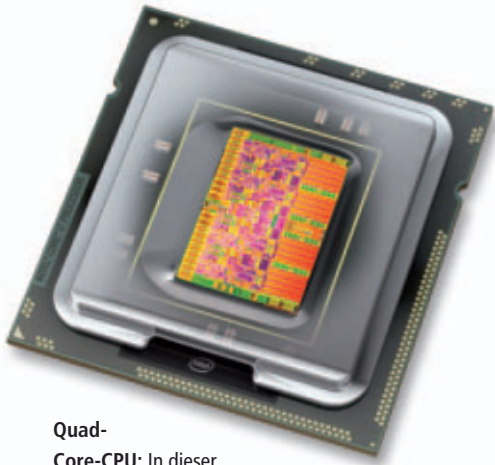
Was ist Multi-Threading?

Programme sind intern so strukturiert, dass sie alle Aufgaben immer in der gleichen Reihen-

Inhalt

Alles über CPUs

■ 17 Fragen und Antworten	S. 46
Multicore-CPU's: Vier Kerne genügen	S. 47
Marktübersicht:	
Aktuelle CPUs für Desktop-Rechner	S. 48



Quad-Core-CPU: In dieser Fotomontage sind die vier Prozessorkerne violett eingefärbt (Bild C)

folge abarbeiten – Schritt für Schritt. Sie folgen quasi einem roten Faden, den die Programmierer festgelegt haben. Das Problem: Der Faden lässt sich nur an einem Ende aufnehmen und bis zum anderen Ende durcharbeiten. Er lässt sich also nur von einem einzigen Prozessorkern bearbeiten. Eventuell weitere vorhandene Prozessorkerne wären dann untätig und der Vorteil eines Multicore-Prozessors damit also hinfällig.

Die Lösung lautet Multi-Threading, was so viel bedeutet wie mehrfädig. Die Programmierer teilen also alle Programmschritte so auf, dass sich mehrere rote Fäden ergeben. Jeder verfügbare Prozessorkern kann dann jeweils einen Faden aufnehmen und abarbeiten. Im Idealfall sind so alle Prozessorkerne gleichmäßig ausgelastet. In einer Multicore-Umgebung arbeitet also ein für Multicore-Systeme

optimiertes Programm schneller. Ein nicht optimiertes Programm profitiert hingegen nicht.

Hat Hyper-Threading etwas mit Multi-Threading zu tun?

Nein. Hyper-Threading kommt nur in CPUs von Intel zum Einsatz, etwa der Pentium-4-, Atom- oder Core-i-Serie. Sowohl Single- als auch Multicore-CPU beherrschen Hyper-Threading.

Hyper-Threading nutzt den Prozessor besser aus: Es verwendet Pausen, die bei der Abarbeitung eines Fadens entstehen, und zieht kurzzeitig einen anderen Faden vor. Ein Programm, das für Hyper-Threading optimiert ist, arbeitet bis zu 30 Prozent schneller.

Was passiert, wenn ein Kern gerade nichts zu tun hat?

Je mehr Kerne ein Prozessor hat, desto häufiger bleiben manche Kerne untätig. Denn nicht alle Programme sind konsequent auf Multi-Threading ausgerichtet. Ein untätiger Prozessorkern muss aber mit Strom versorgt werden und produziert weiterhin Abwärme. Das ist ineffektiv.

Durch Core Parking kann das Betriebssystem nicht benötigte Prozessorkerne abschalten. Der Akku eines Notebooks hält dann länger und das System bleibt kühler und leiser, da die Lüfter nicht so schnell drehen. Die dann zur Verfügung stehenden Ressourcen nutzen Intel und AMD für ihren Turbo-Modus.

Was ist der Turbo-Modus?

Intels Turbo Boost und AMDs Turbo Core bauen auf dem Core Parking auf. Wenn einer oder

mehrere Kerne abgeschaltet sind, dann sind Ressourcen frei. Diese freien Ressourcen verwenden die Prozessoren von Intel und AMD dazu, um die aktiven Prozessorkerne zu beschleunigen. Dazu wird die Taktfrequenz der noch aktiven Prozessorkerne erhöht. Dieser Übertaktung sind aber enge Grenzen gesetzt. Ein übertakteter Prozessorkern erzeugt nämlich deutlich mehr Abwärme.

