

13 Betriebswirtschaftliche Aspekte

AUTOSAR stellt eine große Hilfe zur technischen Strukturierung von Steuergeräteeinheiten dar. Aber AUTOSAR kann noch mehr. Eine Änderung der technischen Arbeitsweise bietet immer auch kaufmännisches Potenzial. Natürlich ist es schwer vorstellbar, als Endkunde AUTOSAR als wählbare Mehrausstattung in den hochglänzenden Verkaufsprospekten der OEMs wiederzufinden. Nur wo soll dann das Geld zum genannten Potenzial herkommen, wenn nicht von den Kunden? Das folgende Kapitel diskutiert einige der positiven Effekte, die technologische Neuerungen, wie AUTOSAR, über die Technik hinaus mit sich bringen können.

13.1 AUTOSAR aus mikroökonomischer Sicht

Für den Käufer eines Fahrzeugs ist der Nutzen von AUTOSAR nicht direkt sichtbar. Jedenfalls nicht so, wie man das z. B. von einer Komfortklimaanlage kennt. Der Nutzen ist für den Endkunden ähnlich schwer zu begreifen wie z. B. bei einer elastokinematisch optimierten Vierlenker-Hinterachse im Alltagsgebrauch.

Auf diese Weise lässt sich die erfolgreiche Nutzung von AUTOSAR nicht in ein kaufmännisches Umfeld einbetten, das diesen Erfolg auch messbar widerspiegelt. Jedenfalls nicht bei einer rein marketingorientierten Betrachtung.

Auf der anderen Seite stellt AUTOSAR aber sehr wohl eine technologische Änderung in der Herstellung von Software dar. Vom Standpunkt der Mikroökonomie aus betrachtet, sollten aber Änderungen der Technologie die Produktionsfunktion eines Produkts durchaus beeinflussen.

Mit Herstellung der Software ist hierbei der kreative Part des Entwurfs gemeint. Hier unterscheidet sich Software deutlich von der Produktion materieller Güter. Der analoge Vorgang zur Produktion

eines materiellen Guts spielt bei Software nämlich kaum eine Rolle: Fertige Software lässt sich quasi beliebig ohne weiteren Materialeinsatz kopieren und vervielfältigen. Der eigentliche Herstellungsaufwand äußert sich damit fast ausschließlich im Entwurf.

Die Faktoren Arbeitseinsatz – im Ingenieurumfeld äquivalent zu Zeit und Ausbildungsstand – und eingesetztes Kapital für die Entwicklung sind über die verwendete Technologie aneinander gekoppelt. Daher lässt sich dieses Verhältnis auch durch Technologieänderung aufbrechen.

Wichtig ist, dass es sich hierbei um langfristige Effekte handelt. Die Kosten, die im Zusammenhang mit der Technologieänderung selbst stehen, haben dabei nur kurzfristig einen bremsenden Einfluss. Technologische Veränderungen waren seit jeher mit Kosten verbunden. Sei es nun die Dampfmaschine, die Einführung der Elektrizität oder die Mikroelektronik – überall waren zunächst Investitionen notwendig. Auch wenn es kaum angemessen erscheint, AUTOSAR auf dieselbe Stufe mit diesen epochalen Erfindungen zu stellen, alle boten zu ihrem Zeitpunkt eine Lösung zu einem bereits existierenden Mangel. Durch die Investition in Technologie war es möglich, diesen Mangel zu bekämpfen.

Im Fall von AUTOSAR ist der adressierte Mangel der schwindende Überblick über die Struktur der Elektronikfunktionalität im Fahrzeug. Dieser Mangel ist existent. In Zukunft werden also die Unternehmen profitieren, die es schaffen, mit diesem Mangel am besten umzugehen, und das ist nur durch Investition in die E/E-Architektur möglich.

13.2 Der Nutzen von AUTOSAR in der Entwicklung

Obwohl also AUTOSAR für den Fahrer eines Fahrzeugs später nicht sichtbar ist, hier also keinen unmittelbaren Nutzen präsentiert, liefert es für die Entwicklungsparteien durchaus einen Nutzen. Dieser stellt sich nach [FBH06] wie in Tabelle 13–1 gezeigt dar.