Nur neuere Prozessoren beherrschen Turbo Boost, etwa CPUs der Core-i5- und Core-i7-Serien. Core-2-Duo- oder Core-2-Quad-Prozessoren unterstützen noch kein Turbo Boost. Prozessoren von AMD, deren Bezeichnungen am Ende ein "T" enthalten, können Turbo Core, etwa der Phenom II X6 1055T. Noch im Sommer 2011 sollen auch Fusion-Prozessoren mit Turbo-Core-Technik auf den Markt kommen.

Was ist ein Fusion-Prozessor?

Unter der Bezeichnung Fusion verkauft AMD eine spezielle Art von Multicore-Prozessoren. Diese Prozessoren sind heterogen aufgebaut. Das bedeutet, dass nicht alle Kerne des Prozessors baugleich sind. Zu den klassischen CPU-Kernen gesellen sich Kerne, die für die Berechnung von Grafik optimiert sind, also Graphics Processing Units oder kurz GPUs. AMD nennt diese heterogenen Multicore-Pro-



Multi-Chip-Prozessor: Hier sind ein Prozessor-Chip und ein Grafik-Chip zu einem einzigen Modul verschmolzen (Bild E)

zessoren schlicht APUs. APU steht für Accelerated Processing Unit, auf Deutsch beschleunigte Verarbeitungseinheit.

Was ist ein heterogener Multicore-Prozessor?

Es handelt sich dabei um einen Multicore-Prozessor, der zusätzlich zu den normalen Kernen einen GPU-Kern enthält. Alle Kerne sitzen auf dem gleichen Die und bilden damit einen einzigen Prozessor. Das macht eine Grafikkarte überflüssig, weil diese bereits im Hauptprozessor integriert ist.

APUs wie AMDs Fusion eignen sich für Desktop-Rechner, Notebooks und Tablet-PCs. Auch in Fernsehgeräten oder Mediaplayern könnten sie Anwendung finden. Trotz der Integration eines GPU-Kerns sind einige Fusion-Prozessoren kaum grösser als ein Fünfrappenstück. Durch die Nähe des GPU-Kerns zu ►

Multicore-CPU: Vier Kerne genügen

Es gibt Multicore-Prozessoren mit zwei, drei, vier und sechs Kernen. Zudem sind CPUs mit integrierter Grafik erhältlich.

Mehr Kerne bedeuten nicht, dass eine CPU automatisch schneller ist. Die Anzahl der Kerne und deren Taktung geben ausschliesslich an, wie viel Potenzial in einem Prozessor steckt. Nur selten werden solche Prozessoren aber an ihre Leistungsgrenzen getrieben. Das ist ungefähr so wie bei einem Formel-1-Rennwagen: Wenn man mal eben zum Laden um die Ecke fährt, geht das nicht mit 352 km/h.

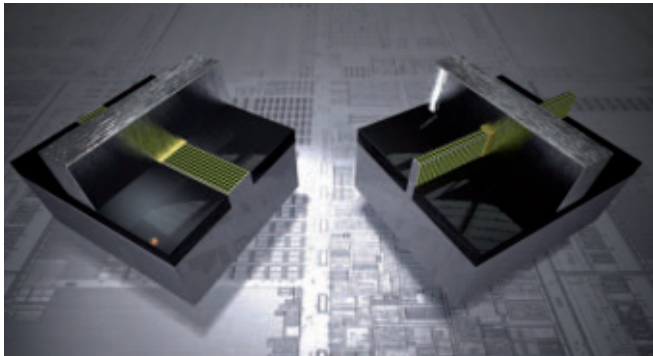
Auch die beiden grossen Hersteller Intel und AMD haben diese Problematik erkannt. Dank Core Parking lassen sich nicht benötigte CPU-Kerne abschalten. Die noch aktiven Kerne lassen sich dann nämlich per Turbo Boost und Turbo Core übertakten.

Wer seinen PC also nur zum Surfen, für Office-Arbeiten, Bildretusche oder gelegentlichen Videoschnitt verwendet, ist mit einem Quad-Core-Prozessor bereits sehr gut versorgt. Und es bleiben noch Reserven, falls mal anspruchsvollere Aufgaben bewältigt werden müssen.



AMD A6-3650: Vier Kerne und eine Grafikkarte bieten genügend Leistung für fast alle Einsatzzwecke (Bild D)

Wer zudem keine PC-Spiele nutzt, greift am besten gleich zu einem Fusion-Prozessor von AMD, beispielsweise dem AMD A6-3650 (Bild D). Dank des im AMD-Prozessor integrierten GPU-Kerns – das ist der Prozessor einer Grafikkarte – spart man sich somit auch noch eine zusätzliche Grafikkarte.



Tri Gate: Links ist ein flach aufgebracht Transistor zu sehen, rechts ein hochkant gestellter Tri-Gate-Transistor (Bild G)

den CPU-Kernen entfällt auch der Kommunikationsweg über das Mainboard. Das führt wiederum zu einer höheren Performance.

AMD schliesst nicht aus, dass künftig noch andere als nur auf Grafik spezialisierte Kerne in einen Multicore-Prozessor integriert werden. Diese könnten sich etwa der Tondekodierung oder Datenverschlüsselung annehmen.

Bietet Intel auch heterogene Multicore-Prozessoren an?

Auch Intel bietet Prozessoren an, in die neben CPU-Kernen auch GPU-Kerne integriert sind.

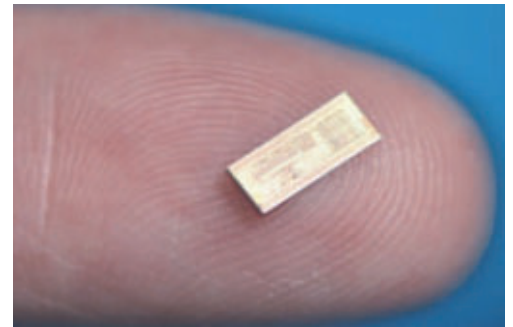
Dazu zählen der Intel Atom N450 und die Prozessoren auf Basis von Intels Sandy Bridge. Anders als der Chiphersteller AMD verwendet Intel dafür aber nicht die Bezeichnung APU.

Intel bietet zwar schon länger Multicore-Prozessoren mit integrierter Grafik an. Dabei handelt es sich aber um Multi-Chip-Systeme. Diese Systeme enthalten zwei Dies: Auf dem einen Die sitzen die Prozessorkerne und auf dem anderen Die sitzt

der Grafikkern (Bild E).

Für Nutzer aktueller 3D-Spiele eignen sich Multicore-Prozessoren mit integrierter Grafik nicht. Die Leistung von integrierten Grafikkernen erreicht nämlich nicht das Niveau von aktuellen Grafikkarten. Eine zusätzliche Grafikkarte ist für Spieler also unumgänglich.

Die Darstellung von Windows 7 mit aktiviertem Aero Glass – also transparenter Fensterrahmen, Schatteneffekte und Animationen – sowie die Wiedergabe von Videos in HD-Qualität sind hingegen für die Prozessoren mit Grafikkern kein Problem.



Intel Atom Z540: Der Silizium-Chip (Die) dieser Mobil-CPU misst nur knapp 1 cm und hat 47 Millionen Transistoren (Bild F)

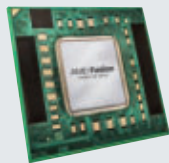
Was hat es mit dem Sandy-Bridge-Nachfolger auf sich?

Bereits im Jahr 2002 war Intel klar, dass sich Prozessoren nicht unendlich verkleinern lassen. Die Verkleinerung wäre aber notwendig, um Prozessoren weiter zu beschleunigen (Bild F). Also forschte Intel rund neun Jahre an einer neuen Art von Transistoren.

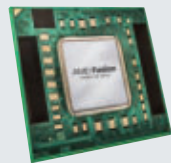
Ziel war es, die Transistoren nicht – wie bisher – flach auf dem Die des Prozessors unterzubringen, sondern hochkant. Die neuen Transistoren nennt Intel Tri Gate (Bild G). Sie werden erstmals in CPUs auf Basis von Ivy Bridge zum

Marktübersicht: Aktuelle CPUs für Desktop-Rechner

Intel und AMD richten ihre Prozessorentwicklung verstärkt auf heterogene Multicore-CPU's aus. Denn die Kombination aus Hauptprozessor und Grafikkarte ist ideal für Büro- und Heimrechner.