Organisation	Nutzen
OEM	<ul style="list-style-type: none"> ■ OEM-überlappende Wiederverwendung von Softwaremodulen ■ Verbesserte Wettbewerbsfähigkeit bei innovativen Funktionen und erhöhte Designflexibilität durch bessere Wartbarkeit ■ Vereinfachung bei der Systemintegration ■ Reduktion der Gesamtkosten in der Softwareentwicklung
Zulieferer	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verringerung der ausufernden Versionsvielfalt ■ Verteilte Entwicklung über mehrere Zulieferer ■ Effizienzverbesserung in der Funktionsentwicklung ■ Neue Geschäftsmodelle
Werkzeughersteller	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gemeinsame Schnittstellen im Entwicklungsprozess ■ Nahtlose, handhabbare, aufgabenoptimierte Toolumgebungen
Dienstleister	<ul style="list-style-type: none"> ■ Liefert Schulungen ■ Bietet Entwicklungsunterstützung ■ Unterstützt bei Test und Integration

Tab. 13-1

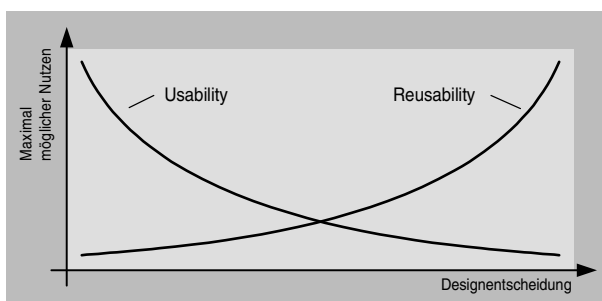
Industrieller Nutzen
von AUTOSAR

Mit den neuen Geschäftsmodellen beschäftigt sich das Kapitel 14 noch einmal ausführlich.

13.3 Wiederverwendung

Wiederverwendung ist ein Gut, dem die Informatik bereits seit Beginn ihrer Zeitrechnung hinterher jagt. Einzelne Strömungen (objektorientierte Analyse, serviceorientierte Architekturen usw.) sehen dieses Problem inzwischen als gelöst an. Einem Auftraggeber eines IT-Entwicklungsprojekts kommen dagegen schnell Zweifel. Spätestens bei der Angebotspräsentation ist plötzlich alles wieder eine Individualentwicklung. Keine Spur von Wiederverwendung.

Die Ursache liegt darin, dass ein Softwaremodul nicht gleichzeitig speziell verwendbar und allgemein verwendbar sein kann. Da der Begriff allgemeine Verwendbarkeit nichts anderes als Wiederverwendbarkeit meint, entsteht so ein Widerspruch zwischen Verwendbarkeit und Wiederverwendbarkeit bzw. Usability und Reusability (vgl. Abb. 13-1).

**Abb. 13-1**

Das Verhältnis von
»Usability« zu
»Reusability«

Das soll nicht heißen, dass wiederverwendbarer Code grundsätzlich unbenutzbar ist, er ist nur nicht direkt für einen speziellen Zweck nutzbar. Oder umgekehrt: Je weiter ein Softwaremodul durch Designentscheidungen an die direkte Verwendbarkeit durch einen Nutzer angepasst ist, desto mehr sinkt der Grad seiner Wiederverwendbarkeit für andere Nutzer und Anwendungen.

Wiederverwendbarkeit um jeden Preis und auf allen Ebenen eines Steuergeräts kann also nicht das Ziel sein. Das Ergebnis wären funktional weitgehend inhaltsleere und unkonkrete Komponenten. Irgendwann muss schließlich auch konkreter Code entstehen. Wenn es um die Wiederverwendbarkeit von Komponenten geht, dann ist das Ergebnis nur aussagekräftig, wenn gleichzeitig die konkrete Nutzbarkeit der Komponenten mitbetrachtet wird. Das gilt sowohl für den Anbieter solcher Komponenten als auch für den Käufer.

Jeder Anbieter hat natürlich ein Interesse daran, einen möglichst großen Markt zu bedienen. Einen großen Markt erreicht er nur mit flexiblen hochwiederverwendbaren Komponenten, die die Bedürfnisse einer breiten Käuferschicht ansprechen. Das führt nach Abbildung 13–1 für den Anbieter zu der kuriosen Situation, dass er im Grunde nicht nutzbare Komponenten anbieten wird. Diese möglichst flexiblen und auf viele Anwendungsfälle passenden Komponenten erfordern in der Regel auf der Seite des Käufers viel Arbeit, um sie in einem konkreten Umfeld einsetzen zu können.