Hauptreihe der Fusion-CPU's. Der integrierte Grafikkern macht eine Grafikkarte überflüssig



Sparversion der Fusion-CPU's mit weniger CPU-Kernen und leistungsschwächerem GPU-Kern



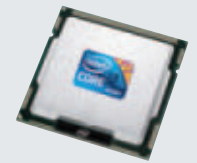
Langsamer und sparsamer im Energieverbrauch. Die CPU's eignen sich für einfache Arbeitsrechner



Die derzeitige CPU-Spitzenreihe von AMD eignet sich für Spieler und professionelle Anwender



Die Multi-Chip-CPU's enthalten auf einem Chip die CPU-Kerne, auf dem anderen den Grafikkern

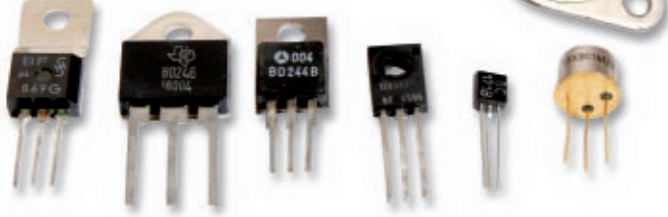


Die zweiten Generation der Core-i-Baureihe vereint CPU und GPU zu einer heterogenen Multicore-CPU

	AMD	AMD	AMD	AMD	Intel	Intel
Reihe	A-Serie	E-Serie	Athlon II	Phenom II	Core i3, i5, i7	Core i3, i5, i7
Codename	Llano, Fusion	Llano, Fusion	Regor, Rana, Propus	Callisto, Heka, Propus	Clarkdale, Lynnfield	Sandy Bridge
Beispielmodelle	A6-3650, A8-3850	E2-3250	X2 240, X4 645	X2 555, X6 1100T	i3-540, i5-661	i3-2100T, i7-2600
Webseite	www.amd.de	www.amd.de	www.amd.de	www.amd.de	www.intel.ch	www.intel.ch
Strassenpreis	105–130 Franken	erscheint im 4. Quartal	50–140 Franken	90–220 Franken	110–650 Franken	95–270 Euro
Daten						
Sockettyp	Socket FM1	Socket FM1	Socket AM3	Socket AM3	Socket 1'156	Socket 1'155
DDR3-Takt	1'866 MHz	1'600 MHz	1'333 MHz	1'333 MHz	1'333 MHz	1'333 MHz
CPU-Kerne	4	2	2, 3 und 4	2, 3, 4 und 6	2, 4 und 6	2 und 4
CPU-Takt	2,6–2,9 GHz	2,4 GHz	2,3–3,4 GHz	2,6–3,7 GHz	2,5–3,6 GHz	2,3–3,4 GHz
GPU-Kerne	1	1	–	–	1 (manche Modelle)	1
GPU-Takt	443 bis 600 MHz	443 MHz	–	–	533 MHz	650 MHz
Transistoren	1'450 Millionen	758 Millionen	bis 300 Millionen	758–904 Millionen	383 Millionen	bis 995 Millionen
Watt-Leistung	100	65	25–95	65–140	73–87	95

Schalter: Die Transistoren in Ihrem PC machen nichts anderes als diese doch etwas klobige Verwandtschaft: an – aus, an – aus, an – aus ... (Bild H)

Quelle: Wikipedia.org



Einsatz kommen, dem Nachfolger von Sandy Bridge.

Stellen Sie sich einen Transistor als längliches, breites, aber eher flaches Objekt vor, ähnlich wie ein Buch. Wenn Sie mehrere Bücher flach nebeneinander auf einen Tisch legen, dann ist dieser Tisch recht schnell voll. Wenn Sie die Bücher aber nicht flach hinlegen, sondern hochkant stellen, dann passen erheblich mehr Bücher auf den Tisch. Dies macht sich Intel mit den Tri-Gate-Transistoren zunutze.

Die Tri-Gate-Transistoren verbinden eine bislang unerreichte Rechenleistung mit Energieersparnis für eine ganze Bandbreite von

Computern, vom schnellsten Server bis hin zum kleinsten Handheld-Gerät.

Was ist ein Transistor?