13.3.1 Wiederverwendbarkeit auf Anwendungsebene

Um die Wiederverwendbarkeit von Anwendungen wie Zentralverriegelung, Diebstahlwarnanlage usw. zu gewährleisten, hat AUTOSAR spezielle Anwendungsschnittstellen definiert (WP10).

Auf den ersten Blick erscheint das sinnvoll, schließlich ist dieser Teil von AUTOSAR der einzige, bei dem ein direkter Bezug zu einem Mehrwert beim Fahrzeugkäufer existiert. Genau diese Schnittstellen zu normieren hieße aber auch, diesen Mehrwert zu normieren. Damit wäre jede Innovation erst einmal an eine Anpassung des Standards gebunden und anschließend bei allen OEMs identisch. Das steht natürlich bei den OEMs im Widerspruch zur Suche nach wettbewerbsdifferenzierenden Elektronikfunktionen. Um Innovation nicht zu behindern, sind die Anwendungsschnittstellen daher nur als Vorschläge zu sehen.

13.3.2 Schutz des geistigen Eigentums – Intellectual Property

Ein Anbieter, der wiederverwendbare Komponenten vertreiben möchte, muss zwangsläufig eine bestimmte Mindestfunktionalität bieten, die der Käufer nicht trivial selbst nachbauen kann. Solche Komponenten zeichnen sich häufig durch anspruchsvolle Algorithmen aus.

Meistens wurde nicht nur bei der Implementierung hoher Aufwand getrieben. Schon im Vorfeld der tatsächlichen Entwicklung waren viel Erfahrung und aufwendige Voruntersuchungen erforderlich, um die passenden Algorithmen zu finden und zu parametrieren. Solche herausragende Engineering-Leistungen lohnen sich aber nur bei entsprechendem Schutz des dahintersteckenden Know-hows.

Bei einer im Quelltext vertriebenen Komponente sind diese Algorithmen für den Nutzer unmittelbar erkennbar. Er erhält damit die gesamte Engineering-Leistung des Komponentenanbieters quasi auf einem Silbertablett. Das geistige Eigentum an der Entwicklungsleistung ist so nicht effektiv schützbar. Für den ursprünglichen Erschaffer ist das jedoch ein wichtiger Gesichtspunkt, wenn er die Entwicklungskosten auf mehrere Nutzer verteilen möchte. Diese Kostenverteilung ist unvermeidbar, wenn die Komponente zu einem attraktiven Preis am Markt angeboten werden soll.

Für solche Komponenten kommt schließlich nur eine Distribution in einem Binärformat infrage (vgl. auch Seite 205). Das heißt:

- Die Eigentumsrechte bleiben beim Erzeuger.
- Die Grenzen unterschiedlicher Eigentumsrechte bleiben auch im fertigen Produkt erkennbar.

Ein gezielt und systematisch betriebenes Reverse Engineering lässt sich natürlich auch durch eine Objektcode-Distribution nicht aufhalten, sondern bestenfalls erschweren.

13.3.3 Die Qualität wiederverwendbarer Komponenten

Ein anspruchsvolles Modul mit aufwendigem Innenleben ist auch meistens mit einem entsprechend hohen Testaufwand verbunden.

Dieser Testaufwand kann natürlich indirekt ebenfalls wiederverwendet werden. Am Ende kann sich dies sogar zum entscheidenden Aspekt weiterentwickeln: Eine Komponente wird nicht durch ihre Funktionalität interessant, sondern dadurch, dass sie diese Funktionalität bereits in vielen Anwendungsfällen zuverlässig unter Beweis gestellt hat. Nichts ist ärgerlicher, als mit der Wiederverwendung von Funktionalität auch die bei ihr gemachten Fehler wiederzuverwenden.

Wiederverwendung von Tests

Der Aspekt der Modulqualität hat hier einen wirklich hohen Stellenwert. Die Fehler einer selbst entwickelten Komponente lassen sich in der Regel leicht selbst finden. Schließlich sitzen die für die Fehler verantwortlichen »Experten« meist nicht weit entfernt.

*Fremdkomponenten
müssen qualitativ
hochwertig sein*

Eine als Blackbox beschaffte Fremdkomponente ermöglicht dagegen häufig kaum Einblicke. Wenn so eine Komponente später fehlerhaft funktioniert, kann dies schnell den Erfolg des eigenen Projekts gefährden.

Einerseits wird also die Verwendung von Fremdkomponenten durch diesen Qualitätsdruck nicht unbedingt begünstigt. Auf der anderen Seite lassen sich mögliche Schwierigkeiten durch gewissenhaftes Lieferantenmanagement, insbesondere bei der Lieferantenauswahl, leicht in den Griff bekommen. Wenn es gelingt, eine etablierte Komponente mit erfahrener Support zu erwerben, dann lohnt sich das in zweierlei Hinsicht:

- Die Integration fehlerarmer Komponenten verkürzt die Integrationszeit.
- Die höhere Qualität der Komponenten steigert die Gesamtqualität des fertigen Systems.

13.4 Wiederverwendbarkeit der Basissoftware

Dieser Aspekt erscheint zunächst trivial. Basissoftware muss zwangsläufig um den Gedanken der allgemeinen Verwendbarkeit herum konstruiert sein. Das ist schließlich die Bestimmung eines Betriebssystems. Niemand würde ein Betriebssystem dafür infrage stellen, dass es für konkrete Steueraufgaben erst um entsprechend konkrete Anwendungen ergänzt werden muss.

Somit können nach der Theorie in Abbildung 13–1 alle Designentscheidungen leicht auf maximale Wiederverwendbarkeit ausgerichtet werden. Betriebssysteme sind ein Paradebeispiel für erfolgreich etablierbare Wiederverwendung.

Da die wichtigste Aufgabe eines Betriebssystems in der Verwaltung der knappen Betriebsmittel wie z. B. Speicher, I/O oder CPU-Leistung liegt, ist Wiederverwendbarkeit eines Betriebssystems natürlich unmittelbar mit Portierbarkeit verknüpft.

*Wiederverwendbarkeit für
mehrere Anwendungen*

Ein Betriebssystem kann seine Wiederverwendbarkeit also umso mehr ausspielen, wenn es nicht nur für unterschiedliche Anwendungen auf einer Hardwareplattform genutzt werden kann, sondern darüber hinaus auch bei einem Wechsel der Hardwareplattform immer noch das gleiche Gesicht zeigt.

Wenn also diese Programmierschnittstelle selbst bei einem Wechsel der Hardware unverändert bleiben kann, dann minimiert sich der Lernaufwand für den Umgang mit einer Basissoftware dramatisch. Während gleichzeitig das Erfahrungspotenzial steigt. Genau diese Erfahrung mit einer Entwicklungsumgebung macht heute einen Großteil der Effizienz einer Entwicklungsabteilung aus.

Wiederverwendbarkeit für mehrere HW-Plattformen

13.5 Austauschbarkeit

Austauschbarkeit und Wiederverwendbarkeit einer Komponente sind zwei Seiten ein und derselben Medaille. Austauschbarkeit orientiert sich nicht daran, die Komponente selbst wiederzuverwenden, sondern ihr Umfeld. Das kann Folgendes bedeuten:

- Ein OEM wählt zwischen den Lösungen mehrerer Zulieferer.
- Austauschbarkeit ist über Fahrzeugplattformen hinweg möglich.
- Ein Zulieferer bedient mehrere OEMs.

Für einen OEM ist der Aspekt der Austauschbarkeit häufig interessanter als der der Wiederverwendbarkeit. Die bei vielen OEMs verfolgte Plattformstrategie strebt bereits auf einer Ebene oberhalb der Software, also auf Systemebene, Wiederverwendbarkeit an.

13.6 Geschäftsmodelle

Neben der Herstellung von Werkzeugen und Basissoftware gibt es weitere Ansatzpunkte, um Wertschöpfung mit AUTOSAR zu betreiben.