Ein Transistor ist einem Lichtschalter sehr ähnlich. Während ein Lichtschalter mechanisch funktioniert, schaltet ein Transistor aber elektrisch. Zudem ist der Transistor um ein Vielfaches kleiner. Intels Sandy-Bridge-Prozessoren werden zum Beispiel im 32-Nanometer-

Prozess gefertigt. Ein Transistor einer CPU ist also nicht grösser als 32 Nanometer, das sind 32/1'000'000 Millimeter.

Wie funktionieren Transistoren?

Wie ein Lichtschalter kennt der Transistor (Bild H) zwei Zustände: an und aus. Diese beiden Zustände werden binär mit den Zahlen 1 und 0 dargestellt. Verbindet man mehrere Transistoren miteinander, dann ergibt dies eine beliebige Kombination aus Einsen und Nullen.

Wenn man beispielsweise vier Transistoren miteinander verbindet, dann kann jeder der Transistoren zwei Zustände annehmen. Das

ergibt $2 \times 2 \times 2 \times 2$ Kombinationen, also 16. Je nachdem wie die Transistoren geschaltet sind, lassen sich also 16 verschiedene Zahlen darstellen. Jeder weitere hinzugefügte Transistor erhöht die möglichen Kombinationen um den Faktor 2. So ergeben fünf Transistoren bereits 32 Kombinationen, acht schon 256 und 32 Transistoren 4,3 Milliarden Kombinationen.

Je nachdem wie verschiedene Gruppen von Transistoren verbunden werden, lassen sich dann Berechnungen und Vergleiche durchführen. Die vier CPU-Kerne eines Sandy-Bridge-Prozessors von Intel bestehen zusammengenommen aus 995 Millionen Transistoren und der enthaltene Grafikprozessor aus weiteren 114 Millionen Transistoren. ■

Mark Lubkowitz

Weitere Infos

■ <http://products.amd.com/de-de/comparison/DesktopCPU.aspx>

Englischsprachige Vergleichstabelle aktueller Prozessoren von AMD

■ <http://ark.intel.com>

Englischsprachige Übersicht aktueller Prozessoren von Intel

Bluetooth-Freisprecher für's Lenkrad „BFX-360 Rallye“

Alles im Griff, ohne die Hände vom Steuer zu nehmen

Geniessen Sie im Auto **exzellenten kabellosen Telefon-Komfort**: Das eingebaute Mikrofon und der Lautsprecher sorgen für glasklare Verständigung dank **innovativer Noise-Cancelling-Technologie**. Neben der Audioübertragung werden auch **Telefonbücher und Rufnummern** übertragen, so dass Sie alle wichtigen Infos **direkt auf dem beleuchteten Display sehen**. Durch die **praktische Position des Freisprechers am Lenkrad** halten Sie den Blick immer in Richtung Strasse. Das ist **extra sicher und besonders komfortabel**.

- ▶ **Einfach auf Lenkrad klippen** und fertig
- ▶ **Kein aufwändiger Einbau**
- ▶ **Kein kompliziertes Verlegen von Kabeln**

statt¹ Fr. 99,95
jetzt nur² Fr.

39.95

„ANJA ruft an“



www.pearl.ch | PEARL

Factory-Outlet Pratteln | BL
Spreitenbach | AG

Callstel



B Bluetooth

- **Kabelloses Freisprech-System** für gängige Kfz-Lenkräder
- **Sicher am Lenkrad zu bedienen**, behindert nicht die Sicht
- **Kompatibel mit allen Bluetooth-Handys** (auch iPhone)
- Kabellos & montagefrei
- **Glasklare Gesprächsqualität** dank aktiver Geräusch- & Echo-Unterdrückung
- **Beleuchtetes Display** für Anzeige von Nummer und Name
- **Praktische Extras:** Unterstützt Sprachwahl-Funktion Ihres Handys, Wahlwiederholung, Anruferkennung u.v.m.
- **Mikrofon plus 2 Lautsprecher** integriert
- **Hochleistungs-Akku:** 250 Std. Standby / 300 Min. Sprechen
- Dezent Grösse: 160 x 90 x 36 mm, 135 g
- Inkl. 12V-Ladekabel, Gummiprofil, deutsche Anleitung

Beratungs-Video
www.pearl.ch

Ausführliche Infos, technische Details und Bestellung im Internet unter:

www.pearl.ch/frei

(bitte diese Adresse in Browserzeile eingeben)