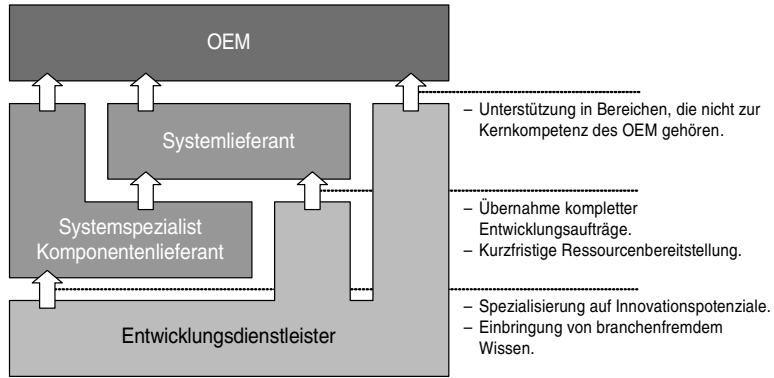
13.6.1 Modell 1: Entwicklungsdienstleister

Da der Vernetzungsgrad der Komponenten im Fahrzeug immer weiter steigt, sind an der Entwicklung der einzelnen Systeme auch immer mehr Parteien beteiligt. Aufgabe des OEMs ist es, diese Parteien zu koordinieren. Zusätzlich zur steigenden Vernetzung kommt gleichzeitig immer mehr Spezial-Know-how ins Spiel, das an vielen Stellen die Kernkompetenz der OEMs weit übersteigt. Dieses tiefe Know-how ist ebenfalls zu managen. Ohne Unterstützung durch Entwicklungsdienstleister sind diese beiden Aufgaben heute kaum noch zu bewältigen.

Die Entwicklungsdienstleister können an mehreren Stellen unterstützen. Hauptsächlich, indem sie Defizite in den Know-how-Bereichen ausgleichen, die nicht zum Kernkompetenzbereich auf Auftraggeberseite gehören, aber auch indem sie Ressourcenengpässe qualifiziert ausgleichen (vgl. Abb. 13–2).

Abb. 13-2

Rolle der
Entwicklungsdienstleister



nach: [Schl08]

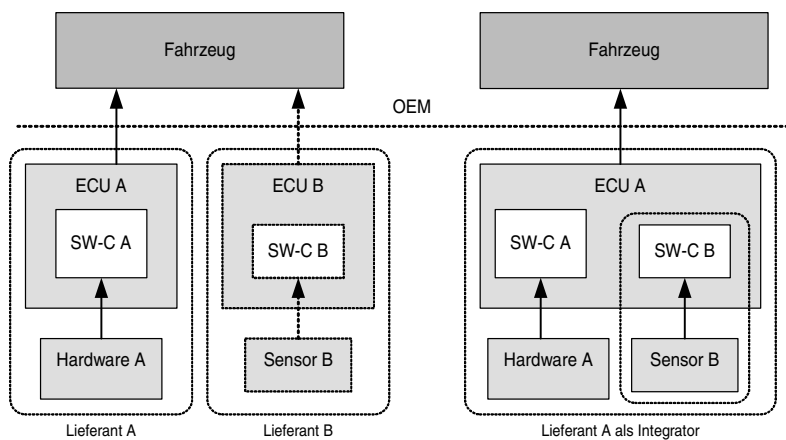
Da durch die Bündelung von Funktionalitäten die klaren Grenzen zwischen den Gewerken aber immer mehr verschwimmen, muss die Kommunikation in der firmenübergreifenden Zusammenarbeit intensiviert werden. Hier sind klare Schnittstellen und technisch aussagekräftige Vereinbarungen über den Inhalt dieser Schnittstellen erforderlich. Die Austauschbasis dafür kann AUTOSAR bereitstellen.

Chancen für die Zusammenarbeit zwischen Lieferanten

Beim Zukauf einer fertigen Komponente ergeben sich häufig zwei Probleme. Entweder die Komponente ist elektrisch sehr aufwendig anzusteuern oder aber nur in Kombination mit einem weiteren Steuergerät zu handhaben (vgl. Abb. 13-3a).

Abb. 13-3

Zusammenarbeit von
Lieferanten



(a) Lieferanten arbeiten getrennt voneinander

(b) Mit Zusammenarbeit der Lieferanten

Da eine Erweiterung der ECU-Landschaft für den OEM häufig nicht infrage kommt, scheitern Vorhaben in der Folge an dem zu hohen Aufwand für die Integration der neuen Komponente in ein bereits bestehendes Steuergerät. AUTOSAR erleichtert diesen Vorgang durch entsprechende XML-Dateien. Damit wird ein Szenario wie in Abbildung 13–3b möglich.

13.6.2 Modell 2: Software als Gratisbeilage zur Hardware

Von jeder im PC-Bereich erhältlichen Grafikkarte aus Fernost ist dieses Prinzip bekannt. Im Karton zur Karte liegt selbstverständlich auch ein passender Grafiktreiber. Ein Käufer käme gar nicht auf die Idee, den Treiber gegen zusätzliches Geld zu besorgen.

Einerseits ist die Grafikkarte für ihn zwar ohne den Treiber komplett wertlos, was durchaus finanzielle Leidenschaft vermuten ließe. Auf der anderen Seite besteht keine Möglichkeit, über den Treiber besondere Begeisterungsmerkmale zu vermitteln. Um den Treiber im Zielsystem betreiben zu können, muss er zwingend bestimmte Anforderungen erfüllen. Diese sind aber durch das Betriebssystem fest vorgegeben. Es gibt hier keinen Spielraum, in dem sich unterschiedliche Treiber positionieren könnten. Ein Wettbewerb wäre nur über den Preis möglich. Für den Kunden interessiert damit nur noch der Preis des Gesamtpakets.

Der Deckungsbeitrag wird nicht mit der Software erwirtschaftet, sondern allein über die Hardware transportiert. Dieses Modell ist insbesondere für die Halbleiterhersteller interessant.

Auch Sensorhersteller können profitieren, indem sie die entsprechende Sensor-Softwarekomponente zu einem physikalischen Sensor mitliefern (vgl. zur technischen Umsetzung auch Abschnitt 14.4.4). Für den Integrator vereinfacht sich die Aufgabe, wenn er in der Anwendung bereits mit physikalisch plausiblen Werten arbeiten kann und sich nicht um Kennfelder, linear oder logarithmische A/D-Wandlung und ähnliche Probleme kümmern muss. Diese Vereinfachung kann auch einen möglicherweise leicht höheren Preis rechtfertigen.

13.6.3 Modell 3: Verkauf fertiger Bibliotheken

Dieses Geschäftsmodell beschäftigt sich mit der Vermarktung von AUTOSAR-Komponenten als Produkt (vgl. Abschnitt 14.4.5). Es wird typischerweise mit wiederverwendbaren Komponenten in Verbindung gebracht, die bei einem Zulieferer entstanden sind, die aber für eine

größere Gruppe von Nutzern interessant sein könnten. Voraussetzung hierfür ist in jedem Fall eine entsprechende Schöpfungshöhe der Software.

Der Begriff »fertige« Bibliothek ist dabei mit Blick auf den in Abschnitt 13.3 beschriebenen Usability-Reusability-Widerspruch differenziert zu betrachten. Je nach gewählter Designentscheidung bietet es sich an, zwischen zwei Produktformen zu unterscheiden:

■ *Vollprodukt:*

Eine direkt nutzbare und vollständig implementierte Anwendung (z. B. Diebstahlwarnanlage). Eine Anpassung an Kundenwünsche erfolgt über Konfiguration.

■ *Halbprodukt:*

Eine unvollständig implementierte Anwendung. Es sind nur wesentliche Teile, z. B. die Kernalgorithmen, einer Anwendung enthalten. Das Halbprodukt ist erst nach weiteren individuellen Implementierungsarbeiten auf Kundenseite in einem Steuergerät nutzbar.

Für den Auftraggeber ist der Erwerb eines Vollprodukts in der Regel bequem. Er erhält sofort eine genau definierte Funktionalität. Dies bildet jedoch gleichzeitig den größten Nachteil. Begeisterungsmerkmale für den Endkunden lassen sich auf diesem Weg nicht einkaufen.

Wenn es darum geht, innovative Funktionen bereitzustellen, ist es für den Lieferanten günstiger, nur ein Halbprodukt mit den Kernalgorithmen als sogenanntes Framework anzubieten. Das Halbprodukt wird anschließend individuell erweitert und an die Bedürfnisse des Auftraggebers angepasst.

Diese Anpassungsarbeiten kann der Produktlieferant natürlich auch im Rahmen einer Individualentwicklung anbieten. Auf diese Weise verbindet das Halbprodukt die Vorteile einer fertigen Lösung mit denen einer Individualentwicklung.